



INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES

Agosto de 2000 a diciembre de 2002



Contenido

	Pág.
1. PRESENTACIÓN	8
2. II REUNIÓN ANUAL Comité Ejecutivo y Comité Técnico	10
3.1. Objetivos	10
3.2. Programa	10
3.3. Listado de Asistentes	12
3.4. Desarrollo de la Reunión	13
3. III REUNIÓN ANUAL Comité Ejecutivo y Comité Técnico	25
3.1. Objetivos	25
3.2. Programa	25
3.3. Listado de Asistentes	28
3.4. Desarrollo de la Reunión	29
4. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAÍSES SOCIOS	102
4.1. Paraguay	102
4.2. Bolivia	102
4.3. México	104
4.4. Haití	104
4.5. Ecuador	105
4.6. Venezuela	106
4.7. Perú	107
4.8. Colombia	109
5. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAÍSES NO SOCIOS	111
5.1. Perú	111
5.2. Costa Rica	111
5.3. República Dominicana	111
5.4. Panamá	112
6. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	113
6.1. Desarrollo de variedades industriales de yuca y actividades en seis polos de desarrollo	113
6.1.1. <i>Actividades desarrolladas en Barranquilla</i>	113
6.1.2. <i>Actividades desarrolladas en Villavicencio</i>	128
6.1.3. <i>Actividades desarrolladas en Valle del Cauca y Cauca</i>	137
6.1.4. <i>Actividades desarrolladas en Sucre y Córdoba</i>	150
6.1.5. <i>Actividades desarrolladas en el Magdalena Medio</i>	151
6.1.6. <i>Actividades desarrolladas en el Eje Tolima – Huila</i>	153
6.1.7. <i>Actividades desarrolladas para el Trópico de Altura</i>	154

	Pág.
6.2. Desarrollo y difusión de yucas industriales en seis polos de desarrollo en regiones estratégicas de Colombia	159
6.2.1. Cobertura geográfica	159
6.2.2. Actividades y metas logradas en cada polo de investigación y desarrollo	159
6.2.3. Mejoramiento genético: identificación de variedades	162
6.2.4. Polo Atlántico y Magdalena – Caribe subhúmedo (Barranquilla)	162
6.2.5. Polo Sucre y Córdoba (Caribe húmedo)	165
6.2.6. Polo Arauca, Meta y Casanare	166
6.2.7. Polo sur del Valle y norte del Cauca	169
6.2.8. Polo Eje Tolima y Huila	171
6.2.9. Norte de Santander y Magdalena Medio	173
6.2.10. Eventos de capacitación	175
6.3. Establecimiento y Evaluación de una Planta Piloto para producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal.	178
6.3.1. Instalación, Evaluación y Optimización de las Condiciones de Operación de los Equipos de la Planta Piloto	178
6.3.2. Pruebas de ajuste y validación de la Planta en el diseño inicial	188
6.3.3. Pruebas de recirculación del producto utilizando activador enzimático y el presecador	193
6.3.4. Montaje e instalación de un secador cilíndrico y un atemperador de harina (diseño modificado)	197
6.3.5. Pruebas de ajuste y validación de la Planta (diseño modificado)	199
6.3.6. Actividades anexas	206
6.3.7. Promoción y divulgación por medio de prácticas, visitas y cursos de capacitación	213
6.3.8. Egresos e ingresos del proyecto Planta Piloto	214
6.4. Efecto de fuentes órgano – minerales y minerales en la producción sostenible de yuca	217
6.4.1. Introducción	217
6.4.2. Materiales y métodos	218
6.4.3. Resultados y discusión	220
6.4.4. Bibliografía	230

	Pág.
6.5. Evaluación, producción y calidad del forraje de yuca con corte periódico manual	231
6.5.1. <i>Introducción</i>	231
6.5.2. <i>Materiales</i>	232
6.5.3. <i>Métodos</i>	237
6.5.4. <i>Análisis de la información</i>	238
6.5.5. <i>Metodología</i>	240
6.5.6. <i>Resultados y discusión</i>	241
6.5.7. <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	262
6.5.8. <i>Bibliografía</i>	263
6.6. Investigación en producción de yuca forrajera en Colombia	266
6.7. Manejo integrado de plagas y enfermedades	276
6.7.1. <i>Evaluación de resistencia varietal a enfermedades de yuca</i>	276
6.7.2. <i>Evaluación de resistencia de la familia CM 9582 (M Bra 1045 x M Cr 81) a diferentes especies de Phytophthora y Pythium, causantes de pudriciones radicales</i>	278
6.7.3. <i>Evaluación de prácticas de manejo integrado sobre la incidencia y severidad de pudriciones radicales de yuca</i>	278
6.7.4. <i>Efecto del suelo sobre pudriciones de yuca</i>	283
6.7.5. <i>Tratamiento térmico de estacas de yuca para control de Phytophthora spp. y Xanthomonas axonopodis pv. manihotis</i>	285
6.7.6. <i>Control biológico de pudriciones radicales</i>	287
6.7.7. <i>Barrenador del tallo de la yuca, Chilomima clarkei</i>	290
6.7.8. <i>Determinación de la metodología para la producción de baculovirus de E ello</i>	291
6.8. Evaluación técnica y económica del uso de la yuca en los sistemas de alimentación de aves, cerdos y ganado	295
6.8.1. <i>Alimentación de aves</i>	295
6.8.2. <i>Proyecto demostrativo con harina de raíces de yuca en dietas para cerdos en las etapas de levante y finalización</i>	309
6.8.3. <i>Ensayo demostrativo del uso del ensilaje de raíces y follaje de yuca en la alimentación de rumiantes en el Centro de Atención Básica, Servicio Nacional de Aprendizaje – CAB SENA, Buga</i>	320

	Pág.
6.9. Adaptación y evaluación técnica y económica de un sistema de multiplicación rápida de material de siembra de yuca basado en el método de inmersión temporal	330
6.9.1. <i>Introducción</i>	330
6.9.2. <i>Productos esperados</i>	332
6.10. Análisis sectorial y microeconómico del impacto de la introducción de cambio tecnológico en la producción de yuca en Colombia	353
6.10.1. <i>Objetivos</i>	353
6.10.2. <i>Resultados</i>	353
6.10.3. <i>Conclusiones</i>	363
6.11. La viabilidad de la industrialización de la yuca en el campo colombiano	365
6.11.1. <i>Objetivos</i>	365
6.11.2. <i>Resultados</i>	365
7. CONTACTOS CON DONANTES	368
7.1. Promoción del uso de la yuca en las industrias de producción animal y de alimentos balanceados de América Latina y el Caribe: un enfoque de desarrollo de mercados para mejorar la competitividad.	368
7.1.1. <i>Perfil del proyecto presentado para el Fondo Común de los Productos Básicos, CFC</i>	368
7.1.2. <i>Resumen del proyecto</i>	368
7.1.3. <i>Características del proyecto</i>	370
7.1.4. <i>Marco lógico</i>	372
8. PROYECTOS FINANCIADOS POR EL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL DE COLOMBIA, MADR	381
8.1. Proyectos del 2001	381
8.1.1. <i>Plan Maestro de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia, fase I</i>	381
8.1.2. <i>Estudio de la viabilidad técnica, económica y comercial de la obtención de adhesivos para uso en la industria de cartón corrugado, a partir de almidón de yuca extraído por vía seca</i>	388
8.1.3. <i>Proyecto piloto sobre sistemas de producción intensiva de energía y proteína para uso en la alimentación animal basado en el cultivo asociado de yuca (raíz), yuca (forraje) y batata</i>	426
8.1.4. <i>Evaluación de varios procesos para la extracción de almidón por vía seca a partir de harina de yuca (Manihot esculenta Crantz)</i>	463

	Pág.
8.2. Proyectos 2002	499
8.2.1. <i>Estudio de la viabilidad técnica y económica de sistemas de producción de yuca en escala comercial basados en la mecanización de las labores de siembra, fertilización y cosecha</i>	499
8.2.2. <i>Plan Maestro de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca en Colombia, fase II</i>	507
8.2.3. <i>Construcción y mantenimiento de capa arable para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción de yuca en tres regiones de Colombia</i>	519
8.2.4. <i>Estudio de la viabilidad técnica y económica de la producción de dextrinas a partir de yuca utilizando tecnologías de vía seca</i>	526
9. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN (2000-2002)	533
9.1. Nacionales	533
9.1.1. <i>Cursos y talleres</i>	533
9.1.2. <i>Asesorías</i>	537
9.1.3. <i>Conferencias</i>	539
9.1.4. <i>Ferias y exposiciones</i>	539
9.1.5. <i>Reuniones de evaluación y presentación de informes</i>	540
9.1.6. <i>Capacitación en servicios</i>	541
9.2. Internacionales	542
9.2.1. <i>Cursos y talleres</i>	542
9.2.2. <i>Asesorías</i>	543
9.2.3. <i>Conferencias</i>	544
9.2.4. <i>Capacitación en servicios</i>	545
10. COMUNICACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN	546
10.1. Continente Yuquero	546
10.2. Boletín electrónico Clayuc@Net	546
10.3. Participación en ferias y exposiciones	547
10.4. Sitio Web: http://www.clayuca.org	547
10.5. Publicación del libro de yuca	551
10.6. Plegable institucional	551
11. ESTADOS FINANCIEROS	552
12. INFORMES DE PAÍSES SOCIOS DE CLAYUCA	557
12.1. Venezuela	557
12.1.1. <i>Visión prospectiva de la agenda de raíces y tubérculos: un modelo de estudio prospectivo en agroalimentación, rubro yuca</i>	557

	Pág.
12.1.2. <i>Representación de Venezuela ante CLAYUCA</i>	564
12.2. Paraguay	565
12.2.1. <i>Programa nacional de la mandioca (yuca)</i>	565
12.2.2. <i>La mandioca y la alimentación animal</i>	567
12.2.3. <i>Representación de Paraguay ante CLAYUCA</i>	568
12.3. México	569
12.3.1. <i>Visita de consultoría del Proyecto Agroindustrial Guepell S.A. en Campeche, noviembre 21 al 27 de 2001</i>	569
12.3.2. <i>Informe de viaje a México, junio 17 al 21 de 2001</i>	581
12.3.3. <i>Representación de México ante CLAYUCA</i>	583
12.4. Ecuador	584
12.4.1. <i>Situación y desarrollo agroindustrial de la yuca en el Ecuador</i>	584
12.4.2. <i>Actividades de investigación</i>	590
12.4.3. <i>Representación de Ecuador ante CLAYUCA</i>	596
12.5. Cuba	597
12.5.1. <i>Desarrollo del cultivo de la yuca en Cuba</i>	597
12.5.2. <i>Representación de Cuba ante CLAYUCA</i>	611
12.6. Bolivia	612
12.6.1. <i>Conformación de CLAYUCA en Bolivia</i>	612
12.6.2. <i>Representación de Bolivia ante CLAYUCA</i>	614
12.7. Haití	615
12.7.1. <i>El cultivo de la yuca en Haití</i>	615
12.7.2. <i>Representación de Haití ante CLAYUCA</i>	617
12.8. Perú	618
12.8.1. <i>Primer Taller Internacional sobre Conservación, Evaluación y Uso de los Recursos Genéticos de Yuca</i>	618
12.8.2. <i>Representación del Perú ante CLAYUCA</i>	621
13. COMITÉ EJECUTIVO Y COMITÉ TÉCNICO DE CLAYUCA	622
13.1. Comité Ejecutivo	622
13.2. Comité Técnico	623
14. FUNCIONARIOS Y COLABORADORES DE CLAYUCA	625
14.1. CIAT	625
14.2. CLAYUCA	626
Acrónimos	628

1. PRESENTACIÓN

La publicación del Informe Anual es una de las oportunidades más apropiadas para comunicar a los socios del Consorcio los avances que se han obtenido en las diferentes áreas de trabajo y las actividades que se están desarrollando actualmente. En esta oportunidad, la presentación del Informe Anual tiene una doble importancia, considerando que en el año 2001 no se publicó, por lo cual las acciones reportadas en este documento corresponden a dos años de trabajo.

La implementación de la agenda de trabajo definida por los socios se ha visto favorecida por la posibilidad que ha tenido el Consorcio de aplicar a fondos que el Gobierno Colombiano, a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, ha puesto a disposición de las entidades de investigación y desarrollo que están trabajando con el cultivo de la yuca. Estos fondos se han manejado a través de la presentación de propuestas, que son analizadas y evaluadas por el MADR. Las áreas en las que CLAYUCA ha tenido acceso a fondos incluyen adaptación de tecnología, desarrollo de productos, formación de recursos humanos y elaboración y publicación de materiales de capacitación.

Un logro muy importante durante el período cubierto por este Informe fue la culminación con éxito de las negociaciones con el Fondo Común de los productos Básicos, CFC, con sede en Ámsterdam, Holanda, que permitieron la aprobación de la propuesta presentada por CLAYUCA para implementar un proyecto regional basado en la promoción del uso de la yuca en la alimentación animal. La propuesta aprobada por el CFC permitirá intensificar las actividades del Consorcio en Colombia, Venezuela y Haití, durante el periodo 2003-2004. La aprobación de este proyecto tiene dos aspectos muy importantes para CLAYUCA: primero, el hecho de ayudar a proyectar hacia la comunidad de donantes a nivel internacional, el esfuerzo que varios países de América Latina están haciendo para transformar el cultivo de la yuca en una opción agrícola más rentable, eficiente y sostenible. Segundo, la posibilidad de usar recursos internacionales para sumarlos a los aportados por los países socios, para apoyar la implementación de la agenda de trabajo.

Otra área de trabajo en la que hemos alcanzado avances significativos es en relación con la capacitación de recursos humanos. El personal de profesionales de CLAYUCA y del CIAT ha trabajado intensamente durante los dos últimos años para brindar cursos en Colombia, Venezuela y Haití. También se realizaron visitas de asistencia técnica en Colombia, Venezuela, México, Haití, Perú, Ecuador, Panamá y República Dominicana. Un apoyo importante para esta área fue la publicación del Libro: *“La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización de Yuca”*; y el bolsilibro *“Guía Práctica para el Manejo de las Plagas, Enfermedades y las Deficiencias Nutricionales de la Yuca”*. Estos dos documentos están disponibles en el CIAT y CLAYUCA.

La base social del Consorcio también ha mantenido un nivel adecuado de dinámica. El sector yuquero del Perú se vinculó recientemente en calidad de socio y se han logrado importantes avances con entidades de Panamá y República Dominicana, tendientes al ingreso de estos dos países a CLAYUCA.

Sin embargo, es necesario registrar la preocupación que existe por la falta de éxito en las gestiones para que algunos países como Paraguay, Bolivia, Haití y Ecuador logren consolidar su participación como miembros y empiecen a cumplir con las responsabilidades de los socios como es el aporte de la cuota anual y la formulación de un plan de trabajo en torno al cultivo de la yuca.

CLAYUCA tuvo una importante participación en una actividad conjunta del CIAT y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, IITA, con sede en Nigeria, África. En esta actividad, IITA y su Red SARRNET, que opera en Tanzania y Malawi, se interesaron en el enfoque de trabajo del Consorcio, especialmente en el proceso de vinculación del sector privado para, conjuntamente con el sector público, definir, financiar e implementar actividades de apoyo al desarrollo de la yuca. Personal técnico de CLAYUCA viajó a África y un grupo de técnicos africanos visitaron CIAT y CLAYUCA.

Otra actividad importante realizada en el área de intercambio de experiencias, información y comunicación con el resto del mundo que está trabajando en yuca, consistió en la organización de un viaje de estudio a Tailandia y Holanda, por parte de un grupo de 11 representantes de entidades socias de CLAYUCA, públicas y privadas, de Brasil y Colombia. El viaje incluyó una gira de estudio por regiones productoras y procesadoras de yuca de Tailandia en el período comprendido entre el 21 y el 25 de octubre, la participación en la 7ª. Reunión Regional de Yuca, realizada en Bangkok, Tailandia, del 28 de octubre al 1 de Noviembre (140 participantes de 9 países) y posteriormente una visita a Holanda del 4 al 6 de noviembre para conocer las experiencias holandesas en el uso de la yuca en la alimentación animal.

Finalmente, aprovechamos esta oportunidad para reiterar nuestro compromiso de continuar trabajando sin descanso para poner al servicio de los socios, y en general, del sector yuquero de América Latina y el Caribe, toda la capacidad tecnológica que existe en el CIAT, en CLAYUCA y en las diferentes entidades socias, públicas y privadas. Con el esfuerzo y la colaboración de todos estaremos cada vez más cerca de lograr nuestro objetivo de obtener un sector yuquero en nuestro continente que sea más eficiente, rentable y sostenible.

BERNARDO OSPINA PATIÑO
Director Ejecutivo CLAYUCA

2. II REUNIÓN ANUAL

Comité Ejecutivo y Comité Técnico Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA

CIAT, agosto 23 y 24 de 2000

2.1. Objetivos

- Firma del Acta de Aceptación por parte de países que se afilian (nuevos miembros) al Consorcio
- Evaluación de Actividades realizadas en el período 1999-2000
- Aprobación de Plan de Trabajo y Presupuesto para período 2000-2001



Figura 2.1. Participantes de la II Reunión Anual de CLAYUCA.

2.2. Programa

Miércoles, 23 de agosto

Sesión Inaugural: Auditorio W.K. Kellogg

Moderador: Aart van Schoonhoven

08:15 – 08:30	Palabras de bienvenida del Dr. Joachim Voss, Director General del CIAT
08:30 – 08:50	Presentación de Diego Miguel Sierra – Presidente del Comité Ejecutivo de CLAYUCA
08:50 – 09:10	Presentación del Profesor Álvaro Montaldo–Universidad Central de Venezuela
09:10 – 09:30	Descanso

Sesión de Trabajo (I) Informes por países

Moderador: Bernardo Ospina

09:30 – 10:30	Informe de Actividades – CLAYUCA (Venezuela)
10:30 – 11:00	Informe de Actividades – CLAYUCA (Ecuador)
11:00 – 11:30	Informe de Actividades – CLAYUCA (Cuba)
11:30 – 12:30	Informe de Actividades – CLAYUCA (Colombia)
12:30 – 14:00	Almuerzo de Confraternización

Sesión de Trabajo (II) Salón de la Junta Directiva

Moderador: Aart van Schoonhoven

14:00 – 15:00	Firma del Acta de Afiliación de los países como nuevos miembros de CLAYUCA a) Lectura del Acta de Aceptación b) Firma del Acta por los representantes de Bolivia, Paraguay y Haití
15:00 – 16:00	Demostración de siembra y cosecha mecanizada de yuca
16:00 – 17:00	Demostración de planta piloto de secado de harina de yuca
17:00 – 18:30	Cóctel – Salón del Piano

Jueves, 24 de agosto

Sesión de Trabajo (III)

Moderador: Diego Miguel Sierra

08:00 – 09:00	Discusión de plan de trabajo para el período 2000-2001
09:00 – 10:00	Discusión y aprobación del presupuesto para el período 2000-2001
09:00 – 10:00	Discusión sobre la versión actual de los estatutos
10:00 – 10:30	Descanso
10:30 – 11:30	Comunicación y flujo de información entre países
11:30 – 12:00	Nombramiento del Presidente y Vicepresidente del Comité Ejecutivo, y Director Ejecutivo para el período 2000–2001
12:00 – 12:15	Clausura de la reunión

2.3. Listado de Asistentes

Por parte del Comité Ejecutivo participaron las siguientes personas:

Colombia

Diego Miguel Sierra – FENAVI

Cuba

Sergio Rodríguez – INIVIT

Venezuela

José Mantilla–Universidad Central de Venezuela -Maracay

Ecuador

Gustavo Enriquez – INIAP

CIAT

Anthony Bellotti

CLAYUCA

Bernardo Ospina

Ausentes: Guy Henry –CIRAD-amis, Proyecto PROSPER Cono Sur

Por parte del Comité Técnico participaron las siguientes personas:

Colombia

Julián Botero

Erwin Silva

Julián Buitrago

Cuba

Mariluz Folgueira – INIVIT

Venezuela

Álvaro Montaldo–Universidad Central de Venezuela Maracay

Antonio Berardi-FEPORCINA

Rafael Laberry – Agropecuaria Mandioca

Ecuador

Flor María Cárdenas – INIAP

CIAT

Hernán Ceballos

Elizabeth Álvarez

Otros participantes:

Colombia

Carlos Restrepo – Industrias del Maíz S.A.

Julián Buitrago – NUTRIBAL S.A.

Paraguay

Peter Gibbert - abc Color Editorial Azteca S.A.

Bolivia

Juan Lenis - Proyecto IBTA/Chapare

Brasil

Antonio Fadel - Asociación Brasileña de Productores de Almidón de Mandioca

Domingo Francisco - IAC

Benjamín de la Rosa - PLANTI CENTER LTDA

2.4. Desarrollo de la Reunión

La segunda reunión de planificación de actividades y aprobación de plan de trabajo y de presupuestos por parte de los miembros del Comité Ejecutivo y el Comité Técnico de CLAYUCA se realizó en las instalaciones del CIAT, en Cali, Colombia, en el periodo del 21 al 24 de agosto del 2000. Asistieron representantes de Colombia, Cuba, Ecuador y Venezuela, como países miembros activos, y representantes de Bolivia y Paraguay como países que se convirtieron en nuevos socios de CLAYUCA en esta reunión. Asimismo, participó una delegación del Sur de Brasil (Estado de Sao Paulo), en calidad de observadores.

La agenda de la reunión fue dividida en tres secciones. **La sección I** fue moderada por el Dr. Aart van Schoonhoven y se incluyeron las siguientes presentaciones:

Director General del CIAT, **Dr. Joachim Voss**, quien enfatizó los siguientes aspectos:

“CLAYUCA ha tenido un año tremendamente trascendente en el 2000. El tímido comienzo que se benefició del decidido apoyo brindado por Colombia, Cuba, Ecuador y Venezuela, así como la contribución del CIRAD. Ahora vemos y damos la bienvenida a nuevos socios como Bolivia, Brasil, Haití, México y Paraguay. Ha sido un año donde CLAYUCA consolidó su existencia, creció, definió sus metas y modos de acción. El Consorcio ha mostrado capacidad para interactuar con el sector productivo y ha servido como un puente entre él y las instituciones de investigación. El reto para el camino a seguir es acrecentar la presencia de los restantes países y generar mecanismos para que la tecnología producida a través de CLAYUCA sea aprovechada rápidamente por todos”.

Diego Miguel Sierra, Presidente del Comité Ejecutivo de CLAYUCA y Presidente Ejecutivo de la Federación Nacional de Avicultores de Colombia – FENAVI, hizo la siguiente intervención:

“Un cartelito pequeño en el despacho de Juan de Jesús Montilla, en la época en que era Ministro de Agricultura de Venezuela, decía: usted tiene diez minutos, cinco para plantear lo que quiere decir, tres para que haya ocasión de reflexionar sobre lo que dijo y dos para hacer un resumen que resulte, finalmente, en algo provechoso. Yo espero ocupar máximo dos páginas para las diez cosas que quiero decir.

Hoy cuando se cumplen dieciséis meses de trabajo de CLAYUCA, desde que empezamos en abril del año pasado, presentamos el informe anual tanto a los socios fundadores como a los que se han adherido en estos meses de trabajo.

El CIAT lleva más de treinta años investigando este cultivo que es tan importante para los países tropicales, enfocándose hacia el consumo humano y la producción desarrollada por los campesinos como alternativa para aliviar la pobreza. A lo largo de estos años ha contado con el trabajo de James Cock, Carlos Iglesias, Hernán Ceballos, Rupert Best y Bernardo Ospina; así mismo con la credibilidad del Dr. Aart van Schoonhoven, al igual que otros tantos investigadores nacionales e internacionales.

Un hallazgo: Desde el inicio, CLAYUCA ha ido de la mano del CIAT, ha tenido la oportunidad de copiar el concepto de red del FLAR, con la coordinación y el trabajo de Luis Sanint, quien sirvió de mentor y ayuda especial en la conformación y en la concepción del Consorcio, así como en sus primeras semanas de vida.

Una sinergia: El CIAT, con un trabajo acumulado de más de treinta años, ha encontrado con los equivalentes de los centros de multiplicación de países, como Colombia, Venezuela, Cuba, Ecuador y ahora Haití, Bolivia, Brasil, Paraguay y México, la posibilidad de hacer un equivalente recíproco, la opción de encontrar recursos nuevos, disponibles en la gestión, no sólo por parte de las entidades multilaterales tradicionales en la red de los centros de investigación sino también en la vinculación de empresas y el fortalecimiento de las relaciones entre países.

Una constante: Hemos trabajado durante muchísimos años por hacer agricultura templada en las condiciones tropicales y aquí hay uno de nuestros productos específicos diciéndonos que está aquí para generar todo un potencial de bienestar y desarrollo como alimento humano directo, como alimento animal directo, como almidones, compitiendo progresivamente con el maíz, el trigo y la papa en la producción de almidón. Esa es la razón por la que los aquí reunidos insistimos en trabajar por su volumen e importancia en la alimentación animal bien con la raíz, bien con el follaje.

Una visión: nuestra condición es hacer competitiva la producción tropical por eso trabajamos en términos de fertilización orgánica, resultados significativos y promisorios.

Desde el punto de vista de multiplicación de semilla, en identificación de las variedades, orientación a los organismos genéticamente modificados siembra y cosecha mecanizada y usos finales del producto.

Una pasión: Llevamos dieciséis meses en torno a la investigación aplicada, hemos potenciado el trabajo de muchas décadas del CIAT, de los centros colaterales y de la red de organismos de investigación mundial, pero aquí hay un esfuerzo de investigación aplicada y tenemos el placer y el gusto, con el esfuerzo del CIAT y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, de encontrar en Protón Ltda., una compañía colombiana, la opción tecnológica nueva en el secado y procesamiento de yuca.

Un legado: El Consorcio, en su parte operacional, suma esfuerzos de gente con experiencia con la juventud de sus nuevos colaboradores. Esto significa que en CLAYUCA hay un empeño por formar capital humano y desarrollar una nueva era en el cultivo con una nueva promoción de jóvenes universitarios.

Un destino común: No nos queda otra opción, afortunadamente ninguna otra alternativa, que construir juntos nuestros países y nuestra región. En nuestro caso, a diferencia de lo que decía el libertador Simón Bolívar, no se trata de luchar contra la naturaleza, sino de trabajar con la naturaleza, específicamente, con la yuca.

Vamos a rendir el informe completo de dieciséis meses de actividades y esperamos que los países, los signatarios, los dueños de este Consorcio, el CIAT y el CIRAD, lo encuentren ajustado a los propósitos y a la encomienda que nos dieron en abril del año pasado.

Álvaro Montaldo, profesor de la Universidad Central de Venezuela – UCV, quien en representación del Ministro de Producción y Comercio de Venezuela, hizo la siguiente presentación:

“Buenos días: autoridades, señoras, caballeros. No soy el Ministro de Venezuela pero lo represento y por mandato de Bernardo Ospina pedí autorización a Venezuela, porque hemos trabajado con el Ministro Juan José Montilla a través de 30 años.

Venezuela es un suelo donde la yuca, desde hace dos mil años es utilizada en la alimentación humana – según evidencias que revelan *Budares* – por el Carbono 14, encontrados en la localidad de Rancho Peludo, cuenca del lago de Maracaibo. Venezuela está orgullosa de participar – en esta VALIDACIÓN de la yuca – que se celebra en esta tierra hermana y acompañado por los también hermanos de Bolivia, Ecuador, Cuba, Paraguay y Brasil.

La yuca para Venezuela es un alimento energético humano básico para el oriente del país (Bolívar, Monagas, Anzoátegui, Sucre y Amazonas) que se complementa, en la parte proteica, principalmente con consumo de peces, aves y también vacunos.

El programa de investigación en yuca nació en la Universidad Central de Venezuela en 1959, comenzando con un banco de Germoplasma que ha logrado coleccionar más de 300 números. Se llevó a cabo la primera Reunión Mundial de Raíces y Tubérculos en la Universidad de Las Indias Occidentales, Trinidad, una bibliografía mundial de raíces y tubérculos, que abarca 5000 citas. David Thurston, otro redescubridor de las bondades de la yuca, de la Fundación Rockefeller, llevó a la quinta reunión de la Sociedad Latinoamericana de Fitotecnia celebrada en Maracay, Venezuela, a los directivos de las Fundaciones Rockefeller, Ford y otros, para mostrarles en el terreno la yuca y los trabajos de investigación que allí se realizaban.

Hubo deseos de formar un Instituto Internacional de Investigación en Yuca pero esto "a las autoridades de turno" les sonó a intervención norteamericana, y la propuesta fracasó. Un valioso, activo e inteligente director de Agricultura del Valle del Cauca dio todas las facilidades y así surgió en 1967 el CIAT.

La yuca es de los cultivos mejor adaptados a las condiciones ambientales de la faja mundial tropical – más resaltante es su resistencia a la sequía y adaptación a los suelos pobres.

Es producida, principalmente, por campesinos de escasos recursos y es la fuente principal de carbohidratos de subsistencia, lo que le da un alto valor social. Actualmente, se ha convertido en un cultivo agroindustrial, especialmente como componente de la ración animal.

Venezuela importa actualmente tres millones de toneladas de cereales (maíz y sorgo) para "ensamblar" pollos, cerdos y vacunos.

El Ministerio de Producción y Comercio espera, en los próximos seis años, agregar a las 50.000 hectáreas actualmente activas, para producción humana, otras 100.000 para alimentación animal. Ya se ha comenzado a plantar campos destinados a la producción de estacas – semillas de variedades mejoradas.

Con CLAYUCA se están llevando a cabo los siguientes proyectos:

FEPORCINA. Institución gremial de los poricultores venezolanos que siempre ha estado a la vanguardia de los productores de cerdos en Venezuela. Su comisión de materias primas no tradicionales, está tropicalizando la alimentación de cerdos y ha optado por ingresar a CLAYUCA. Se empiezan a ver los primeros resultados a través de apoyos y proyectos fomentando la plantación de yuca y construyendo plantas de secado de raíces en todo el país.

Estas son alianzas estratégicas, entre el productor de cerdos y los agricultores yuqueros, con el propósito de fortalecer estos lazos y hacer participar al agricultor en el valor agregado y así asegurar la producción nacional.

FENAVI. Es otro organismo privado que se ha adherido a CLAYUCA con fines similares a FEPORCINOS.

Agroindustrial Mandioca C. A. Empresa ubicada en el oriente de Venezuela, obtiene almidones naturales y modificados de las raíces de yuca, usados en las industrias papeleras, textil, de alimentos y pegantes de Venezuela y Colombia.

Planta 4.000 hectáreas de yuca por año y compra la producción de 10.000 hectáreas a pequeños y medianos agricultores de los Estados de Monagas, Anzoátegui y Bolívar.

La empresa Mandioca ha desarrollado un exitoso programa de manejo integrado de plagas para el control del gusano cachón y de bacteriosis.

Así mismo, CIAT, a través de CLAYUCA, ha facilitado germoplasma resistente a bacteriosis y alto contenido de almidón para evaluar en terrenos de la empresa y posteriormente ser distribuido entre los agricultores del Oriente Venezolano.

Mandioca considera un gran acierto el pertenecer a CLAYUCA, ya que además de integrar a los yuqueros latinoamericanos, busca soluciones a las limitantes de la industrialización de la yuca y la expansión del cultivo.

Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Ciencia y Tecnología

Acciones actuales

Mejoramiento Genético

- Características morfológicas y por marcadores bioquímicos del Banco de Germoplasma
- Evaluación de clones de yuca promisorios

Mejoramiento Agronómico

- Control de malezas
- Respuesta a diferentes dosis de calcio, magnesio, y azufre suelos del Estado Anzoátegui

Manejo integrado de Plagas

- Incidencia y efecto económico de las enfermedades; reconocimiento y manejo de plagas

Material de Propagación

- Producción y calidad de estacas – semillas almacenadas por diferentes períodos de tiempo
- Multiplicación artesanal de estacas – semilla en organizaciones campesinas

La investigación se realiza en seis (6) unidades ejecutoras. Se cuenta con diez (10) profesionales y la posibilidad de ingreso de dos (2) más en el año 2001.

Centro de Raíces, Tubérculos y otras Plantas Agámicas (Certuplat), de la Universidad Central de Venezuela

La programación para el periodo 2000 – 2001 trata de complementar la acción del Ministerio de la Producción y el Comercio hacia el desarrollo de la yuca para alimentación animal. Se dictarán cursos de capacitación para ingenieros agrónomos, médicos veterinarios y agricultores.

Objetivos

- Promover la organización de grupos de trabajo interesados en la utilización de las raíces de yuca para alimentación animal, mediante la participación en cursos de secado natural de las raíces de yuca.
- También se promoverá la incorporación de estudiantes de las Facultades de Agronomía del país, en la realización de trabajos de investigación con el fin de buscar solución a problemas agronómicos, fitosanitarios, de utilización agroindustrial de raíces y económicos.
- Promover la incorporación a CLAYUCA de las gobernaciones y alcaldías de zonas productoras de Venezuela, en los estados del Zulia, Trujillo, Barinas, Portuguesa y Cojedes.

Asistí como delegado de Venezuela al Congreso sobre la Estrategia Mundial para el Desarrollo de la Yuca organizado por FAO, Roma, conjuntamente con Bernardo Ospina y Diego Miguel Sierra.

De allí nació una oferta para generar un proyecto regional (latinoamericano) que permita vincular a todos los socios de CLAYUCA. Para la consideración de este Congreso de CLAYUCA, Venezuela propone que el proyecto sea llamado:

Uso integral de la planta de yuca en la alimentación humana y animal

El Ministerio de Producción y Comercio, quiere dejar constancia de su agradecimiento por la acción de CLAYUCA a través de Diego Miguel Sierra, Bernardo Ospina, José Mantilla, Rafael Laberry, Alberto Cudemus, Antonio Berardi y Domingo Francisco, en la validación de este cultivo.

Algo semejante debía realizarse con. frijol (*Vicia spp.*), quinchoncho (*Cajanus cajan*), chocho (*Lupinus spp.*) y también con otras tuberosas como batata (*Ipomoea batatas*), ocumo (*Xanthosoma sagitifolium*) y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), plantas tropicales adaptadas a nuestro ecosistema tropical. Se espera en tres quinquenios, llegar a alimentar a la población venezolana con 3.000 calorías de energía y 80 gramos de proteína diaria. Muchas Gracias”.



Seguidamente se realizó una sobria ceremonia en la que CIAT y CLAYUCA, en nombre de todos los yuqueros de América Latina y el Caribe, entregaron a Álvaro Montaldo un diploma de homenaje por los 40 años de investigación en yuca.

Montaldo agradeció y dijo que lo recibía como el primero entre sus iguales, sus compañeros de trabajo, algunos ya en descanso eterno, como Rubén Guillén, Sérbulo Azuaje, otros jubilados como José Barrios, José Francisco Luciani, Juan Castillo y otros activos como José Mantilla, J.J. Montilla y Dinalba Perdomo.

Sección II. Incluyó las presentaciones de cada país.

ECUADOR

Flor María Cárdenas y Gustavo Enríquez, INIAP

En Ecuador se trabaja con pequeños y medianos productores que son agricultores organizados, no independientes. Existe mucho interés por introducir materiales genéticos de alta calidad que puedan tener impacto sobre el productor. Existe interés de estudiar cuidadosamente las cadenas agroalimentarias (cliente) y agroindustriales (consumidor + preocupaciones ambientales) con Costa Rica.

Se desea apoyar la transformación primaria y secundaria de los productos de alimentación humana y animal, y sus subproductos. Los aspectos de mercadeo son la parte más crítica para la comercialización. Hay mucho interés en el último escalón de la cadena (el

consumidor). Se está trabajando en laboratorios. La yuca se da en el Ecuador desde el nivel del mar hasta los 2.400 metros.

En cuanto a los aspectos técnicos, se está trabajando en la introducción y la evaluación de clones élite de CIAT y de materiales locales que se perdieron por el devastador efecto del fenómeno del Niño. Se tiene una colección de 30 materiales in vitro que se están experimentando en la Estación Experimental de Porto Viejo. Se han hecho dos introducciones de semillas sexuales desde CIAT. Se busca evaluar los resultados con participación de los productores.

Con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA, se está trabajando en un diagnóstico de la situación real del país para abrir nuevos mercados y fortalecer los procesos en pre y poscosecha. Se está sistematizando la información tecnológica que existe sobre el cultivo de la yuca en el Ecuador. Con la creación de CLAYUCA se percibe una facilitación en el diálogo con los actores del Consorcio. Antes era más difícil. Todo se debe lograr a través de alianzas entre todos los actores de la cadena para romper paradigmas y abrir los nuevos mercados.

Los pasos a seguir son:

- Continuar fortaleciendo la investigación y el desarrollo con enfoques participativos.
- Reactivar y realizar alianzas para fortalecer el trabajo de yuca en el Ecuador lo cual será más fácil con el Consorcio.
- Iniciar relaciones con la cadena agroalimentaria y agroproductiva.
- Realizar la Primera Feria Nacional de la Yuca.
- Socializar e internalizar los procesos de desarrollo de yuca que se estén dando en el Consorcio y adaptarlos al entorno.
- Tomar acciones inmediatas con lo planteado en el Comité Técnico.

CUBA

Sergio Rodríguez y Mariluz Folgueiras, INIVIT

La yuca ha ganado espacios a través de los clones nuevos y la tecnología.

Nuevas introducciones:

- Paquete tecnológico (con caballones), sistema colombiano para cultivar yuca.
- Cultura al productor (+ de autoconsumo)
- Capacitación
- Producción de semilla

Programa de manejo tecnológico

- Programa de mejoramiento genético. Era tradicional, no había concepto económico cada dos o tres años se liberan materiales con la participación de los productores.

- Producción de semillas – se han establecido sistemas convencionales actualizados. Los productores se autoabastecen de semilla.
- Manejo Integrado de Plagas. Ya no se usan químicos, no se usan pesticidas. Hay un nuevo genotipo.

Es necesario que la yuca sea competitiva desde el punto de vista de los costos, que sea una fuente de empleo y un cultivo seguro. La conclusión es que es necesario desarrollar el cultivo para hacerlo competitivo.

Mejoramiento Genético

Darle más opciones al productor, mejorar sus alternativas.

Técnicas biotecnológicas

- Micro propagación y saneamiento
- Micro propagación por embriogénesis somática
- Micro propagación en sistema de inmersión temporal (SIT)

Experiencia Cubana – Procesos de Implantación

- Trabajar con productores
- Evaluar los resultados de la investigación
- Desarrollo cultura agronómica
- Estimular cambio de actividades
- Fomentar el intercambio tecnológico horizontal entre productores

Avances más Significativos

Propagación de semilla

Estructura para producir yuca los 12 meses del año

Empleo generalizado de MIP

Empleo de semilla de óptima calidad

Grupos para evaluar y apoyar en género

Si no fuera por la mujer no habría tantos productos a partir de yuca. 70% de sustitución de harina de trigo por harina de yuca. Hay gran participación de la mujer en culinaria.

COLOMBIA

Erwin Silva, PROTÓN Ltda.

Los trabajos con el desarrollo de una tecnología de procesamiento de harina de yuca han continuado con resultados satisfactorios.

Se han realizado diversas actividades de demostración y capacitación en las instalaciones de la planta piloto.

Se han realizado actividades de asesoría técnica con socios de varias regiones de Colombia.

El apoyo financiero del MADR ha sido fundamental para implementar las diversas actividades.



Figura 2.2. La presentación de Colombia se complementó con una demostración práctica de las diversas tecnologías, en los campos experimentales del CIAT y en la planta piloto.

Para finalizar la sección II se realizó la ceremonia de afiliación de Bolivia y Paraguay como nuevos países socios de CLAYUCA.

Sección III. Moderador: Diego Miguel Sierra

En esta sección se discutieron los planes de trabajo. Por parte de Paraguay intervino Peter Matías Gibert quien manifestó su preocupación por el poco desarrollo industrial del cultivo de la yuca en su país. Solamente el 5% de la producción es industrializada. Considera que hay mucho desconocimiento y falta de información sobre opciones, nuevos productos, nuevos mercados. Es necesario generar la información. Hay interés de trabajar con CLAYUCA permanentemente. La aceptación inicial de ingresar a CLAYUCA se consiguió con el Ministerio de Agricultura y Ganadería. El apoyo con el sector privado en Paraguay es más difícil de conseguir.

En relación con el pago de las cuotas de afiliación y el atraso que han tenido algunos países para cumplir los pagos, se dieron las siguientes opiniones:

PARAGUAY: Se podría pensar en un esquema en el que al principio se presenten menos exigencias para entrar al Consorcio para que todos tengan la oportunidad de ser socios y después aumentar dichas exigencias. En Paraguay hay mucha inestabilidad política y no

se sabe que va a pasar; por ahora se puede pagar una parte de la cuota y dentro de un año chequear esto. No considera necesario modificar el estatuto.

VENEZUELA: Propone establecer una cuota mínima para las empresas y también para los países.

ECUADOR: Qué va a pasar con Ecuador. Si PRONACA se retira, el INIAP no puede pagar toda la cuota, qué hacer entonces. Se puede tratar de financiar por otro medio, por ejemplo proyectos. Es necesario relanzar el Consorcio dentro del país. No se está de acuerdo con modificar el estatuto, debe dejarse en su forma actual y analizar cada caso en particular para seguir adelante.

BRASIL: En Brasil no se utiliza la harina de yuca para alimentación animal. Se puede pensar en valorar el afrecho que se genera en la extracción de almidón para agregarle valor al cultivo. Hay necesidad de cuantificar el aporte de Brasil, la cuota. En Brasil se ha tenido poca fortuna con el sector público, pero con la iniciativa del sector privado se podría tratar de incentivar e interesar al sector público. El sector presente en la Reunión es el de productores de almidón, ABAM, y ellos son sólo una parte del sector yuquero del Brasil, por lo que no pueden asumir un compromiso de pagar la cuota en nombre de todo el país.

BOLIVIA: Es necesario incentivar e interesar el sector privado de Bolivia, especialmente en Santa Cruz, en el cultivo de la yuca. Ellos pueden construir plantas de procesamiento con recursos propios.

COLOMBIA: Existen varias iniciativas en el país para construir plantas de procesamiento de yuca, denominados Trapiches Yuqueros, unidades de 3 ton por hora de yuca fresca, con capacidad de producir cerca de 10.000 ton de harina por año.

Otros temas discutidos

Vicepresidente

Bernardo Ospina propone que haya un Vicepresidente, que pueda reemplazar al Presidente en el caso de reuniones o actividades en las que el Presidente no pueda participar. Esta propuesta fue debatida y se aprobó por unanimidad. Como Vicepresidente fue nombrado el Ing. Gustavo Enríquez del INIAP-Ecuador, quien aceptó el nombramiento. Se acordó que este nombramiento sería por un período de un año, con posibilidad de ser reelegido.

Uso del dinero de la cuota

Bernardo Ospina: No es bueno, saludable ni conveniente que cuando un país aporta la cuota estos dineros permanezcan en CLAYUCA sin tener un uso. Se propone que una

parte de ellos se destine directamente al país para fomentar las actividades y estimular más empresas y entidades a volverse socias. Se propone que en los estatutos se incluya una reforma diciendo que en cada país deberá gastarse al menos un 40% del valor de la cuota.

Después de varias intervenciones y opiniones de los participantes se aprobó la siguiente cláusula para incluirla en los estatutos:

Los dineros que aporta un país como cuota anual se distribuirá así:

10% para fondo de reserva

El 90% restante se deberá invertir así:

40% en actividades en el país aportante, coordinadas por las entidades socias y

50% en actividades coordinadas por CLAYUCA-CIAT

Presidente del Comité Ejecutivo y Director Ejecutivo

Se ratificó a Diego Miguel Sierra como Presidente del Comité Ejecutivo

Se ratificó a Bernardo Ospina Patiño como Director Ejecutivo

Clausura de la Reunión, 22 de agosto, 5:00 de la tarde.

3. III REUNIÓN ANUAL

Comité Ejecutivo y Comité Técnico Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA

CIAT, abril 25 y 26 de 2002

3.1. Objetivos



Figura 3.1. Participantes de la Tercera Reunión Anual de CLAYUCA.

La III Reunión Anual de los Comités Ejecutivo y Técnico del Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA, tuvo el propósito de evaluar las actividades de investigación y Desarrollo durante el período comprendido entre el año 2001 y el año 2002.

D
e

igual forma, se presentó a consideración para ser aprobado el plan de trabajo y las actividades a desarrollar durante el siguiente año. La III Reunión Anual se convirtió en el escenario propicio para dar la bienvenida al Perú como socio de CLAYUCA, vinculación que se hizo efectiva mediante la firma del Acta de Aceptación.

A continuación se presenta una reseña de la III Reunión Anual que llevó a cabo los días 25 y 26 de abril de 2002 en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, también sede de CLAYUCA.

3.2. Programa

Jueves, 25 de abril

- | | |
|---------------|--|
| 08:00 – 08:30 | Bienvenida a cargo del Dr. Anthony Bellotti, líder del Proyecto Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades |
| 08:30 – 09:10 | Introducción a la reunión y discusión de agenda. Bernardo Ospina, Director Ejecutivo de CLAYUCA |
| 09:10 – 09:50 | La estrategia de las Cadenas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en Colombia. Luis Eduardo Quintero, Director del Programa de Cadenas Productivas |

09:50 – 10:50	Presentaciones por países <i>Venezuela</i> “La Experiencia de Venezuela”. Catalina Ramos, Ministerio de Ciencia y Tecnología; Armando Gerstl, Agropecuaria MANDIOCA; Tania Rodríguez, INIA <i>Ecuador</i> “Fortalecimiento de los procesos de yuca en el Ecuador”. Flor María Cárdenas, INIAP; Fernando Samaniego, Grupo Clase
10:50 – 11:10	Descanso
11:10 – 11:40	<i>Bolivia</i> “Programa Nacional de Desarrollo Alternativo”. Armando Ferrufino, Proyecto IBTA / Chapare CONCADE
11:40 – 12:15	<i>Colombia</i> “Mecanización: cosechadora de forraje” Erwin Silva, Industrias Protón Ltda.
12:15 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 14:00	Producción / Utilización de yuca: “Forraje de Yuca”, Luis Fernando Cadavid L., CLAYUCA “Fertilización”, Luis Fernando Cadavid L., CLAYUCA
14:00 – 14:15	“Alimentación animal”, Jorge Luis Gil, CLAYUCA
14:15 – 15:00	Procesamiento de yuca: “Almidón vía Seca”, Sandra M. Barona y Luis E. Isaza, CLAYUCA “Pegantes”, Ana Milena Bonilla, CLAYUCA “Dextrinas”, Johanna Aristizábal, CLAYUCA Ceremonia de afiliación de Perú como socio de CLAYUCA
15:00 – 15:45	<i>Conferencistas invitados:</i> “Tecnología de parafinado de yuca”, María Isabel Barragán, SENA – Armenia “Tecnología de procesamiento de harina de yuca”, Arturo Watemberg, Inversiones Armare Ltda. “Tecnología de procesamiento de harina de yuca”, Jair Ortiz, EMC S.A.

15:45 – 16:20	Descanso
16:20 – 17:00	Nuevos proyectos. Bernardo Ospina, CLAYUCA
17:00 – 18:00	Planes de trabajo
18:00	Cena de confraternización – Casa CIAT

Viernes, 26 de abril

07:30 – 08:15	“Estrategia de Mejoramiento de Yuca del CIAT”, Hernán Ceballos, líder del Proyecto Mejoramiento de Yuca del CIAT
08:15 – 09:00	Informe financiero, Bernardo Ospina y Amalia Jaramillo, CLAYUCA
09:00 – 09:15	Informe: Propuesta de Proyecto a Fondo Común de Productos Básicos CFC – Holanda. Bernardo Ospina, CLAYUCA
09:15 – 10:30	Discusión de los planes de trabajo para el período 2002 – 2003
10:30 – 11:00	Descanso
11:00 – 11:30	Discusión de los planes de trabajo para el período 2002 – 2003 (Continuación)
11:30 – 12:30	Visita de campo
12:30 – 14:00	Almuerzo
14:00 – 14:30	Discusión de los estatutos
14:30 – 15:00	Comité Ejecutivo Discusión sobre Presidente
15:00 – 15:30	Descanso
15:30 – 16:00	Asuntos finales Cierre de la Reunión

3.3. Listado de Asistentes

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, MADR

Luis Eduardo Quintero, Director del Programa de Cadenas Productivas
Humberto Guzmán, Coordinador de la Cadena Avícola – Porcícola

Colombia

Carlos Alonso Restrepo, Planta Malambo de Industrias del Maíz S.A.
Arturo Watemberg, Inversiones Armare Ltda..
Erwin Silva, Industrias Protón Ltda.
Hugo Aldana, Jefe de Prensa de la Federación Nacional de Avicultores, FENAVI
María Isabel Barragán, Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA – Armenia
Luis Javier Rodríguez, Secretaría de Agricultura del departamento del Cesar

Venezuela

Catalina Ramos, Proyecto Prospectiva de Yuca del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela
Armando Gerstl, Agropecuaria Mandioca
Tania Rodríguez, Instituto Nacional de Investigaciones, INIA

Ecuador

Flor María Cárdenas, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP
Fernando Samaniego, Grupo Clase

Bolivia

Armando Ferrufino, Programa de Desarrollo Alternativo del Proyecto IBTA/Chapare CONCADE

Perú

Ángel Salazar, Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA

República Dominicana

María Cuevas, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

Centro Internacional de Agricultura Tropical

Anthony Bellotti, Proyecto de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades
Elizabeth Álvarez, Patología de Yuca
James Cock, Manejo Frutales

Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo, CIRAD

Guy Henry

3.4. Desarrollo de la Reunión

Palabras de Apertura: Anthony Bellotti, líder del Proyecto de Manejo de Plagas y Enfermedades del CIAT

Bienvenidos al CIAT y a esta III Reunión del Comité Ejecutivo y del Comité Técnico de CLAYUCA. En representación de este Centro, puedo decir que esta Reunión se constituye en una de las más significativas oportunidades para nosotros, quienes llevamos muchos años de investigación en el cultivo de la yuca.

Es un gran placer ver la participación nacional e internacional de los sectores público y privado en esta Reunión, pues evidencia el interés de *Latinoamérica* y el Caribe en este cultivo. El respaldo de los diferentes gobiernos de los países socios, la respuesta y el interés del sector privado son de vital importancia para quienes estamos trabajando en la investigación del cultivo de la yuca, pues son ustedes quienes nos indican qué tipo de investigación debemos realizar o cuál es la necesaria para incluir en nuestros programas de trabajo.

En los últimos años el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, MADR ha invertido alrededor de 5.000 millones de pesos para llevar a cabo nuestras investigaciones en el CIAT y más de 1.000 millones de pesos en CLAYUCA, respaldo que ha sido fundamental para avanzar en la agenda de trabajo. Esperamos seguir contando en el futuro con este apoyo.

Por último, en aras de que el CIAT aumente su participación y su compromiso con el Consorcio les reiteramos la invitación a enriquecer nuestro papel con sus ideas y con su información, que nos digan cuáles son los problemas que tienen con el cultivo de la yuca, dónde debemos hacer los avances y cómo podemos dar más y mejor dirección a la investigación.

Les reitero nuestra bienvenida a Colombia y al CIAT, gracias por su presencia y en cualquier cosa que podamos colaborar, estamos para servirles.

Palabras de Guy Henry del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo, CIRAD

Cuando se fundó CLAYUCA, hace tres años, tuvimos un gran interés en apoyar este Consorcio de manera técnica, institucional y organizacional. Sin embargo, desde entonces la estrategia del CIRAD sufrió un cambio de enfoque. Con este nuevo enfoque, y como embajador de la causa y del mensaje del CIRAD, creo que nuestro papel es crear nuevas y mejores oportunidades para CLAYUCA, poniendo a su disposición la plataforma con la que contamos y fortaleciendo su trabajo en el campo técnico, en la investigación poscosecha, en la caracterización de nuevos productos y en el análisis del mercado mundial de la yuca, entre otras actividades investigativas.

Para esto quisiéramos estrechar lazos más cercanos enviando investigadores para formar parte del equipo, así como lo hicimos durante muchos años en el proyecto de yuca del CIAT. Tenemos mucho interés en seguir buscando e identificando oportunidades de formalizar este enlace institucional, y tener otra vez un investigador de CIRAD para seguir apoyando de cerca al cultivo de la yuca, principalmente en el área de poscosecha.

Como parte del Comité Ejecutivo esperamos aportar algo en las discusiones estratégicas del futuro de CLAYUCA y cualquier inquietud o demanda que ustedes nos hagan llegar será bienvenida. Gracias.

Palabras introductorias al discurso del MADR

Director Ejecutivo del Consorcio, Bernardo Ospina

Tres años atrás cuando CLAYUCA comenzó sus trabajos en Colombia, nos encontramos con un planteamiento del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que nos resultó muy favorable. El Ministro de turno, Rodrigo Villalba, estaba implementando una estrategia, un planteamiento para que en Colombia, en lugar de continuar dependiendo de materias primas importadas, le apostáramos a una política de reactivación agrícola, en el sentido de aprovechar las materias primas en las que podríamos ser competitivos, desarrollarlas y, de paso, darle un toque tecnológico al sector agrícola. Para nosotros como CLAYUCA esta estrategia es de especial importancia y por eso queremos compartir este planteamiento con los países colegas. Como ya he manifestado, en los últimos tres años hemos encontrado en el Ministerio un apoyo muy importante para el desarrollo de este cultivo, de ahí la invitación al Dr. Luis Eduardo Quintero, como líder de ese planteamiento y de ese sector dentro del Ministerio, para que comparta con nosotros su pensamiento.

La estrategia de las Cadenas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en Colombia

Luis Eduardo Quintero, Director del Programa de Cadenas Productivas

Quiero hacer una atención muy breve y concisa a que la estrategia que ha manejado el gobierno con relación a este sector se centra en la consolidación de las cadenas productivas. Esta estrategia fue construida en Colombia con una misión de mediano y largo plazo, con el objeto de reaccionar ante el comportamiento del sector agropecuario, después de que Colombia se vinculó en el tema de la globalización.

Sólo quisiera decirles, a manera de resumen, que para el sector agropecuario colombiano fue muy difícil la inserción en un mercado globalizado. Colombia ha sido tradicionalmente, y creo que por mucho tiempo lo seguirá siendo, un país que depende

fundamentalmente del comportamiento del sector agropecuario para su desempeño rural. Nuestras exportaciones son de bienes primarios. Hoy la oferta está diversificada respecto de que la minería, el petróleo y el carbón están participando de una manera muy amplia, pero el resto de las exportaciones continúan siendo agropecuarias. Esto quiere decir que Colombia necesita un sector agropecuario fuerte, que genere las divisas necesarias para exportar los bienes fundamentales para el comercio internacional, de lo contrario la economía tenderá a desbaratarse.

Por otra parte, las evaluaciones que correlacionan la disponibilidad de recursos naturales con la producción agropecuaria del país muestran que Colombia, en la última década, tiene una tendencia en que nuestra producción agropecuaria está por debajo de los estándares mundiales para países con una dotación de recursos naturales de óptima utilización, y Colombia es un país que posee una de las áreas de suelo agrícola explotada de eficiente calidad, con un régimen de lluvias adecuado y una muy alta disponibilidad de agua. Con estos criterios se evalúa la producción agropecuaria colombiana y, se advierte que está por debajo de los estándares internacionales que corresponderían a esa situación, entonces ustedes se imaginarán que para Colombia, que perdió 800 mil hectáreas de cultivo a partir de 1991 cuando llegó la globalización, no sólo ha generado la pérdida de la utilización de los suelos de manera eficiente sino que ha generado desempleo, incumplimiento, la caída del peso que significó la caída de la rentabilidad y, finalmente, un ambiente que ha sido muy propicio para dos cosas: una, la modificación de varios sectores de la población hacia el cultivo ilícito y dos, la generación de un ambiente social donde la reconciliación de la población colombiana en *negociación del conflicto armado* se hace casi definitivo. Por estas razones, el gobierno de Colombia pensó implementar estrategias que apuntaran a reactivar el sector agropecuario.

En este sentido hemos conseguido ayudas muy importantes a nivel internacional, de manera muy especial con el gobierno de Francia, hemos colaborado con el diseño de una estrategia que *busca consolidar la producción en torno a las organizaciones de cadenas productivas*. Parte de los lineamientos de las cadenas productivas persisten en este aspecto y cada vez van a ser mucho más complejas, mucho más dependientes, de tal manera que la tendencia es franca hacia que los procesos de producción de bienes y servicios cada día se verán en los resultados, en el esfuerzo de muchos más agentes involucrados y organizados en torno a la cadena productiva, eso sencillamente porque hay una clara *división del trabajo y hay una especialización en las diferentes áreas*.

La estrategia reconoce que al interior de las cadenas productivas se generan conflictos que están relacionados fundamentalmente con el interés de cada uno de los agentes económicos asociados con la mayor calidad posible dentro de las probabilidades. Finalmente, lo que uno encuentra es que ese es el motor de la productividad, lo que la mueve, lo que conduce a los empresarios a innovar, a adecuarse, a buscar cada día soluciones para sus problemas y el mejoramiento de su eficiencia, que los lleva a la necesidad de apropiarse de una mayor porción del valor generado por toda la cadena; eso en el corto plazo genera grandes conflictos que desarticulan las cadenas y generan unos costos elevados, pero cuando uno se reúne con las cadenas productivas es normal que

todos coincidan en que en el mediano o largo plazo se va a garantizar la supervivencia de la cadena productiva.

También surge la estrategia de reconocer que en una economía de mercado las intervenciones del Estado son totalmente nefastas. Colombia mantuvo la producción agropecuaria controlada, en el sentido del uso que se le dio al crédito y a los precios, de tal manera que cuando el país temía que algún sector de la economía repuntara, sencillamente ordenaba a los bancos públicos entregar crédito con condiciones de garantías preferenciales y, adicionalmente, le ponía intereses oficiales a un precio para que el gobierno mismo lo garantizara a través de las compras y ventas, o bien para beneficiar a los compradores de materias primas del producto final para comprarlo a ese precio. Dentro de esa estrategia del modelo anterior, cada vez se facilitaron mucho más las cosas. Colombia llegó a mantener un muy amplio arancel del bloque total de productos, bajo el sistema de administración de comercio como las licencias y requisitos previos para la exportación de bienes y manejo de cupos de importación.

En una economía de mercado mucho más profunda, en la medida en que globalizamos los mercados, es fundamental que los gobiernos no intervengan en la promoción de precios, excepto para facilitar, para darles libertad. En el caso colombiano, cuando se comenzó a investigar la problemática de la producción agropecuaria se encontró que frente a países con los que debemos competir, Colombia es un país que posee costos de exportación muy altos que se originaron por una relación de muy baja credibilidad entre los agentes económicos, desconfianza que generó toda esta serie de trabas, de trámites y costos innecesarios. Uno de los propósitos de este trabajo es lograr remover toda esta cantidad de valores que afectan el producto.

La estrategia también reconoce que el conocimiento que hay sobre una actividad económica por parte de un empresario es parcial; es decir, los agricultores razonablemente o no, ejercen su actividad agrícola, los banqueros razonablemente o no, ejercen su actividad financiera, los proveedores de químicos razonablemente o no, ejercen su actividad, los comerciantes razonablemente o no, ejercen su comercio, y los agroindustriales por supuesto tienen un manejo razonable de su actividad.

Pero, hoy por hoy, es necesario reconocer que la competitividad no depende exclusivamente de la capacidad de puertas hacia dentro de los sectores. Es decir, lo que se observó en la tendencia mundial de conceptualización en la post-segunda guerra mundial fue lo importante que era tener empresas, lo que llegó a generar metodologías de mejoramiento al interior de las empresas que concibieron al hombre como un *piñón*, un engranaje dentro del aparato productivo que debía acomodarse a este. Finalmente, cambió de una manera muy esperada, al punto que hoy en nuestra economía de mercados cada uno de los humanos desempeña un rol determinado: es productor o es consumidor, es comercializador o es un agente de bienes y servicios, y el valor del hombre mismo depende del rol que desempeña desde el funcionamiento de los mercados.

Pasamos de la concepción industrial del hombre a una cuestión más general que dice que el hombre puede desempeñar un papel fundamental. La gran discusión que se presenta a nivel conceptual es sobre si el hombre realmente es o no es un simple agente del mercado. Debemos entender que el papel fundamental para lograr la competitividad trasciende las empresas y para ello es necesario volcarse hacia mejorar el entorno.

La estrategia se fundamenta en el reconocimiento de que estamos en una economía de mercado y el proceso no es reversible en el corto plazo, que seguirán los debates y las tendencias políticas internacionales y, por ahora, la lucha de la social democracia frente al neoliberalismo escueto. Pero durante un período largo vamos a estar en un escenario en el que antes que reemplazar una economía de mercado, lo que va a hacer es profundizarse; cada vez más habrá tendencias para que los países que distorsionen el mercado con subsidios a la producción o que restrinjan el comercio, remuevan todas esas prácticas y enfatizan en un mercado cada vez más abierto, transparente y libre. En estas condiciones, lo que es claro es que la producción agropecuaria va a ser factible en la medida en que sea competitiva y la competitividad, en la mayoría de los casos, va a depender de producir una mayor calidad al menor costo, o también podemos buscar la diferenciación de un producto dentro del mercado para que las reglas del juego favorezcan a los productores.

La regla de oro es que la competitividad de la cadena de yuca depende de las posibilidades del eslabón más débil de la cadena, lo que significa que un buen gerente o presidente de la empresa es aquel que está propendiendo, que está gestionando cambios en el sector de manera permanente y generando ganancias para la cadena productiva.

Nosotros hemos hecho una definición de lo que es la cadena productiva: es el conjunto de actores de una actividad productiva, que interactúan para hacer posible la producción, la transformación y la comercialización de bienes.

El objetivo y la estrategia. En primer lugar, busca orientar la sociedad. Lo que hace la estrategia es reconocer que la competitividad es la compresión de la acumulación de varias clases afectadas; por ejemplo, el gas natural, una de las mayores riquezas del país, pues tenemos condiciones físicas naturales propicias para su producción, requiere un capital físico, inversión, capacidad productiva, equipos, etc., que hoy por hoy se constituye en un grave problema, en la medida en que la globalización no se está haciendo solamente con el comercio de bienes, sino con el comercio de factor; es decir, que hoy no es difícil conseguir que una multinacional o empresa extranjera venga a invertir en nuestro país.

La formación de capital humano. Es cierto que en un momento dado uno puede ser condescendiente, pero si no tiene una gran acumulación de capital humano, la parte de estar de manera permanente innovando, ajustando y mejorando la competitividad, y como el proceso es totalmente dinámico, limitaría que esa competitividad fuera totalmente completa, aún con una gran acumulación de capital humano, si no hay inversión de capital social tampoco sería completa. Ese capital social lo entendemos como un muy alto grado de confianza en el comportamiento económico de las cadenas, confianza para

analizar, debatir sus condiciones actuales, confianza para tener unas reglas de juego claras, para respetarlas, para compartirlas y hacerlas cumplir. Entonces la estrategia busca recomponer la sociedad dentro de un proceso donde se recuperen los principios como la confianza y la solidaridad.

La estrategia también contempla los últimos requisitos sobre exportación, esa reducción de costos se va a lograr solamente si podemos ganar la formación de capital social, si nosotros logramos construir confianza dentro de los agentes económicos, entonces podemos pedirles que todo ese armamento de defensa con que se dotaron vaya siendo desmontado y así construir una relación mucho más fluida, de menos costos de transacción y mucho más eficiente.

Al propiciar alianzas estratégicas se busca cambiar culturalmente, de tal manera que no veamos a las personas que hacen las mismas actividades que nosotros hacemos, que no veamos como enemigo a la empresa que tiene que relacionarse con nosotros para hacer posible nuestra actividad económica. En el mundo globalizado estamos jugando en las grandes ligas, lo que significa que hay que reconocer la necesidad de ganar poder de manera permanente, capacidad de negociación en el mercado, que se logra en muy buena medida mediante alianzas estratégicas o acuerdos de tipo productivo, comercial o de servicios. Además de eso, estamos creando una nueva institucionalidad en la que el sector privado asuma con toda la responsabilidad la actividad agropecuaria; es decir, que sea una actividad económica como cualquiera otra, que cuando alguien decida invertir en actividades agropecuarias lo haga de manera consciente, con la previa evaluación de los riesgos y posibilidades y asuma las consecuencias de esa decisión e inversión.

Finalmente, la estrategia reconoce que es el sector privado el que tiene que generar las condiciones futuras de su desempeño, no es el gobierno el que crea o no competitividad. Para que esa iniciativa privada se pueda manifestar de una manera eficiente sí debe estar acompañado de un sector público que facilite esa actividad, que remueva obstáculos, que quite licencias, permisos, trabas, que dote la economía de instrumentos fundamentales como líneas de crédito adecuadas, seguros, garantías, dado que el gobierno y el Estado tienen la obligación de velar porque el desempeño de la economía y de la sociedad se dé con principios de equidad; es decir, que los sectores débiles de la población puedan integrarse adecuadamente a la economía del mercado.

Hemos venido trabajando la estrategia a través de la generación de una nueva institucionalidad. Dentro de ésta, cada cadena productiva se viene trabajando con consejos nacionales, órganos en donde se reúne el sector público y privado de las cadenas para discutir sus problemas y diseñar la estrategia de mejoramiento del problema, a construir el futuro de la cadena. Además, cada consejo determina cuáles son las regiones del país en donde es mucho más factible la producción competitiva de determinado bien y prioriza, en ese sentido, las áreas geográficas en donde deben establecerse consejos regionales de las cadenas, con el fin de desarrollar toda esa parte de alianzas estratégicas, de reactivación de la inversión y del mejoramiento de la eficiencia.

Otro elemento que hemos venido manejando son los acuerdos sectoriales de competitividad, pues una de las grandes debilidades del sector agropecuario del país es la falta de información para tomar una decisión. Estos acuerdos sectoriales en un momento dado son como un documento que se está ajustando regularmente a los cambios de las condiciones en el mercado. De lo que se trata es de hacer un ejercicio colectivo, en el que la cadena, en conjunto con el gobierno, haga un diagnóstico estratégico de la cadena misma; es decir, evalúe su competitividad en los mercados internos y en el mercado internacional, haga una matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas). A partir de este diagnóstico estratégico, la cadena concluye en una visión de futuro, lo que para nosotros ha sido culturalmente innovador y, finalmente, toda la estrategia, todas las actividades, los compromisos del sector privado y del sector público llegan a la situación ideal concebida para el futuro con las expectativas de la cadena productiva.

El proceso arranca con una declaración de voluntades, una manifestación del interés de trabajar en torno a la cadena productiva, luego hace el diagnóstico estratégico de la cadena, después se crea la visión de futuro, se hace todo el estudio de la estrategia, de todos los compromisos, se firman los acuerdos sectoriales y de competitividad y luego hay un proceso permanente de ejecución, evaluación y seguimiento de los compromisos, y de los resultados que está teniendo la cadena.

¿Qué es lo que nosotros buscamos con esos consejos que son los ejecutores de los acuerdos nacionales y regionales? En primer lugar, buscamos que sea un escenario único de concertación, esto significa que la institucionalidad que estamos creando reconoce la necesidad de crear espacios en donde pueda manifestarse el interés de los diferentes agentes económicos y del gobierno de una manera clara, transparente y abierta. En Colombia, y creo que en los países vecinos, habitualmente ocurre que los gobiernos actúan en respuesta a demandas concretas de algún sector de la cadena productiva o de algún empresario, y entre más cercano sea éste al Presidente, a los Ministros o al Congreso, las decisiones van a ser mucho más rápidas y mucho más centradas a cumplir los intereses de su sector. Lo que se quiere es crear escenarios abiertos, de tal manera que, de una parte se cree la posibilidad para que el sector privado manifieste sus problemas y discuta las posibles soluciones, y de otra parte, los gobiernos reciban instrucciones precisas de las cadenas productivas sobre lo que la cadena considera conveniente para su desempeño en materia de toma de decisiones, de política, de inversión pública, de negociaciones internacionales y, en general, de todas las actividades del gobierno que afecten las cadenas.

Los consejos tienen una secretaría técnica que a la vez lleva las memorias de reuniones, archivos, y trata de dinamizar la cadena convocando, organizando juntas, facilitando información y, eventualmente, adelantando pequeños estudios de interés para la cadena. Los consejos establecen los grupos temáticos que consideran como los más convenientes.

Por lo general, todas las cadenas consideran que el tema de financiamiento es estratégico, entonces crean un grupo de discusión sobre diversos temas, como el comercio interno

para mejorar o llegar a acuerdos para instruir al gobierno sobre cuáles serían los intereses de la cadena, sobre diferentes grupos temáticos que se llevan al consejo para su aceptación o negación. Cada consejo es libre de crear su propia reglamentación, la participación es voluntaria y se trata de incentivar la participación del sector privado por la vía del conocimiento de su propia actividad y por la vía de la capacidad que adquiere para la toma de decisiones.

Dentro de esa estrategia de Estado las cadenas productivas deben trascender gobiernos y deben ser permanentes. El gobierno de Colombia montó un programa que llamó Programa de Oferta Agropecuaria, PROAGRO que busca reactivar el sector agropecuario, entonces, si de reactivar este sector se trataba, lo que se debía hacer era buscar un mecanismo que permitiera dirigir las actividades del gobierno, preferencialmente hacia cadenas con capacidad de respuesta. Una vez hechos los diagnósticos estratégicos con el sector privado, una vez definido si habian actividades agropecuarias que tenían la posibilidad de crecer de una manera inmediata, bien para satisfacer la demanda interna incrementando el consumo nacional o bien para la exportación, el gobierno tomó la decisión con ese grupo de cadenas productivas: aportar una estrategia de apoyo mucho más dirigida; es decir, si hay 200 ó 300 cadenas productivas en el sector agropecuario colombiano, pues hay 8 ó 9 cadenas que son prioritarias. En este programa se tomaron como fundamento los mismos principios básicos del trabajo con cadenas productivas. La concertación pública y privada, base esencial para la toma de decisiones de todos los actores; la regionalización. Colombia no puede seguir siendo especialista en todo, para ser competitivos hay que buscar cuáles son las zonas del país que tienen mayores bondades en la producción de determinado bien y especializarse en ese bien. El gobierno aporta apoyo, más allá de la inversión y financiamiento, busca facilitar garantías a aquellos empresarios que quieren invertir los recursos por la vía del crédito, de tal manera que puedan concretar ese interés en el sector agropecuario; apoya de manera muy decidida la investigación necesaria para aumentar la calidad, en el sentido de que esa es parte fundamental del capital humano y apoya el futuro en materia de comercialización buscando alianzas estratégicas. Dentro de esos procesos de ganancia de capital social también se promueven acuerdos, discusiones libres sobre la mesa, de manera que se pueda formar un precio interno acorde con las condiciones del mercado internacional.

En el caso concreto de la yuca, el gobierno de Colombia le ha apostado duro a la producción de yuca, ¿por qué? Porque la gran debilidad de Colombia en materia de producción agropecuaria ha estado relacionada con la importación de cereales, algodón y sorgo. Cuando uno habla de sustituir importaciones es necesario medir lo que estamos importando: alrededor de 5 millones de toneladas anuales de bienes agropecuarios, de los cuales 2 millones de toneladas son maíz para la producción de alimentos balanceados, 1'100.000 toneladas de trigo, 800 mil toneladas de soya o sus derivados y el resto de productos agropecuarios en menores cantidades. De tal manera que la cadena avícola – porcícola empezó a hacer su diagnóstico estratégico y encontró que Colombia era un país absolutamente débil en la cadena en razón de la dependencia de las importaciones.

Un sector económico que, si bien es cierto, viene creciendo de manera sostenida a más del 7% anual, es extraordinario. La cadena entiende que ese proceso no es, de ninguna manera, sostenible y vivir dependiendo de la fluctuación de los precios internacionales, no garantiza su desarrollo. La cadena en conjunto asume la responsabilidad de empezar a producir materias primas competitivas para su mantenimiento, evalúa las posibilidades y dice “nosotros tenemos posibilidades de llegar a producir de manera competitiva, en primer lugar, el maíz amarillo; en segundo lugar, para producir yuca seca y sustituir maíz, sorgo y demás energéticos dentro de las dietas de alimentos balanceados; y en tercer lugar, sorgo”, y entonces dentro de los propósitos de la cadena se establece que habrá que incentivar esos cultivos.

La cadena avícola – porcícola piensa que puede sustituir los energéticos con yuca seca hasta una cantidad de unas 450 mil a 500 mil toneladas, estamos hablando del 20 ó 25% de los energéticos, entonces la cadena dice que le interesa aumentar la producción de yuca porque es una materia prima que, si se entrega con un control de calidad y un precio adecuado, puede sustituir la cuarta parte de las exportaciones. Esa es la razón que movió al gobierno nacional a apoyar al sector privado y a los trabajos en materia de investigación, transferencia de tecnología y todo lo concerniente a la yuca. Las reglas de juego son sencillas, la empresa dice “yo compro yuca seca al 70% del costo de la importación de maíz amarillo y compro hasta 450 ó 500 mil toneladas anuales en la medida que la yuca fresca va diversificando su consumo”.

¿Por qué la cadena estimó que la producción de yuca era factible? Porque a través del trabajo de investigación realizado en Colombia, el CIAT logró variedades que en las diferentes regiones tienen productividades mayores, lo que significa que estaríamos pasando de 8 y 12 toneladas por hectárea, que es el comportamiento de las variedades tradicionales, a por lo menos el doble y, además de eso, en algunos ensayos puntuales se han logrado producciones de más de 80 ton por hectárea. Cuando se sacan los costos de producción de la tonelada de raíz, se supera el problema de poscosecha de la adecuación de la raíz, entonces vemos que sí es factible producir esa yuca, que el mercado mundial así lo reconoce, que países como Tailandia se han especializado en la producción de yuca para alimentos balanceados, hay información importante con Europa que la fórmula de manera permanente, se han mandado muestras de la yuca colombiana a empresas europeas y se ha comprobado que es mejor que la yuca comprada en Tailandia; es decir, existen mercados nacionales e internacionales y, tecnológicamente están dadas las condiciones para producir la yuca. Entonces ¿qué es lo que hay que hacer?... Producir.

Teníamos cuellos de botella como el proceso de secamiento, proceso necesario para entregarle a los industriales harina de yuca en buenas condiciones, por eso el gobierno decidió apoyar todo el trabajo que hizo CLAYUCA con Industrias Protón, mirando opciones tecnológicas para tener un proceso técnicamente adecuado y eficiente en términos económicos. Creo que finalmente estamos superando los problemas y, hoy la producción de yuca para usos industriales es toda una realidad.

Para terminar, solamente una inquietud, por supuesto que hasta ahora el gran 'jalonador' del proceso de producción de yuca en Colombia ha sido la industria de los alimentos balanceados, entonces las actividades que se han adelantando han estado muy enfocadas a resolver los problemas de la cadena productiva para entregar materias primas adecuadas para el sector. En otras actividades de suprema importancia en Colombia, como la producción de yuca para el consumo fresco, para almidones, féculas, la verdad es que no hemos trabajado mucho, porque entendemos que no puede seguir siendo responsabilidad del gobierno empezar a promover la producción de esta yuca.

Creemos en la producción de yuca como una producción competitiva, creemos que como producto tropical podemos tener una oferta de materias primas que nos permita seguridad e independencia en el funcionamiento de nuestra producción avícola y porcícola.

Preguntas y comentarios

¿Quién ha tomado la iniciativa en el proceso de conformación de las cadenas productivas?

En esto la iniciativa la ha tomado el gobierno nacional. Cuando los diferentes grupos de empresarios se acercan al gobierno con solicitudes, la respuesta es que se organicen porque si no se organizan como cadena no se pueden aceptar solicitudes. El gobierno en principio paga 50 mil pesos, cubre los costos de citar, convocar y dinamizar este proceso pero en un horizonte corto de tiempo, uno o dos años, la cadena tiene que asumir todos sus gastos. Eso es relevante, si el diagnóstico que se elabora, la visión de futuro y el acuerdo no son el resultado de un trabajo colectivo de la cadena, los resultados no son buenos, pues va a ser un trabajo que no es apropiado por la gente.

Hoy nosotros consideramos que es mejor un mal acuerdo sectorial pero apropiado por la cadena, que un excelente acuerdo que no sea fruto del trabajo de la cadena. Lo que hace el gobierno es promover este proceso, financia el comienzo de las secretarías técnicas, pero al cabo del tiempo la cadena tiene que asumir sus costos, se tiene que independizar, a tal punto que lo que queremos con el tiempo es que las organizaciones de cadena sean un interlocutor con el gobierno, que actúen de manera autónoma e independiente, no sólo por el problema fiscal sino por generar pertenencia.

Se repite lo mismo cuando se habla, en el caso de la yuca, de utilizar valores referenciales, ¿ha habido realmente una reducción de eso o es una imposición? Porque si no, allí no hay negociación ni cadena.

En Colombia la valoración de la yuca frente al maíz se dio utilizando estas matrices de formulación de mínimo costo que todos nuestros productores de balanceados compran en otros países. Utilizando ese instrumento de formulación que ellos tienen, en donde aparece la matriz con las diferentes materias primas y los factores nutricionales, les asignan precio a dicha matriz y el sistema está creado para formular automáticamente las dietas.

¿Ha habido una revisión de eso?

La ha habido en la medida de que los parámetros que se metieron dentro de la matriz razonablemente corresponden al asunto, es decir, se está trabajando con un maíz amarillo de 13 ó 14% de humedad, con proteína de 10 ó 15 %, con fibra, con cenizas, etc., y se está trabajando con una harina de yuca con unos parámetros determinados. Lo que uno podría pensar es que en la medida en que se mejoran los procesos de poscosecha el producto también debe haber tenido cambios importantes, eventualmente hacer unas evaluaciones bromatológicas de la harina de yuca con los procesos que se están montando para valorar la yuca.

Mi nombre es Arturo Watemberg, yo fui gerente de una fábrica de concentrados, por lo tanto conozco de cerca el efecto de las cifras que han venido manejando en esta charla respecto al 70% de sustitución de maíz amarillo como dice el doctor Quintero, todo dependiendo de la calidad de la materia prima, los nutrientes y esencialmente todo se basa en las proteínas. La yuca tiene máximo un 4 % de proteína, pero tiene más energía que el maíz. Entonces se ha sacado una fórmula que dependiendo del valor de la proteína que tiene el maíz y la energía que tiene se llegó a la conclusión de que el precio de la yuca, para poder utilizar la materia seca e incluirla en formulaciones, debe tener un valor de más o menos 70 ó 75%, porque en la matriz de formulación, como manifestó el doctor Quintero se ponen todas las materias primas por sus nutrientes, energía, fibra, etc., y el que va formulando establece que debe costar máximo 200 pesos el kilo. La matriz toma las materias primas que pueden llenar los requisitos que necesita el animal; por ejemplo, en el caso del pollo de engorde que necesita el 19, 20 ó 21% de proteína, la matriz compara las proteínas del maíz y la yuca, y selecciona la materia prima que al final esté al precio que debe costar la fórmula, 200 pesos. Entonces se ha establecido que el precio de la yuca debe estar entre el 70 – 75% del valor del maíz, como dice el doctor Quintero, dependiendo de los procesos de mejoramiento competente.

Lectura de la carta enviada por Diego Miguel Sierra, Presidente Ejecutivo de CLAYUCA

“Señores miembros de los países amigos:

Al reiterarles la bienvenida que los colombianos aquí presentes les han brindado a ustedes, y obviamente a todos nuestros nacionales asistentes a esta III Reunión de CLAYUCA, debo excusarme por no estar presente rindiendo los informes correspondientes del acompañamiento que hemos hecho a nuestro Director Ejecutivo. Solicito su comprensión, toda vez que los compromisos previstos con anterioridad para la Junta Directiva de FENAVI nos impiden estar presentes estos dos días de reunión.

Quisiera aprovechar esta ocasión para reiterar el convencimiento que tenemos sobre la labor emprendida en el Consorcio tres años atrás por iniciativa del CIAT, y en la relación CIAT – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – FENAVI por espacio de cinco años.

Las dificultades:

En el escenario inmediato de los países de América Latina y, de manera particular, los de la comunidad andina, no es fácil imaginar condiciones protectoras a la agricultura por: las negociaciones internacionales precedentes por los ajustes que a la fecha, y particularmente en el presente año, estamos realizando en materia arancelaria, que disminuyen los ingresos brutos de los agricultores de cereales y por ende de yuca y, por el escenario general del ALCA para los próximos quince años (incluidos los de negociación hasta el 2005 y un promedio de desgravación de unos diez) Este primer elemento debe abrir los ojos de todos, en el sentido de que está corriendo el reloj, de que no hay un mayor tiempo de espera hacia el futuro y de que el compromiso es de la generación presente, de quienes estamos vinculados en las actividades productivas e investigativas en la hora actual, y sólo de nuestra actuación daremos cuenta a la generación que nos sucederá, de los logros en materia de cultivos de ciclo corto y obviamente de la yuca.

En resumidas palabras, en nuestra Federación nos sigue pareciendo que el reto del ALCA lo ganamos nosotros o lo perdemos nosotros. Es cierto que quien negocia es el Gobierno de cada uno de nuestros países, pero nosotros estamos en el "cuarto de al lado" y de nuestra actuación se deducirá la oportunidad futura que tenemos de continuar en los negocios actuales, en condiciones competitivas y sostenibles de largo plazo.

La oportunidad tropical:

Dicho lo anterior reafirmamos las siguientes tesis fundamentales para el empeño al que corresponde el Consorcio – CLAYUCA: La yuca es, después de la caña de azúcar, el cultivo tropical de mayor rendimiento en volumen y en condiciones de alta variabilidad agronómica (zonas de vida, condiciones de suelo, etc.) La yuca tiene un potencial expresado importante hasta el presente, pero lo tiene aún más en el futuro inmediato.

Actualmente el CIAT cuenta con nuevas opciones de la yuca en materia genética con el planteamiento de la investigación con énfasis en las condiciones homocigóticas de este cultivo.

Este planteamiento novedoso en el CIAT, en el equipo que lidera Hernán y con oportunidades de acompañamiento amplias por los recursos de todos nosotros, más los internacionales sugiere para un horizonte de cinco años en adelante, un futuro tan promisorio desde el punto de vista vegetativo en cuanto a rendimientos y comportamiento de unidades totales de sus costos unitarios, por decir algo parecidos a los que tiene el maíz actualmente.

En este sentido, la expectativa de un programa que ya tiene 30 años acumulados de investigación y que en los últimos cinco años ha redireccionado el énfasis, con base en las demandas de todos nosotros, los usuarios vinculados al Consorcio, ofrece no sólo un planteamiento novedoso, sino una real esperanza de conquistar mejores condiciones de producción, productividad y, por ende, competitividad del producto.

Lo anterior es la importancia de la conferencia. Y no otra es la importancia de las esperanzas que Hernán sembrará en todos nosotros.

Permítanme que recapitule brevemente de manera enumerativa lo que el Consorcio ha consolidado en el último período a partir de su trabajo en el CIAT, sin referirme por ende a los

asuntos de capacitación y extensión que Bernardo y el equipo de CLAYUCA-CIAT ha desarrollado en los diferentes países, incluido Colombia:

Los trabajos realizados en materia de mecanización, con sus consecuencias prácticas para la siembra, el abonamiento, la fumigación y la cosecha, nos ofrecen una perspectiva económica muy competitiva, aunque a algunos les siga pareciendo que este accionar deprime las oportunidades de los pequeños productores.

Lo realizado en materia de clones seleccionados, con algunos de los programas de multiplicación de los diferentes países es ya una solución real que se verá aumentada como dijimos en el punto anterior en materia genética.

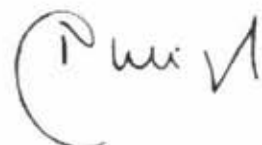
La fertilización orgánica o la fertilización mineral-orgánica en los procesos iniciales que se registra entre FENAVI y CLAYUCA muestra una condición muy promisoría para la productividad y la sostenibilidad futura, así como para el "cierre de los ciclos de producción", valorizando al máximo los desechos agrícolas o pecuarios, y garantizando la preservación de suelos y la productividad en el largo plazo, condición sine qua non del trópico a diferencia de los países que tienen estaciones.

Por último, quiero referirme al trabajo en desarrollo sobre batata y las noticias alentadoras que hoy registra CLAYUCA por la oportunidad combinatoria que este tubérculo tiene en el corto plazo para la alimentación humana y animal, más la producción parcial de harinas y que ustedes tienen la oportunidad de ver en esta Reunión.

Estos eran los tres aspectos a los que quería referirme en este saludo con mis reiteradas excusas, pero insistiendo que nosotros creemos que estamos en la senda correcta, que tenemos una esperanza en el largo plazo si estas acciones continúan. De nuestra parte vamos a continuarlas. Está previsto ya en la presentación del presupuesto para el año 2003 y 2004 por parte de la Federación y de nuestro Fondo, lo que realizaremos en agosto de este año, y creemos que entre todos hay que hacerlo.

Venga esa mano, posiblemente no al azadón sino al tractor yuquero. Mucha suerte, muy buena estadía y un feliz regreso para quienes nos visitan.

Cordialmente,



Diego Miguel Sierra Botero
Presidente Ejecutivo CLAYUCA

“La Experiencia de Venezuela”

Catalina Ramos, Ministerio de Ciencia y Tecnología

Antes de venir nos preguntamos acerca del enfoque que le íbamos a dar a nuestra presentación, así que hicimos un balance de qué había sido lo más relevante en la experiencia de Venezuela desde que se incorporó como socio de CLAYUCA, de cómo empezamos con 25 empresas participantes desde 1999 y hoy somos pocos, y decidimos hablarles sobre la importancia de este proceso.

Soy la Directora General del Proyecto Prospectiva de Yuca del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela, y desde el año pasado soy la representante del Ministerio al Comité Ejecutivo de CLAYUCA.

Primero quisiera contarles cómo fue que el Ministerio asumió este proceso con la fuerza con la que se venía haciendo, sin ser especialmente la yuca una línea de interés más relevante que el cacao, el arroz o cualquier otro sistema de producción agrícola. Gracias a la existencia, el trabajo y el financiamiento de instituciones de investigación como el INIA y el CONICIT se establece lo que hoy en día es la plataforma de investigación y transferencia tecnológica que tiene Venezuela, con un énfasis hacia el fomento de la investigación como una actividad importante, pero todavía un poco aislado de lo que esa investigación pudiese tener como papel para la sociedad venezolana.

Cuando se constituye el Ministerio, considera que su papel principal es articular toda esa experiencia en torno de la conformación de un sistema nacional que apoye nuevos procesos en todos los ámbitos de desarrollo del país. En ese sentido, la participación de todos los actores venezolanos es un poco parecida a la experiencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia con las cadenas productivas; es decir, es el enfoque de la participación de todos para poder, tanto diagnosticar las situaciones como comprometerse en su solución, en función de mejorarlas. En el caso agrícola, se trataba de mejorar su competitividad, en el caso social de mejorar la calidad de vida de la gente, esta es nuestra principal función. Por eso, fue una experiencia como la de CLAYUCA la que nos resultó de interés, y obedeciendo esto nos incorporamos a facilitar este espacio, a potenciarlo y a fortalecerlo.

Lo que busca el Ministerio es crear un espacio de confluencia y tomar el papel de facilitador y amplificador de toda estas experiencias, respetando lo que cada uno de los actores hace desde sus herramientas y desde los conocimientos que pone a disposición.

La pregunta que normalmente le hacemos a nuestros técnicos para cambiar un poco este enfoque, es ¿Cómo hacemos para que el interés colectivo sea tan bueno como el interés particular que participa dentro del mismo? En tal sentido, tenemos una metodología, resultado de la gerencia de la investigación orientada del CONICIT, que es la metodología de las agendas en la que invitamos a todas las personas e instituciones del sector público, privado, académico, científico, comunidades, etc., en torno de un problema, ya sea social, de salud, económico, o en este caso de una actividad agrícola. En

este entorno se discute, se hace un diagnóstico colectivo con la metodología que sea y entre todos se llega a un acuerdo de la situación y las posibles vías de salida de esta. En torno a este acuerdo hay compromisos en términos de aportar financiamiento, infraestructura o recursos de cualquier índole que los participantes de esta agenda tengan posibilidad de contribuir.

En el caso particular de la yuca y con la gente del cultivo del arroz, con el que, por cierto, también tenemos una vinculación con el CIAT, se estableció un acuerdo y un plan de desarrollo en donde nosotros lo que hacemos es facilitar el uso del conocimiento y contribuir en el financiamiento de proyectos en investigación de desarrollo y capacitación para mejorar esa situación que se presentó colectivamente. Así, los productores e industriales que se agrupan en una fundación llamada Fundación Nacional del Arroz, FUNDARROZ, aportan un capital que es un porcentaje de los kilos de arroz procesados, y nosotros como Estado cofinanciamos proyectos de investigación, capacitación y desarrollo tecnológico. Ese grupo es el que decide qué es lo que hay que hacer, es quien dicta cuáles son las líneas de investigación, cuál es el tipo de capacitación que hay que dar, qué tipo de desarrollo agroindustrial hay que fomentar y es quien tiene la interlocución con el Ministerio de Agricultura y Tierras.

Con base en esta experiencia, hemos tratado de fomentar el resto de cultivos agrícolas que tenemos. La iniciativa, en este caso, es del sector privado y por eso tiene este énfasis especial, porque no dependió de que desde el gobierno nos diéramos cuenta que hacía falta incentivar e incorporar al sector, sino que fueron ellos los que nos buscaron.

En el año 2000 se comenzó este ejercicio en donde se generan una serie de posibilidades y escenarios. Entre estos se seleccionan en colectivo los más adecuados y de esos se escoge el escenario apuesta, que en el caso nuestro se llamó “Yuca en góndola” y las características que nosotros perseguimos son:

- Al menos 25 toneladas de raíces por hectárea con un precio equivalente de 2.5 kilos de yuca por 1 kilo de maíz.
- La cadena productiva estructurada y funcionando operativamente de forma adecuada.
- Una relación estrecha entre la investigación y el funcionamiento de la cadena productiva.
- La mitad del mercado orientado a la inclusión de esta materia en la alimentación animal.

Esto se hizo con otros actores del cultivo, se agregaron planes de acción para las distintas regiones del país que tienen cultivos de yuca muy importantes, hubo participación directa de más de 100 personas en talleres por todo el país, pero además hubo una consulta mucho más amplia vía Internet. Todo esto fue como un diagnóstico del colectivo frente a la cadena incluyendo al Estado y, en función de vernos en ese futuro, es que las acciones que comenzamos a ejecutar, fortalecer y reorientar a partir de allí tienen un poco más de sentido para todos. Además, es la misma gente de la cadena, no el Estado, la que nos persigue para que vayamos adecuando y tomando las medidas que tengamos que tomar,

para que vengamos a CLAYUCA, para que financemos los proyectos que haya que financiar y capacitemos a la gente que haya que capacitar. Es el tener un norte hacia el que avancemos para la inclusión de una mejora de toda la cadena, el que ha permitido que desde junio del año pasado se conforme el grupo venezolano de CLAYUCA.

Las tres grandes regiones donde estamos trabajando son el oriente, el occidente y el centro de Venezuela.

Esa es pues la escala en la que nos hemos ido moviendo y hacia donde estamos caminando. Primero se hizo el ejercicio de prospectiva, ya para cuando lo estábamos haciendo teníamos unos meses en CLAYUCA; sin embargo, era algo que nadie comprendía muy bien y por ende no había una intención de colaborar, era algo así como un misterio, no era una actividad de conjunto. Cuando se desarrolla el ejercicio en el que los actores se ven involucrados en ese futuro es que empieza a integrarse más gente, a tener más participación y a hacer discusiones de trabajo, independientes de la existencia de CLAYUCA, que es lo que para mí es muy importante porque ahora para nosotros CLAYUCA es una más de las actividades de trabajo del grupo venezolano que ahora se va a llamar Fundación Venezolana para el Cultivo de la Yuca, FUNVEYUCA. Esta fundación es la que va a discutir cuál es la vía para seguir trabajando en función del escenario "Yuca en góndola", cuáles serían los requerimientos, dónde estaría el financiamiento y, contando con la herramienta de cooperación internacional, qué representa para nosotros ser socio de CLAYUCA, pero no trabajar en función exclusivamente de cumplir con ese compromiso que era lo que estaba planteado anteriormente.

En esta discusión hemos hablado de las modificaciones en el trabajo y hemos abierto mucho más el horizonte hacia el qué dirigirnos. El trabajo es de consolidación de la cadena, de incorporación a este Consorcio y por eso estamos logrando que se capaciten 50 personas en cada una de las regiones y, al tiempo que se les está financiando el curso, se les está obligando a adquirir el compromiso de que dentro de seis meses ellos dictarán un curso a productores de la zona de influencia donde se desempeñan, de modo que se conviertan en multiplicadores. Así, al final de año tendremos incorporados muchos más productores pequeños que son los que dependen directamente de la asistencia de este tipo de trabajo, basándonos en que cuanto más herramientas de conocimiento se les dé, mayor capacidad de apropiación de nuevas tecnologías y de modernización van a tener. FUNVEYUCA es ahora el ente interlocutor con el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Producción y Comercio.

Entre los integrantes de FUNVEYUCA, ya no CLAYUCA, queremos destacar, más que los nombres particulares, es la participación del sector privado, público, gobernaciones regionales, empresarios de cámaras de agroindustria, entendiendo ellos que el proceso comienza desde la producción primaria hasta la propia comercialización, si no pierde sentido. Los integrantes de FUNVEYUCA son: Agropecuaria MANDIOCA, Universidad Central de Venezuela, UCV – Facultad de Agronomía, FEPORCINA, Gobernación del Estado de Cojedes, Yuquitas Dora, Ministerio de Agricultura y Tierras, CONVACA,

ANSA, CAVIDEA, FENAVI, INIA, Ministerio de Producción y Comercio, Ministerio de Ciencia y Tecnología y productores particulares de los Estados Barinas y Zulia.

Muy pronto firmaremos el documento de la fundación, aunque ya hemos venido trabajando como si existiera y, en ese momento, dejó de estar presente como Ministerio de Ciencia y Tecnología en el enlace coordinador principal para facilitar que sean los propios actores del circuito de la cadena los que desarrollen ese papel. En la última reunión distribuimos cómo sería la conformación de la primera junta, se decidió que la va a presidir Agropecuaria Mandioca y nosotros vamos a estar en el Comité Ejecutivo para tener estas herramientas como insumo de nuestra generación de políticas públicas, pero no para empujarlo nosotros, sino que los actores mismos del circuito son los que deben empujar la necesidad de llevar a cabo estas actividades.

Para mostrarles cómo hemos ido incorporándonos a diversas prácticas les voy a contar de algunas actividades que hemos realizado. El primer taller regional de propagación rápida in vitro y transformación genética de yuca, del 25 de febrero al primero de marzo de 2002, donde dos personas vinieron al CIAT para capacitarse y servir como enlace en los laboratorios que van a propagar el material. También en febrero de 2002 se realizó un taller sobre producción y comercialización de yuca, por iniciativa de una empresa privada en Barquisimeto que contó con la participación de todos los actores.

A lo largo del 2002 se hará el proceso de multiplicación y evaluación de variedades élites del CIAT y, posteriormente, el montaje de Bancos de Germoplasma en máximo 16 localidades de Venezuela que cuenten con riego. En mayo, el taller para profesionales de asistencia técnica, que a su vez deben capacitar al menos a unos 20 productores de la zona donde estén, después se van a hacer cursos de multiplicación básica para que los productores puedan hacer por ellos mismos su trabajo en campo, actividades que se realizarán durante el resto del año. Las demás actividades tienen que ver con actividades típicas de la yuca, pero además tienen que ver con la importancia que el grupo de FUNVEYUCA le ha dado al proceso de mejoramiento genético y a la incorporación de variedades de alta calidad a su proceso productivo. No vale la pena sólo mejorar la productividad por la vía del manejo agronómico, por eso estamos aprovechando la vinculación con CLAYUCA y la experiencia de lo que se ha venido trabajando en el tema con algunos de los socios.

La idea del Ministerio es cofinanciar proyectos en donde la articulación de redes sea importante. En ese sentido estamos financiando en la parte de FUNVEYUCA lo que llamamos redes de recuperación productiva, que son una serie de herramientas de asociatividad y factibilidad que le permite a los pequeños productores o agroindustriales pequeños mejorar el funcionamiento en conjunto. Cada uno de ellos llega con un problema, nosotros vamos a esa zona y tratamos que ese problema se resuelva para el conjunto; es decir, que se articulen como una red de cooperación y nosotros los apoyamos en las propuestas que hayan en desarrollo tecnológico y cursos de investigación orientada. Para el colectivo, eso les ha dado fortaleza en el sentido de entender el trabajo en cadena, en conjunto, y a nosotros nos da un mejor resultado, más eficaz porque son recursos más

justificados, pues se trabaja con una red. En este momento tenemos siete de estas redes de cooperación productiva en las principales zonas de yuca y cada vez es más la demanda.

Este trabajo de cadenas, de redes, en que la gente se visualiza en un futuro exitoso, en un futuro en donde todos tienen posibilidades de competir y de producir adecuadamente, es como un insumo energético para que esos grupos funcionen y sean ellos mismos por su propia demanda, los que persigan al Estado para que éste resuelva sus problemas, y no el Estado dictando leyes, normas o medidas que no tienen sustentabilidad en el tiempo, pues no son debidamente apropiadas por los sectores que sacan adelante el cultivo, en el caso agrícola. En general, en la actividad económica del país, en todas las áreas donde se ha trabajado, hemos tenido la misma experiencia y por eso hemos asumido ésta como nuestra metodología de trabajo.

Preguntas y comentarios

Cuando se habla de precios, pensando en la alimentación animal, el precio que se sugiere es equivalente a 2.5 kilos de yuca por 1 kilo de maíz. Yo creo que sí se debe castigar un poquito la yuca por la deficiencia de proteínas, esa cifra debería incrementarse a 3 ó 3.2 kilos, en lugar de un 2.5.

Cuando se difundió ese escenario en el 2000, la información que se manejó es la información técnica de la gente que participó que quizá no conoce este enfoque, pero yo sí creo que ese insumo puede crecer, por supuesto. En realidad esa información debe ser revisada a la luz de las nuevas tecnologías de procesamiento.

“Fortalecimiento de Procesos de Yuca en Ecuador”

Flor María Cárdenas, INIAP

Con respecto a CLAYUCA-Ecuador, durante el año 1999 el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP fue socio fundador honorífico, al lado de la Procesadora Nacional de Aves, PRONACA. En el 2001 se incorpora el Grupo Clase Ecuador, un grupo que ha demostrado interés por desarrollar el potencial agroindustrial de la yuca en nuestro país. También veníamos contando con el apoyo de María Chuza Ginés, quien lamentablemente falleció dejando un gran vacío en nuestro país, pues ella fue una de las que más apoyó el desarrollo de este cultivo.

En nuestro país la yuca es cultivada por pequeños y medianos productores, especialmente en la costa ecuatoriana y algunos valles. Según un informe presentado por el INIAP en 1996, en Ecuador se emplea poca tecnología mejorada, se siembran más de 20 mil hectáreas y los rendimientos están en 10 toneladas por hectárea. En 1999 estos datos bajan, pues tenemos sólo 7 mil hectáreas de yuca con un rendimiento promedio de 7.4 toneladas por hectárea. Sin embargo, en las provincias de Pichincha y Cotopaxi tenemos entre 8 a 10 mil hectáreas de yuca, y si incluimos Manabí estamos llegando a más de 20

mil, estas provincias se destacan por ser las que más han incursionado en el desarrollo agroindustrial.

En estos últimos años el cultivo está experimentando un proceso de desarrollo muy interesante, están apareciendo nuevos productos, nuevos intereses como es el caso del almidón dulce y agrio, este último hecho en forma artesanal con cerveza y piña. También están apareciendo productos para exportar a Europa y Estados Unidos como masa de yuca, yuca parafinada y yuca congelada. En el caso de la investigación, la institución que ha trabajado en forma continua en estos procesos es el INIAP. Desde el año 1995 hubo un grupo humano de productores que desarrollaron este potencial, conformando una organización de primer y segundo grado donde se agruparon unas 350 personas que le dieron varias alternativas al cultivo, de ahí el interés de las instituciones dedicadas a la investigación para continuar este proceso. Además del INIAP, actualmente los grupos en el país que están interesados son PRONACA y el Grupo Clase.

Dentro de estos procesos, nuestro objetivo ha sido desarrollar el potencial agroindustrial de la yuca a través de un programa integral con apoyo de aliados estratégicos para mejorar productividad, eficiencia y competitividad del sector productor, y atender a esa demanda diferenciada. Nuestros objetivos específicos son desarrollar procesos participativos con los productores y productoras de las zonas de interés en el proceso de generación, capacitación, transferencia y difusión de tecnología de pre y poscosecha con materiales locales e introducidos; y segundo, promocionar el potencial de esta raíz.

Las metodologías de intervención han sido la investigación participativa para socializar y promover el cultivo. Se ha trabajado como CLAYUCA-Ecuador para las instituciones antes mencionadas y también con el apoyo de la Red de Biotecnología a través de nuevas iniciativas de proyectos.

Hemos contado con un presupuesto de 1500 dólares por parte de CLAYUCA y 3 mil dólares en investigadores, vehículos y combustible por parte del INIAP.

En 1999, PRONACA introdujo semilla sexual para seleccionar los genotipos de mejor comportamiento, rendimiento, porcentaje de materia seca y tolerancia a plagas. Estas 20 familias fueron sembradas en viveros, de ellas se seleccionaron 48 genotipos, donde los más sobresalientes fueron SM 2620-5, SM 2628-1, SM 2629-1, SM 2779-2, SM 2616-4, SM 2628-2 y SM 2629-2. A fines del 2000, para seguir con las evaluaciones se introdujeron del CIAT 20 nuevas familias (1000 semillas) sembradas en viveros por PRONACA y posteriormente en campo, Estación Experimental Santo Domingo del INIAP. De este material se han seleccionado 7 familias por factores como índice de cosecha, materia y calidad culinaria (Cuadro 3.1). De los 48 clones que se seleccionaron en 1999, han sido nuevamente evaluados y seleccionados doce familias para su reproducción.

Cuadro 3.1. Materiales que sobresalen de las 20 familias de yuca, EESD INIAP, 2001-2002

En	Material	Peso raíces (gr)	Índice cosecha	% Materia seca	Calidad Culinaria
12	SM-2968-3	8925	0.62	37.65	Buena
20	SM-2970-2	4250	0.53	35.18	Buena
32	SM-2973-1	6250	0.55	35.45	Buena suave
33	SM-2973-2	4800	0.51	37.68	Buena suave
41	SM-2974-5	4000	0.52	35.47	Buena
43	SM-2976-2	4125	0.56	36.61	Buena
49	SM-2979-1	5550	0.50	36.56	Buena
68	CM-6979-1	4150	0.54	38.81	Poco amarga
72	CM-6979-5	5650	0.66	36.11	Buena

En 1997 el fenómeno del niño arrasó con la colección de materiales nacionales e introducidos que se mantenían en Manabí. Con el apoyo de CLAYUCA, del CIAT y de EMBRAPA se han logrado rescatar los clones que estaban en proceso de desaparición, repatriando materiales locales y otros introducidos, que se han seguido evaluando. Estos fueron los 24 clones que se repatriaron (Cuadro 3.2):

Cuadro 3.2. Clones de yuca del CIAT-Colombia (1999) introducidos *in vitro* y de EMBRAPA-Brasil (1998) en fase de adaptación en banco de germoplasma. EE. Portoviejo 2000.

Clones	No. plantas trasplantadas	Procedencia	Materiales	
			Con mezcla	No adaptadas
Mecu 3	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 10	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 21	4	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 50	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 68	7	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 72	8	CIAT ¹ Colombia	x	--
Mecu 71	7	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 82	5	CIAT ¹ Colombia	--	x
Mecu 85	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 104	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
MEcu 117	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 141	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 141-A	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 144	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 165	19	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 166	10	CIAT ¹ Colombia	x	--
Mecu 187	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 198	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 6	7	CIAT ¹ Colombia	--	--
Mecu 155	3	CIAT ¹ Colombia	--	x
Mecu 51	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
CG 1141-1	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
CM 2136	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
CM2177-2	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
CM 3306-4	8	CIAT ¹ Colombia	x	--
CM 3306-19	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
CM 3555-6	10	CIAT ¹ Colombia	x	--
CM 4843-1	11	CIAT ¹ Colombia	x	--
CM6182-8	8	CIAT ¹ Colombia	x	--
SM 643-17	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
MTAI 8	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
BGM 337 md 18.2	2	EMBRAPA ² Brasil	--	--
BGM 171md 18.2	2	EMBRAPA ² Brasil	x	--
BGM 186 md 18.2	2	EMBRAPA ² Brasil	--	--

¹ Centro Internacional de Agricultura Tropical

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria

Tenemos el caso de los clones que se recuperaron, hay materiales que tienen muy buen potencial respecto a materia seca, como es el caso de 51, 52 y 53 de valores muy interesantes. Un pequeño problema que se ha presentado en este grupo es su calidad culinaria que tiene una calificación de regular, pero si nosotros estamos pensando en la agroindustria de almidones o de harina, este no sería mayor problema (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Promedios de algunas variables de clones de yuca locales e introducidos del CIAT, evaluados en campo de observación EE. Portoviejo 2000.

Clones	Rendimiento kg/parcela ^{1/}	No. De raíces/parcela		Índice de cosecha	% de materia seca
		Comerciales	No comerciales		
Mb-50	29.4	38	80	0.60	33.98
Mb-51*	41.1	56	46	0.48	38.74
Mb-52*	32.0	34	26	0.56	40.54
Mb-53*	33.1	41	45	0.50	39.44
Mb-54	31.3	40	20	0.54	33.75
Em-28	28.9	22	58	0.57	36.16
Sdo-15	19.2	15	26	0.53	34.37
MCol 1468	32.6	39	22	0.62	34.84
X	30.9	36	40	0.55	36.48

Mb = Manabí

Em = Esmeraldas

SDo= Santo Domingo de los Colorados (Pichincha)

MCol= Clon introducido del CIAT

^{1/} Área útil 10 m²

En el caso de los trabajos para la zona del trópico húmedo ha habido un interés muy marcado, se hicieron evaluaciones de densidades poblacionales de yuca, para la variedad Valencia en Santo Domingo y variedad Pata de Paloma en La Maná, Cotopaxi. Se estudian tres densidades: 10000, 8333 y 7142 plantas por hectárea con los dos materiales. Para la variedad Valencia se hizo la evaluación de tres distanciamientos de siembra, esta actividad se inició en marzo del 2001, actualmente está en proceso de cosecha y los datos se están tabulando. Este material no se adaptó muy bien y hay que comenzar a estudiarlo, la calidad culinaria es muy buena, por eso es preferido para exportarlo como yuca fresca.

Así mismo, estamos haciendo la evaluación de la variedad Pata de Paloma, esta actividad se inició en junio del 2001, se cosecha a fines de junio del 2002 y se evalúan las mismas tres densidades de siembra. Este es el material más usado, pues tiene muy buen rendimiento. Estas dos actividades están en fase de cosecha.

Respecto al segundo resultado, hemos continuado con la promoción y socialización del cultivo, para beneficio de los productores y productoras de acuerdo con sus condiciones socioeconómicas, tratando de responder a esa demanda que tiene interés en los resultados obtenidos de las experiencias acumuladas en investigación de variedades y desarrollo agroindustrial de más de dos décadas.

Hemos presentado algunos proyectos agroindustriales buscando financiamiento, lamentablemente no ha sido posible conseguirlo. Por último, se inició con el apoyo de la Red de Biotecnología un estudio de la situación actual de la yuca con énfasis en Manabí, donde se proyectaba también hacer ese mismo estudio en las provincias de Cotopaxi y Pichincha, pero con la muerte de Chuza no sabemos qué va a pasar.

Más que conclusiones, queremos presentar algunas reflexiones de la situación de la yuca en Ecuador.

- La intervención de organismos nacionales e internaciones, en el desarrollo y difusión de tecnologías en pre y poscosecha continúa fortaleciendo y beneficiando la producción, el procesamiento y la utilización de esta raíz, aunque sea en pequeña escala.
- El impacto tecnológico está dado por el empleo de las tecnologías generadas por el INIAP con apoyo del CIAT y sus aliados estratégicos, donde el mayor impacto ha sido la disponibilidad de variedades de acuerdo con la demanda. Se está fortaleciendo el desarrollo de empresas agroindustriales, para comercializar productos a Europa y Estados Unidos, que exigen calidad y competitividad. En este aspecto el INIAP hace nueve años hizo una pequeña encuesta sobre demandas agroindustriales que tiene identificadas, en este momento, tres secretarías interesadas en yuca como materia prima y dos empresas, entre ellas PRONACA.
- En nuestro país, en el trópico húmedo, que es la zona con mayor potencial como Santo Domingo, La Maná y Cotopaxi, se están fortaleciendo los procesos de yuca fresca, donde las variedades moradas, en el caso de las locales y otras, presentan buenas características para este fin.
- En nuestro país la explotación de almidones, desde la época de nuestros antepasados hasta el presente, es un indicio de que este producto da un beneficio al productor y a la cadena productiva. Con el almidón se siguen haciendo nuevas empresas. En este momento tenemos en la zona de Santo Domingo dos procesadoras pequeñas que están produciendo almidón. Desde este punto de vista se están abriendo mercados para otros productos que posibilitan nuevos mercados emergentes nacionales e internacionales como la producción de almidón agrio y yuca fresca congelada. Tenemos la preocupación que no existe producción de harina de yuca por tener otros sustitutos y su precio no es rentable.

Entre nuestros planes y acciones a futuro tenemos que:

- Las alianzas estratégicas deberán consolidarse, ya que como instituciones solas no van a poder hacer nada (INIAP, CLAYUCA, CIAT y otros actores), para continuar fortaleciendo la investigación en yuca en pre y poscosecha, de acuerdo con los enfoques actuales (participación, género, conservación del ambiente, entre otras).
- Tenemos que iniciar una relación con la cadena agroalimentaria de la yuca a través de talleres de capacitación, reuniones participativas y ferias con los actores y el entorno.
- Se continuará haciendo énfasis en tecnologías de bajo costo, de acuerdo con la demanda actual y con los mercados emergentes.
- Que se sigan introduciendo al país variedades de yuca que cumplan con los requisitos sanitarios. Los materiales deberán someterse al esquema de mejoramiento participativo.
- También se deberán fortalecer a los grupos asociados con enfoque de agroempresas y formar nuevos grupos. Actualmente los que fueron fuertes en décadas anteriores están sueltos.

- Hay que socializar e internalizar los procesos de desarrollo de la yuca.
- En el caso de los desastres naturales, lo que es una desgracia para uno puede convertirse en una fortaleza para otros, pues el fenómeno de El Niño abre oportunidades al cultivo por su rusticidad.

En cuanto a las acciones, esto siempre está sujeto a financiamiento:

- Hay que continuar con el diagnóstico que inició Chuza para determinar cuál es la situación de la yuca en el país.
- Hay que seguir con la evaluación y la selección participativa de nuevos materiales para procesamiento y consumo en fresco, con altos rendimientos de raíces y materia seca, tolerantes a sequía en los trópicos secos y húmedos de la Costa ecuatoriana.
- Desarrollo de prácticas con sistemas de cultivos para la conservación de los suelos, especialmente en el caso de Manabí que es cultivo de ladera.
- Desarrollo de prácticas para el manejo de recursos hídricos y riego, pues está en estudio una zona de 20 mil has en un suelo virgen.
- Es necesario hacer un estudio de mercado para productos y subproductos de la yuca.
- Es necesario publicar los resultados de las investigaciones (estudio de síntesis, estudio de mercado, manejo y conservación de suelos en ladera) con apoyo internacional, pues existen trabajos que se han quedado como informes internos que deben ser socializados.
- Se necesita una mejora de la eficiencia en el manejo de la infraestructura e implementos agroindustriales, es el caso de la batata donde hay una cantidad considerable de maquinaria que no se usa.
- También se necesita la conformación de agroempresas pilotos con grupos yuqueros organizados y no organizados, ya que como asociaciones no están funcionando pero tal vez si les damos el enfoque de agroempresa puede tomar otro rumbo.
- Y también muy importante es la relación con la cadena agroalimentaria de la yuca, ésa sería una manera de promocionar el cultivo en nuestro país.

Preguntas y comentarios

Haciendo una reflexión, partiendo de dos premisas, y pensando en Ecuador: primera, si consideramos que el interés de CLAYUCA no es establecerse en un sólo lugar, sino darle oportunidades a otros cultivos como la batata, el camote, el plátano, etc., la segunda, que CLAYUCA está trabajando con mucha fuerza en el área de poscosecha y mejoramiento, entre otras, entonces fundamentado en estas dos cosas y pensando en Ecuador, se puede definir que este país tiene un potencial muy significativo en cuanto a banano que, conjuntamente con yuca, sería una fortaleza como en otros sitios puede ser batata. Banano con yuca haría una excelente mezcla energética que podría ser aprovechada, fortaleciendo al programa en Ecuador y brindándole información adicional a CLAYUCA. Yo creo que el banano tiene cabida en la agricultura y la piscicultura, y sería un volumen muy grande que ayudaría al desarrollo del cultivo de la yuca. Es una reflexión pensada un poco hacia el futuro.

En un proyecto coordinado por el INIAP y el CIRAD sobre la valorización de este producto, se están obteniendo datos de la zona en Guayaquil, donde están las plantaciones de banano, la segunda o tercera parte del banano que no va para la exportación se queda en Ecuador, y ya está siendo utilizado para las harinas de banano. Si alguien se dirige a un supermercado en Guayaquil tiene 10 marcas de coladas para niños, fortalecidas con hierro, entre otras propiedades. La idea de los ecuatorianos es que no existe precocida. Con respecto a la yuca, lo que es importante es que toda la oferta de esta segunda o tercera parte que no se va, ya tiene una demanda para estos productos. Entonces si se piensa en el banano es interesante, por el lado de la oferta ya no tiene salida, porque se va a competir contra esos productos que ya están en el supermercado.

“Programa Nacional de Desarrollo Alternativo de Bolivia”

Armando Ferrufino, IBTA/Chapare

Soy el representante de Bolivia y del Proyecto IBTA/Chapare que a su vez es componente de un programa llamado CONCADE, que significa Consolidación de los Esfuerzos de Desarrollo Alternativo. Mi institución tiene un gran programa llamado Programa Nacional de Desarrollo Alternativo, cuyo objetivo es apoyar y fortalecer la generación de economías lícitas en áreas productoras de coca, principalmente en el área de Chapare, Cochabamba y Los Yungas. Este es un programa estratégico para Bolivia debido a que implica aspectos económicos y sociales muy sensibles en el país. El área geográfica de localización de este programa actúa en todo el país, pero se centra en el Chapare y Los Yungas de La Paz. Este es un programa que tiene una serie de donantes, de ellos el más importante es Estados Unidos, el segundo es la Unión Europea, hay cooperaciones menores de España, Bélgica, la ONU y otros donantes.

El desarrollo alternativo en el área de Cochabamba y Chapare empezó en el año de 1984, con la primera fase que fue la expansión y diversificación del cultivo. Llegó la segunda fase que le corresponde al CONCADE que es una fase de consolidación de esta diversificación en el aspecto de comercialización y apertura de comercios nacionales e internacionales. Dentro del desarrollo alternativo, el CONCADE es el proyecto más importante y tiene mandato sobre generación, transferencia y tecnologías agropecuarias y fortalecimiento de asociaciones de productores. El IBTA Chapare es el brazo ejecutor del programa agrícola y como dije somos los coordinadores hasta el 2002 del capítulo Bolivia.

Para el aspecto de cadenas productivas estamos empezando un proceso de renovación muy dinámica y hemos tomado el enfoque de cadenas. Trabajamos con algunas cadenas productivas, entre ellas banano, plátano, palmito, pimienta, piña y maracuyá son las de mayor prioridad por el desarrollo alternativo en la zona del Chapare. Bolivia se ha convertido en desarrollo alternativo y en exportador de banano, palmito y piña, hacia Argentina y se están abriendo otros mercados internacionales. Dentro de las otras cadenas que en este momento no son prioridad pero sí tienen una gran importancia, está la cadena de raíces y rizomas, donde la yuca es el principal componente de esta cadena integrada.

El IBTA Chapare trabaja en estas cadenas en las siguientes áreas transversales: validación y generación de tecnologías, donde la validación se hace básicamente en fincas y no en centros experimentales; y en el énfasis en capacitación a promotores campesinos y servicios de fitoprotección. Las cadenas productivas que atendemos confluyen en la adopción de tecnologías en las áreas de preproducción, producción y poscosecha, mientras que la parte de industrialización y comercialización la tocan otras instituciones de desarrollo alternativo. Nuestra participación en la adopción de tecnologías que están generando los centros e instituciones como el CIAT y CLAYUCA es vital, pues no contamos con suficientes recursos, ni personal capacitado para llevar a cabo este tipo de investigaciones.

La región del Chapare es una región conflictiva, productora de coca, que en los últimos años ha sufrido una serie de cambios dramáticos. En 1994 y 1995 en esta zona había alrededor de 70 mil hectáreas de coca, en estos momentos prácticamente tenemos unas mil.

Aquí la reducción de coca ha sido voluntaria con convenios entre el gobierno y los productores. En principio se empezó compensando la reducción de coca pagando 2500 dólares por hectárea reducida y en el transcurso del tiempo esta compensación fue bajando. Con la eliminación de 70 mil has de coca se generó un gran impacto económico y social, puesto que este producto hacía ingresar a la economía alrededor 500, 700 ó más millones de dólares por año, simplemente por venta de pasta base y hoja seca. Entonces el reto que tiene el programa de desarrollo alternativo es muy grande, pues queremos fomentar actividades lícitas para toda esta gente que ha dejado de cultivar coca.

La zona colonizada del Chapare que está al centro de Bolivia tiene más o menos 500 mil hectáreas; sin embargo toda el área tiene alrededor de 4 millones; hay dos territorios indígenas cerca y dos parques nacionales. En términos edafoclimatológicos es una zona peculiar, ya que cuenta con bosques primarios y secundarios aún intactos. En el área habitan alrededor de 35 mil familias, que solían sostenerse con la hoja de coca, la gran mayoría, si no todos los productores de esta área provienen de las zonas altas de la cordillera oriental. Casi toda esta gente migró hacia Chapare por el *boom* de la coca hace veinte años, esto indica que no tienen tradición en agricultura tropical, es gente andina que está acostumbrada a la papa, lo que es un factor limitante en el desarrollo del programa, razón por la cual tenemos un componente de fortalecimiento organizacional a los grupos grandes.

La tenencia de tierras varía entre 5 y 20 hectáreas entre los pequeños productores, y a finales del año pasado 6 mil de ellas estaban cultivadas con yuca. La yuca en los sistemas de producción en esta zona de trópico húmedo es un poco lenta, la diversificación y la producción está destinada a la alimentación humana. Los suelos de esta área son suelos típicos del trópico húmedo, son ácidos, de baja permeabilidad, baja fertilidad, precipitación entre 3500 y 5000 m.s.n.m, condiciones a las que el cultivo se ha adaptado.

La cadena de yuca en Bolivia es una cadena todavía sumamente débil pero que tiene gran tendencia a fortalecerse, aquí he escuchado el tremendo potencial que tiene la yuca para sustituir al maíz en alimentos para monogástricos y aves. Bolivia, especialmente Cochabamba, es un gran productor de aves, por eso creo que tenemos que explorar las potencialidades de esta cadena, y realmente hacer que los actores de la cadena se organicen y participen. Al estar asociados con CLAYUCA queremos dinamizar los procesos y responder con más premura a las necesidades del sector. Finalmente, entre las actividades futuras de nuestro interés están: la selección de variedades de alta calidad culinaria para el consumo en fresco, validación de tecnologías de procesamiento de harina, almidón y secado artificial.

Preguntas y comentarios

Bolivia, Paraguay y Brasil ofrecen un esquema de condiciones muy interesantes para la yuca en la parte de alimentación animal, y especialmente Bolivia y Paraguay, pues tienen yuca y soya que son muy eficientes en la producción. A través de CLAYUCA se observa mucho la parte de procesamiento. La oportunidad es excelente, mejor que en cualquier otro sitio. Gracias a la tecnología desarrollada por Inversiones Armare puede hacerse realidad el procesamiento poscosecha de estos productos, pues este equipo permite procesar los dos productos en forma muy efectiva, entonces con la harina de yuca y la soya integral se tiene el 95% de la dieta para pollos, y no se necesita más. Ahí sí se produce una sustitución total del maíz y total de las otras proteínas. En este momento se tienen dietas desarrolladas que cubren completamente los requerimientos de medidas en ácidos y proteínas con otros productos. Son dietas sencillas pero completísimas con resultados excelentes en la eficiencia y, fundamentalmente, de ese matrimonio de yuca con soya integral. Entonces, Santacruz, por ejemplo, que es un gran productor de ambas cosas, puede ofrecer un producto inclusive para exportar, con base de harina de yuca y soya integral. Se le da a la yuca un estatus con un valor agregado importante que tiene un mercado tremendo.

La propuesta que la cadena sea un rubro de alta prioridad en desarrollo alternativo se dará en la medida que instituciones como CLAYUCA nos ayuden a dinamizar esa cadena y a motivar a la empresa privada. Tenemos que aprovechar lo que ustedes nos ofrecen, tenemos que aprovechar nuestras condiciones locales y organizar la cadena para generar más ingresos de los pequeños productores de desarrollo alternativo.

Para el caso colombiano al impulsar la yuca e importar soya ¿qué pasaría con los precios hacia el productor avícola, por ejemplo?

Sería la forma más eficiente, pero aún así el panorama ideal para la alimentación de aves es importar soya integral, no la torta porque con ella estamos perdiendo ácidos grasos. La harina de yuca carece de ácidos grasos asociados, esa es otra diferencia que no se menciona hablando siempre de proteínas. En resumen, ese matrimonio entre el grano de soya integral con harina de yuca es lo mejor que podemos concebir dentro de los productos que tenemos, para tal fin, la soya tiene que ser procesada en un equipo que

ofrezca la garantía, que es el mismo equipo que sirve para tostar y deshidratar la yuca. Entonces estamos aprovechando los mismos recursos para dos cosas muy importantes.

¿Hay vinculación o mecanismos en los que ustedes se interrelacionen con otros centros o grupos de investigación en Bolivia?

Sí tenemos relación, pero nosotros no queremos empezar a hacer programas de investigación, hay que aprovechar lo que se produce y eso implica que debemos tener una planeación. Todo ese esquema se está empezando a privatizar, entonces todas las cadenas que van a ser parte de una fundación y eso va abrir más oportunidades, más dinamismo, menos burocracia.

“Mecanización: Cosechadora de Forraje”

Erwin Silva, Industrias Protón Ltda., Colombia

Antes de hablar de la cosechadora de forraje quisiera mencionar la experiencia de CLAYUCA en el campo de la mecanización. En el 2000 CLAYUCA y el CIAT importaron de Brasil equipos de siembra y cosecha de yuca. Estos implementos fueron evaluados por el departamento técnico de CLAYUCA con la finalidad de hacer un estudio de adaptación y evaluación técnica y económica, cuya finalidad es disminuir los costos de producción y mejorar la competitividad frente a otros cultivos.

El sistema de operación de la máquina sembradora presenta algunas especificaciones técnicas: es un implemento de alce hidráulico adaptado a los tres puntos de enganche del tractor, para esto se recomienda un tractor de 80 caballos, se trabaja sobre suelo previamente caballoneado a una velocidad más o menos de 5 kilómetros por hora, con una distancia de siembra de 55 a 90 cm entre semilla y de 90 a 120 cm entre líneas, para un rendimiento aproximado de 7.5 hectáreas en un tiempo de labores de 8 horas por día con dos operarios.



Figura 3.2. Sembradora

La plantadora se alimenta a través de un tambor rotativo con varas en promedio de 120 cm, donde opera un sistema de corte que está calibrado a 17.5 cm estandarizado por la longitud del depósito inferior del disco. De allí es conducido al dispositivo de siembra que ubica la semilla horizontalmente a 7.5 cm de profundidad. Esta profundidad se estipuló por las pruebas realizadas en CIAT, pues garantiza que la germinación supere el 90%. Actualmente, esta máquina se encuentra operando en las zonas del Casanare – Colombia, se calibró para sembrar en distancia de 80x80 con una densidad de 13.600 plantas por hectárea.

Como segunda fase manejamos lo que es el proceso de cosecha semi – mecanizada. El aflojador trabaja por efecto vibratorio, también es un implemento de alce hidráulico acoplado a los tres puntos del tractor. El implemento trabaja con un disco de corte y dos aspas anteriores que trabajan entre dos líneas de siembra a una profundidad de 90 cm, garantizando que por ninguna razón el aspa anterior del cosechador haga contacto con la raíz y la rompa. El equipo tiene unos requerimientos de potencia mínima necesaria de 80 a 90 caballos de fuerza. Esta cosechadora está diseñada para trabajar en terrenos, cuya distancia entre líneas de siembra esté entre 1 m ó 70 cm como mínimo, siendo de importancia predefinir un diseño de siembra que se acople a las diferentes labores del cultivo. Otra de las ventajas es que cuando se hace una cosecha manual hay gran cantidad de raíces que se queda enterrada o se parte, la máquina tiene la facilidad de que al aflojar el terreno, por efecto de turbulencia de la tierra, va arrastrando raíz y no deja absolutamente nada enterrado.

Una de las fases en las cuales empezamos a trabajar es en el manejo de corte del follaje de yuca. Este manejo va enfocado a un sistema de corte en variedades intensivas de follaje y al corte del follaje previo a la cosecha para recuperar la vara disponible para siembra. Uno de los puntos en que tuvimos varios problemas fue en controlar la velocidad apropiada de corte. Nos basamos inicialmente en las cepaderas de tipo brasilero, lo que nos dio una expectativa para poder analizar el comportamiento de la velocidad de rotación. En las primeras pruebas encontramos que se nos destruía gran parte del tallo, lo que nos llevó a cambiar el sistema de potencia, lograr una velocidad más alta y así evitar que el tallo se destruyera en su totalidad. El desarrollo tecnológico para continuar en este campo se paralizó porque encontramos que la recolección manual se hacía demasiado costosa, esto nos llevó a pensar en desarrollos tecnológicos posteriores para definir cuál sería el mecanismo viable para la recolección mecánica de este producto. En los trabajos que realizaremos en un lapso de seis meses sobre este mismo equipo, se ha pensado establecer un sistema de trituración y recolección.

El segundo equipo es un prototipo desarrollado en Brasil a partir de las máquinas forrajeras de maíz, al que le hicimos unas apreciaciones y encontramos varios problemas, uno de ellos era que las varas se destruían, la semilla quedaba rasgada y deteriorada. Con base en esto iniciamos un proceso en el que modificamos las velocidades en el sistema de absorción de las semillas. En una yuca propensa para cosecha las varas están demasiado abiertas, entonces contemplamos que para obtener una buena semilla se debe tener un nivel de corte perfecto a 120 cm de altura, lo que nos llevó a establecer una distancia

entre los dos brazos de esta máquina totalmente gradual. En los primeros ensayos realizados con la máquina ya modificada la semilla queda en perfectas condiciones, a pesar de que la vara sea bipartida. La altura del dispositivo de corte se puede incrementar con el alce hidráulico del tractor, que permite manejar una altura mínima del brazo de 1.10 m a 1.50 m para poder maniobrar mejor.



Figura 3.3. Cosechadora de follaje.

Otro de los aspectos interesantes era el sistema de recolección. Nosotros veíamos gran dificultad en triturar este material, entonces inicialmente tuvimos que hacer la recolección con *air bag* (bolsa ubicada en la salida de la tolva de la cosechadora), pero en el momento en que estaba la base llena tenían que parar y buscar un sistema para descolgar y colocar de nuevo la bolsa. Esto nos llevó a diseñar el prototipo que probamos en Agrovélez Gómez y Cia Ltda.(ahora AGRICOL Ltda.), Jamundí, Valle del Cauca, en un cultivo de yuca donde cortamos al 1.20 m de altura, porque el material presentaba estas características. A partir de este prototipo vamos a sacar la misma máquina para recoger la vara lista para semilla, porque en virtud de todo lo que es manejo de variedades hemos visto que uno de los grandes problemas es que, cuando se cosecha, muchas varas quedan tiradas o se mezclan, entonces cuando se seleccione un terreno para cuidar o certificar esa variedad, se advierte la importancia de establecer una tecnología para su recolección. Otro de los aspectos que tiene esta máquina es el distanciamiento de las cuchillas verticales que permite sacar un follaje más picado sin disminuir el rendimiento.

Preguntas y comentarios

Esta cosechadora de follaje es interesante si el propósito es secar y hacer una harina integral para cerdos, peces, pollos o para reintegrar en la tierra. En el caso de los suelos muy arenosos con poca materia orgánica ¿es muy importante?

Al referir este sistema, se debe a que uno de los productos en los cuales está interesado CLAYUCA es en la producción de harina del follaje.

El tema hace referencia a dos casos bien claros: un equipo se diseña para cortar el follaje en una planta a la cual se le va a cosechar la raíz a los 8, 10 ó 12 meses, el otro esquema que sería la yuca sembrada exclusivamente para cosechar el follaje, otro equipo. La máquina que cosecha el follaje en la planta madura serviría o sería otra muy distinta para cortar una planta muy tierna o muy sensible.

Cuando estamos hablando de plantas tiernas, con tres meses de crecimiento, hay varios problemas: tenemos que el tallo no está firme; en tal sentido, el sistema de corte por cepadera influye en la velocidad de corte. Ahora, a la velocidad a la que va andando un tractor permite que sea un corte rápido, no se rasgue, no se rompa el tallo. Serían dos equipos, ¿por qué? Porque para este sistema lo que nos interesaba era recuperar la vara, el material intacto. En el otro sistema lo que se nos hace costoso es la recolección de follaje, pero tenemos que entrar a una fase de investigación para aplicar el modelo de recolección dentro de la misma cortadora.

La inquietud va dirigida hacia el potencial que existe y la prioridad que debería existir. Es muy interesante si se piensa en el sistema de secado para follaje en donde se producirían 100 toneladas por año. Aquí se supone que ese equipo va a estar trabajando permanentemente y se obtiene un material de mejor calidad que en la planta madura, más rendimiento, más follaje, va a ser más intensivo, más especializado, por lo tanto si se tuviera la prioridad, se pensaría en darle mucho apoyo a este tipo de desarrollo.

Aquí se habla de las varas para la sembradora, en este caso hay desinfección de las varas, y en el caso tal de que no la hubiera, si son varas recomendadas por otros empresarios, estas personas que las van a manipular ¿contribuyen con su contaminación?

En las pruebas que se han realizado en la zona del Casanare se hace la limpieza y en este procedimiento se realiza la descontaminación. No hay espacio de más de una semana después de la cosecha en que la semilla no sea lavada y desinfectada.

Cuando se va a volver a sembrar, a las varas se les hace una aplicación de insecticida o fungicida de acuerdo con lo que se necesite. Otras veces se hace una aplicación, se mete en tanques donde se sumergen por un tiempo determinado y luego se dejan secar.

“Forraje de Yuca”

Diego Fernando Rosero y Luis Fernando Cadavid, CLAYUCA

(Informe detallado de este proyecto: sección 6.5.)

Retomando un cuento de hace 20 ó 25 años cuando comenzamos a pensar que la yuca podría tener un potencial diferente al de usar sus raíces, nos dimos a la tarea de traer unas variedades de Mondomo, Cauca, sembrarlas en Santander de Quilichao, Cauca, y comenzar a realizar algunos estudios sobre yuca forrajera con muy buenos resultados. Eso

se quedó ahí, hasta ahora que con CLAYUCA volvimos a revivir el tema, pues hemos visto la importancia del forraje, y más ahora que los sectores avícola, porcícola y ganadero se empiezan a interesar en el potencial de este producto.

Fue así como surgió el trabajo titulado “Evaluación, producción y calidad de forraje de yuca con corte periódico manual”, desarrollado como tesis de grado por Diego Fernando Rosero de la Universidad Nacional de Colombia, gracias al apoyo de CLAYUCA, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el CIAT como entidades patrocinadoras del proyecto.

Como antecedente del trabajo, es importante saber que la yuca es una alternativa en la formulación de raciones alimenticias. Algunos de los destinos que puede tener el forraje pueden ser el ensilaje para la alimentación bovina, pellets para pollos y aves ponedoras. Este producto también se puede suministrar en fresco en variedades que tienen bajos contenidos de ácido cianhídrico, es decir, en variedades dulces. En estas raciones se intenta aprovechar el contenido de proteína del forraje que es aproximadamente del 20% y los carotenos que tiene para la pigmentación de la grasa subcutánea en la piel de las aves. Sin embargo, cuando hablamos de forraje de yuca es importante tener en cuenta de qué depende su calidad. La proporción de hojas y tallos en la planta, la calidad del follaje original, la altura y la época de corte, la edad de la planta y la nutrición del suelo, son algunos de los factores que definen esta condición.

La importancia que tiene el forraje de yuca nutricionalmente y su composición química respecto a otros materiales forrajeros usados en la alimentación animal, es que tiene contenidos de proteína muy similares, aproximadamente 23 ó 24%. Sin embargo, su principal fortaleza radica en la producción, el rendimiento seco ton/ha año por unidad de área, pues es importante destacar la capacidad que tiene el cultivo al estrés hídrico, ya que es resistente a condiciones de verano prolongado.

El trabajo de grado fue realizado en tres sitios diferentes de Colombia, Ayapel (Córdoba), Buga y Caicedonia (Valle del Cauca), sitios con características diferentes de temperatura, precipitación, altura sobre el nivel del mar y características de suelos. Las densidades de siembra utilizadas fueron 30x30 cm correspondiente a 112 mil plantas por hectárea, 40x40 cm 62.500 plantas por hectárea y 50x50 cm 40 mil plantas por hectárea. Se utilizaron tres variedades en cada sitio. Para Ayapel utilizamos variedades industriales con altos contenidos de ácido cianhídrico, cuyo forraje requería ser oreado por lo menos 24 horas, para ser suministrado en fresco.

La metodología de la siembra se hizo en cuadro para poder obtener un diseño de parcelas experimentales en donde debíamos tomar 70 plantas, de las cuales tomábamos el peso en kilogramos para pasarlo a toneladas por hectárea. En la metodología de trabajo correspondiente al análisis de información se tomaron tres elementos como variables: proteína, materia seca y forraje fresco.

La fertilización se hizo localizada, cabe destacar que fue con una fórmula recomendada para la producción de raíces, reforzada con un poco de nitrógeno para estimular la producción aérea, puesto que no hay trabajos específicos que nos permitan determinar una fórmula estandarizada en lo que es la fertilización para forraje.

En la cosecha se cortaron las plantas a 40 cm a nivel del suelo, luego se cortó el total del lote para darle unas condiciones más parejas a todo el cultivo. En forraje fresco se hicieron cortes trimestrales.

En los tres sitios de trabajo se observa una relación directa entre la producción de forraje fresco y la precipitación. De noviembre del 2000 a enero del 2001, época en la que no hubo mucha precipitación en Ayapel, el rendimiento se vino a pique, posteriormente cayeron unos cuantos milímetros de lluvia y la planta reaccionó, presentándose un rendimiento de más de 90 ton/ha con la mejor variedad que fue CM 4843-1, seguida por la MTAI 8.

En Buga fue igual, el comportamiento del rendimiento de las variedades dependió de la disponibilidad de agua para el cultivo y la respuesta fue de casi 60 ton/ha; la mejor densidad fue 30x30 cm y la mejor variedad fue la MCOL 2758; el contenido de materia seca estuvo asociado a la época de corte, a los 270 días bajó el contenido de materia seca y no hubo respuesta significativa en el análisis estadístico; la proteína descendió con el paso del tiempo, tal vez teniendo en cuenta que a mayor edad de la planta el contenido de proteína desciende y la fibra aumenta; no hay un efecto de densidades muy marcado tal vez por la edad de la planta y la misma variedad; el contenido de fibra en una forma muy marcada con relación a la proteína, pero hay una constante en las tres variedades.

Para Caicedonia, la época de corte determinó el contenido de proteína en la planta; los acumulados en rendimiento, al cabo de un año llegaron a casi 60 ton/ha y la mejor variedad fue MCOL 2737; en materia seca no hubo una respuesta significativa en tratamientos.

Como conclusiones del trabajo se conoció: que es posible obtener más de 100 ton/ha año de forraje fresco, siempre y cuando se introduzcan actividades como riego y fertilización en el itinerario técnico; la disponibilidad de agua es un factor determinante en la evaluación de rendimiento del forraje de yuca; las mejores variedades en cuanto a densidad de forraje no siempre son las mejores en composición nutricional; la densidad de siembra afecta la producción de masa aérea, siendo la más adecuada 112 mil plantas por ha; el análisis proximal de los tejidos puso en evidencia que la calidad nutricional del forraje está directamente determinada por la variedad y la época de corte.

Entre las recomendaciones del trabajo podemos destacar que de las variedades utilizadas en cada sitio, por lo menos una de ellas se puede considerar con buen potencial forrajero, era uno de los objetivos del trabajo identificar al menos una, en otros sitios se puede hablar de dos variedades. En Ayapel, la CM 4843-1; para Buga, la MCOL 2758; y para Caicedonia, la MCOL 2737, por eso es necesario evaluar variedades adaptadas a

condiciones templadas en sitios a menor altura sobre el nivel del mar, para determinar su respuesta al estímulo de temperatura. Se deben hacer ajustes a la siembra mecanizada para implementar posteriores labores de cosecha, utilización y control de arvenses, con esto me refiero a que si 112 mil fue la mejor densidad de siembra, se requiere manejar estas distancias de manera que nos permitan obtener una densidad de población similar, tratando de hacer un diseño de parcelas para realizar labores posteriores de desmalezado y fertilización. Por último, es necesario buscar alternativas de manejo de arvenses para reducir los costos de control, ya que fue una de las variables más importantes dentro del trabajo.

Preguntas y comentarios

¿La distancia de siembra es una recomendación económica o es un punto de vista técnico?

Ambos, económico porque en este tipo de agricultura (30x30) no se puede hacer siembra manual porque es muy intensiva. Es una hectárea en la que se van 20 ó 25 jornales sembrando y cosechando. Con el ensayo que se hizo, una persona se demora dos días cosechando una hectárea y dos personas recolectando, o sea que ya nos estamos ahorrando alrededor de 17 personas por hectárea.

¿Cuál es el tamaño del cangre para la siembra?

El tamaño del cangre no varía del tamaño que se siembra para obtener raíz. Se pueden usar cangres de 10, 15 ó 20 cm o distribuciones diferentes como se están haciendo en México, donde en las líneas de siembra tenemos cangres de 100 ó 120cm, es decir, se siembra la vara completa y seguida o traslapada, parecido a lo que se usa en caña de azúcar para obtener una población parecida a 100 mil plantas por hectárea.

En este esquema el corte que se recomienda es a 40 cm. ¿Qué pasa con un corte muy cercano cuando están cosechando cada 40 días?

En una experiencia que se tuvo en Buga, se disponía media hectárea sembrada y cuando por error la gente no cortó a 40 cm sino más bajo, casi hasta 10 cm, esas plantas se murieron, y si se tiene unas condiciones de clima, por ejemplo un intenso verano, y peor si no se cuenta con sistemas de riego.

¿Cuándo hablan de ton/ha se refieren únicamente a forraje o se tiene en cuenta la raíz?

Cuando hablamos de 100 ó 150 ton de forraje fresco que pueden ser unos 40 ó 50 ton de forraje seco, hablamos únicamente de la parte aérea de la planta. No consideramos la raíz porque la intención es que este cultivo salga del esquema de yuca raíz, por tal razón se debe tratar como forrajera en todo término.

Se hizo la evaluación de la raíz de ese material y no sirve más que para proporcionarse a los cerdos, porque el contenido de almidón es muy bajo. Con cada corte que se le hace al cultivo se rompe el ciclo natural de crecimiento de esa planta, en ese momento el contenido de almidón empieza a descender para ganar energía y poder tener hojas de nuevo, entonces esos almidones se desdoblán y el contenido de materia seca baja mucho, entonces son plantas que después de dos años no tienen ningún valor comercial. Hubo variedades que tuvieron un rendimiento de raíz de 30 ó 50 ton, pero son pura agua.

Generalmente, cuando hablamos de follaje de yuca, hay una diferencia muy grande entre el follaje de una yuca de un año, al follaje que es cortado cada 30, 40 ó 90 días. La diferencia principal está en dos puntos: proteína y fibra, siendo el follaje del sistema de corte mucho más rico en proteína y más bajo en fibra porque es una planta joven, lo que permite que se concentren nutrientes de gran valor y que baje la concentración de fibra. Por otro lado, tenemos un cultivo donde después de un año la planta ha desarrollado todo su esqueleto, entonces la proteína es más baja. De manera que hay una primera diferencia importante, el rendimiento es mucho mayor, ya que con el primer sistema en un año saca 100 toneladas, mientras que con el otro en un año no saca 10 ton de follaje, entonces son esquemas distintos en cantidad pero sobre todo en calidad. La calidad del primero es un nivel de proteína alto y bajo en fibra. Normalmente, en estos cultivos con este manejo del follaje se trabaja con niveles de proteína, generalmente por encima de 22 ó 24, y niveles de fibra por debajo de 10.

En el cultivo ordinario de raíces, ese nivel de proteína depende mucho de la cantidad de raíces, de la calidad del tallo, porque hay que cuidarlo mucho, mientras que en el sistema de follaje es un tallo más tierno, menos fibroso y más rico en proteína, y en el otro es un tallo grueso, fibroso en proporción a la hoja, entonces los niveles de fibra fácilmente pueden estar por encima del 20%. Cuando trabajamos con estos forrajes, en este esquema de producción intensiva estamos de todas maneras hablando de un derivado comparado con maíz, granos, un nivel de fibra bajo. Para estos casos, tenemos que pensar en que ese producto hay que utilizarlo en animales rumiantes, no nos serviría mucho o no sería un aporte importante en alimento para pollos, cerdos o peces, porque no maneja la fibra. Lo podemos usar pero hay un limitante: no nos permite subir estos niveles, en rumiantes no hay problema porque ellos lo aprovechan. Si es para rumiantes este es el esquema, si es para monogástricos (cerdos, peces y pollos) ahí sí la raíz, porque necesitamos mucha energía y poca fibra.

“Efecto de la Fertilización en el Cultivo de la Yuca”

Luis Fernando Cadavid, CLAYUCA

(Informe detallado de este proyecto: sección 6.4.)

Con base en la interpretación de los análisis de suelos que llegan a CLAYUCA, especialmente de Colombia, desarrollamos un mapa de problemas del cultivo de la yuca donde identificamos desórdenes nutricionales a nivel de suelos.

Con base en el conocimiento que tenemos de cada zona de Colombia hemos comenzado a trabajar en ensayos a nivel comercial, es decir, parcelas demostrativas de mínimo 1 ha. El primer sitio escogido fue Montenegro, Quindío, lugar que cuenta con suelos potencialmente más fértiles que cualquier otro suelo del país, pero con limitantes de Nitrógeno, Magnesio y Boro. Allí queríamos ensayar sobre lo que pasaba con algunos tipos de gallinaza que se encuentran en la región (2 fuentes).

En la región, tradicionalmente los agricultores aplican 5, 8 ó 10 ton de gallinaza, con lo que están contaminando los suelos y las fuentes de agua, además se usa una fórmula donde se emplea una gran cantidad de abono, sin necesidad de usarlo, o fuentes como las micorrizas. Hicimos nuestras especificaciones y logramos que en la producción de raíces frescas, pasáramos de 34 ton, que es muy bueno para esta zona, a 55 ton con 1.5 ton/ha de gallinaza Buga, mientras con gallinaza Calarcá se obtuvieron 48 ton por 3 ton/ha de aplicación, comprobando que a medida que vamos intensificando la aplicación de gallinaza se nos va bajando el rendimiento, entonces 1.5 ton/ha parece una dosis ideal en esta zona. A nivel químico, utilizamos una fórmula con 244 k de amonio, azufre y bórax, pues el problema, según el análisis químico, era de Nitrógeno; como resultado se obtuvieron rendimientos promedio de 50 toneladas. En la conclusión de esta investigación a nivel comercial pudimos conseguir una respuesta bien marcada al abono químico y abono orgánico, en este caso usando gallinaza.

Otro de los sitios escogidos para este ensayo comercial fueron los Llanos Orientales, donde están los suelos más meteorizados del país, lo que significa que son los suelos más gastados y pobres a nivel de todos los nutrimentos, en los que es fácil encontrar respuestas muy buenas con cualquier abono. Aquí se usó otra fuente de abono orgánico, la porquinaza.

Trabajamos con variedades como la ICA Catumare y CORPOICA Reina (recién liberada), usamos un testigo, dos dosis de porquinaza, y las combinaciones de porquinaza con abono químico, que consideramos importantes para ser tenidas en cuenta. Como resultado encontramos que con la combinación de la mitad de la dosis de porquinaza y la mitad de la dosis química se obtiene un cambio en el rendimiento de 12-21 toneladas de raíces frescas y 8.1 ton de raíces secas; y si miramos la otra variedad se pasó de 15 a 28 ton en fresco y de 5 a 9.7 ton en materia seca lo que quiere decir que casi se duplicaron los beneficios como respuesta al abono químico, al abono orgánico y a la mezcla de los dos.

En otro ejemplo, ya no de porquinaza sino de lombricompuesto en Norte de Santander se tomó la variedad TAI 8, una variedad amarga de 30 ton, a la que se le hizo una aplicación con abono químico y se llegó a 37 ton y con lombricompuesto a 41 ton. Si vemos la CM 4843-1 que es muy buena en la costa Atlántica, de 23 ton pasó a 39 ton con químico y 44 ton con orgánico, mientras la variedad regional Sardinata de 14 ton, se pudo elevar a 19 con abono químico y hasta 26 ton/ha con el lombricompuesto.

Producto de esta investigación se escribió la tesis “Efecto de fuentes órgano-minerales y minerales en la producción sostenible de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)”, elaborada por Álvaro Albán y Camilo Narváez, que nos da un ejemplo de uso de fuentes de gallinaza de cada zona.

Un punto a tener en cuenta con el abono orgánico es que cuando se hacen este tipo de recomendaciones no sólo se está pensando en la planta como tal, sino también en los beneficios que estas formulaciones traen para el suelo. A pesar de que con el abono químico se consiguen buenos resultados en rendimientos, el abono orgánico constituye la mejor alternativa para que nuestros suelos no se sigan degradando. Esto es lo que llamamos uso y manejo de los suelos en cualquier cultivo, así que tenemos que pensar en cualquiera de estas dos fuentes donde esté involucrada una materia orgánica, porque esa es la que le está dando sostenibilidad al suelo, aporte nutricional a la planta, además del buen rendimiento. Sin embargo, la materia orgánica necesita del abono químico para que haya una solubilidad más rápida de los elementos que tiene.

Es importante tener en cuenta que las recomendaciones que hacemos en CLAYUCA no son al azar, ni sólo por experiencia, eso tiene un orden lógico, pues se debe aprender a tomar una muestra correcta del suelo, una interpretación correcta, un análisis exacto del suelo y una buena recomendación basada en esta fórmula tan sencilla donde está involucrada la planta con el requerimiento nutricional ponderado del cultivo, la extracción, o sea lo que la planta le quita al suelo en cada cosecha, que está expresada en kg/ha. La disponibilidad del nutrimento en el suelo, que es lo que le está dando a esa planta que vamos a sembrar, llevado a términos de kg/ha y una eficiencia del fertilizante, porque todos los fertilizantes tienen una eficiencia diferente, el Nitrógeno tiene alrededor de un 50-70%, al igual que el Potasio, el calcio y el Magnesio alrededor del 60% y el Fósforo tiene del 15-20%, porque es de los elementos que más se pierde en el suelo a nivel de fijación.

“ Alimentación Animal”

Jorge Luis Gil, CLAYUCA

(Informe detallado de este proyecto: sección 6.8.)

Dentro del Consorcio estamos manejando tanto la raíz como la parte aérea para la alimentación animal, consumo fresco, seco o por medio de otro proceso como los ensilajes.

Al hablar de yuca decimos que se puede utilizar básicamente la raíz como reemplazo de los cereales y el follaje en la parte proteínica y como aporte en la pigmentación (de huevos en gallinas ponedoras y canal en pollo de engorde). Su uso es limitado según el tipo de materia prima, costos, disponibilidad y especie animal. En la parte de costos todavía estamos en una pequeña discusión de cuánto tenemos que pagar por un kilo de raíz fresca para llevarla a una planta procesadora que la convierta en harina o trozos.

Hablamos de que la yuca es un producto de fácil incorporación en las dietas para animales, porque podemos mezclarla con cualquier tipo de materia prima; por ejemplo, si tenemos aglutinantes como la melaza que nos ayuden a disminuir un poco la polvosidad de este producto, no vamos a tener ningún problema dependiendo del tipo de animal al que le vamos a suministrar el producto.

Tanto las raíces como el follaje de yuca son productos primarios. El follaje cuenta con un alto contenido de proteína y carbohidratos y su calidad depende de factores como calidad de la planta original, la proporción de hojas y tallos, que es muy importante cuando estamos utilizando el follaje, porque si estamos alimentando monogástricos y se nos va una proporción muy alta de tallos le incrementamos fibra a la ración, altura de corte, época de corte, edad de la planta y factor suelo.

Según un análisis proximal suministrado por el doctor Frans van Poppel, hechos en un laboratorio de Holanda con muestras de raíces y follaje nuestras, se obtuvo que tenemos niveles muy similares a los de Tailandia.

El uso de follaje está supeditado a la especie animal: en aves lo podemos suministrar seco, en cerdos fresco o algo ensilado, y en bovinos lo podemos suministrar en cualquiera de los tres procesos. Para el uso del follaje cambiamos las densidades de siembra y tenemos unos cortes periódicos entre 60 y 90 días.

Se han realizado muchos ensayos en la utilización de las harinas de yuca en la alimentación de pollos. En CLAYUCA realizamos uno a finales del 2000 y lo comparamos con una dieta comercial, en esos momentos esa dieta presentaba un 56% de inclusión de maíz importado en la ración, mezclado con soya integral, torta de soya, algo de harina de arroz, aceite de palma y un núcleo. Utilizamos una dieta donde sacamos por completo la inclusión de maíz y metimos harina de yuca y al mismo tiempo follaje de yuca, se mantuvieron la soya integral, la torta de soya, se variaron un poco los niveles de inclusión, se saca la harina de arroz y se mantiene el aceite de palma y el núcleo. En una tercera dieta sacamos el maíz y únicamente suministramos harina de yuca. Metimos un lote de 100 pollos tratando de darle las condiciones similares a las que se suministran en un galpón grande, donde los resultados de los parámetros de producción fueron similares a los obtenidos en una granja comercial.

Nosotros no estábamos esperando que los pesos fueran superiores o inferiores, sino que los parámetros de producción se sostuvieran. Lo que concluimos es que al introducir niveles altos de harina de yuca en las dietas para pollos de engorde podemos fácilmente reemplazar el maíz, dependiendo del manejo que se dé y de los costos de esta harina de yuca, podemos bajar el precio de la ración. Cuando suministramos la harina de follaje de yuca logramos una pigmentación elevada con respecto a la pigmentación que les suministra el maíz a los pollos, es decir, es factible utilizar tanto la harina de yuca como la de follaje y mantener niveles elevados de harina de raíz y niveles que no sobrepasen un 6% en la utilización de follaje.

Lo mismo sucedió para las dietas en cerdos, donde los parámetros de producción también se mantuvieron utilizando hasta un 60% en los niveles de harina de yuca. El ensayo se realizó en Granjas Paraíso, una granja comercial del Valle del Cauca, donde nos permitieron realizar trabajos con cerdos comerciales. Allí comparamos un testigo, que es la dieta que ellos mezclan dentro de la granja, versus una que tuviera harina de yuca. Metimos el mismo número de animales por ensayo, promedios iniciales muy similares, promedios finales muy similares, con aumentos promedios diarios muy similares, un consumo promedio de alimento diario más alto con el testigo, que posiblemente se debe al efecto de que ellos no utilizan niveles altos de melaza en la inclusión para la mezcla de las dietas, por lo que el factor de consumo de alimento puede deberse a la polvosidad de esta mezcla. La eficiencia de conversiones 2.21 y 2.85 son elevadas.

En Granjas Paraíso tenían niveles de 3.15 que eran altos y nosotros encontramos un nivel un poco más bajo, pero eso no quiere decir que el comportamiento sea similar al extrapolar este ensayo. Se hizo una relación costo beneficio donde se metió el costo por kilogramo de alimento tanto del testigo como en el uso de la harina, y costo de kilogramo por kilogramo de cerdo producido. Aquí se tomaron dos factores: un costo del 75% del precio del maíz para darle un valor a la harina de yuca y un 70% del precio del maíz. Estos costos se toman porque no podemos comparar uno a uno el maíz con harina de yuca, pues tenemos que castigar la yuca por la deficiencia de proteína y tal vez por otros micronutrientes que contenga.

También se han hecho ensayos con el uso del follaje en ganado. Retomando datos anteriores de la utilización de follaje en animales, se suministró follaje fresco a vacas, con un previo oreo de 12 horas, donde no se pudieron tomar unos datos muy exactos, porque el suministro de este follaje se hacía a voluntad.

En un laboratorio de Holanda hicimos un análisis proximal de esa harina con niveles altos de proteína, e inclusive hay unos que presentan un nivel más alto del 26% y niveles de fibra que son muy aceptables para la utilización en el ganado.

También hemos realizado ensayos con ensilaje tanto de follaje como de raíz. Los ensayos han sido hechos tanto con ensilaje de follaje como de raíz o la mezcla de estos para la alimentación de ganado, vacas de leche. La mezcla de raíces con follaje se ha hecho con una relación de 60% de raíces y 40% de follaje, lo ideal sería a la inversa para incrementar los niveles de proteína.

Refiriéndonos de nuevo al precio de la harina de raíces y de forraje de yuca, comparándolo con el maíz, tomamos como un factor el 100% del valor del maíz, en este caso se tomó 435 pesos, comparándolo con una raíz fresca y una raíz seca. Para la raíz seca tomamos el 70 ó 75% de ese valor, para comprar el trozo de yuca o la harina de yuca a 304 ó 326 pesos y raíces frescas hasta 125 pesos el kilo. El valor del follaje lo tomamos como un 65% de este maíz para pagarlo a 283 pesos y fresco a 65 pesos kilo.

Preguntas y comentarios

Faltaría agregar que ése es el costo total, más que todo de materias secas, faltaría el costo del proceso y por eso, normalmente, le colocamos más del 60%, eso quiere decir que se va uno con una yuca del 25% de humedad que por lo general está a menos de 100 pesos el kilo. Otra cosa que ha pasado es que nosotros hacemos una comparación directa de la raíz con el maíz, pero nos queda el follaje, que puede ser una ayuda. Si tenemos un sistema donde aprovechemos esa raíz pero también el follaje, ese follaje nos ayuda a bajar esa tasa de relación.

Con relación a los costos de producción podemos decir que el kilo de forraje fresco de yuca puede salir desde 32 hasta 40 pesos, que es costoso con relación a un pasto que puede costar entre 18 a 20 pesos. Yo le preguntaba a un ganadero cuánto le está produciendo este pasto, él me decía que está al nivel del 8% de proteína, yo le preguntaba cuánto le vale a usted un kilo de proteína si lo está sacando a 20 pesos el kilo fresco, hicimos las cuentas y le está saliendo a 1200 kilo de proteína. Hagámoslo con el kilo de proteína de yuca, nos costó 520 pesos. Qué resulta más barato: engordar el ganado con un pasto que el kilo de proteína sale a 1200 pesos, o suministrarle yuca que el kilo de proteína que sale a 520 pesos.

Inclusive la comparación no se debería hacer con pastos, que da 12% de proteína, pero es que de 12 al 26% es tremenda la diferencia. La comparación cambia el panorama totalmente.

“ Procesamiento de Yuca”

Lisímaco Alonso, CLAYUCA

En este bloque vamos a presentar tres proyectos que están avanzando. El primero de ellos nació del proyecto que terminamos sobre el establecimiento de una planta piloto para procesamiento de yuca, con el diseño CLAYUCA – Industrias Protón Ltda. Con esta planta estamos secando masa rallada de yuca. En un momento dado esto nos permitió trazar la hipótesis que en rallado estamos liberando concretamente los granos de almidón de esa masa y estamos secándola, luego podríamos extraer esos granos de almidón ya en la harina a través de procesos de tamizado, molienda e incluso de transmisión neumática. Entonces, a partir de esa hipótesis surgió el proyecto que presentamos al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que estamos realizando con apoyo de la Universidad del Valle, el Departamento de Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Con este proyecto pretendemos alimentar de material y de materias primas a los otros productos que estamos desarrollando, como la fabricación de pegantes y producción de dextrinas por vía seca, entre otros.

Pretendemos producir un material que se acerque mucho a las características del almidón extraído por vía húmeda, es decir, queremos tener un material bien fino, quizá por debajo de las 30 micras, y queremos que al final ese material tenga contenido de fibra, proteína y

ceniza muy por debajo del 0.20%, características muy similares al almidón tradicional. Lógicamente vamos a producir un material con costos bajos de harina de yuca donde no vamos a tener utilización de agua y en la medida en que nos acerquemos y juguemos con ese material a través de los diferentes procesos que vamos a implementar vamos a poder acercarnos a un precio de venta cercano al precio del almidón dulce, y un margen de utilidad mucho mayor.

Estamos logrando en el ámbito del laboratorio conversiones de 5 a 6 toneladas de yuca fresca para obtener una tonelada de yuca seca de este producto, estamos cercanos a la misma extracción que tenemos por vía húmeda y no vamos a utilizar agua. Tenemos algunas muestras de las harinas originales, tanto de planta piloto como de trozo, tenemos harina con partículas menores a 100 micras que son los materiales que estamos utilizando en fabricación de pegantes y que estamos obteniendo con máquinas cilíndricas y tamizadoras. Y tenemos un material menor de 50 micras que hemos obtenido en laboratorio con tamizadores rotatorios y creemos que este es el material que le estaremos ofreciendo a la comunidad procesadora de yuca en los próximos seis meses.

“Procesamiento de harina de yuca para la obtención de almidones vía seca”

Sandra Milena Barona y Luis Eduardo Isaza, CLAYUCA

(Informe detallado de este proyecto: sección 8.1.4.)

El producto de nuestro proyecto es la tecnología rentable, eficiente y segura para producir almidón por vía seca a partir de harina de raíces de yuca procedente de la planta piloto de CLAYUCA – Industrias Protón Ltda. para procesar 100 kg/hora

La ventaja de la producción de almidón vía seca, respecto de la de vía húmeda, es que no hay vertimiento de efluentes contaminantes; por lo tanto, no hay gastos en el sistema de tratamiento del agua residual; además, no se perdería tiempo en la sedimentación de ese almidón.

Nuestro proyecto está evaluando dos tipos de materia prima: la primera, tiene un proceso de secado artificial en la planta piloto, CLAYUCA – Industrias Protón Ltda. Para los ensayos contamos con cuatro variedades de yuca: ICA Catumare, Reina, HMC 1 y MPer183 peruana. Se ha elaborado una propuesta de proceso para esta primera materia prima, compuesta por dos etapas: tamizado con diferentes tipos de tamices cilíndricos, que han sido seleccionados de acuerdo con el análisis granulométrico de las harinas; y la segunda etapa, que es la principal, es la clasificación neumática con base en ciclones, en la que además de hacerse una clasificación por tamaños, se hace una clasificación por densidad; de esta manera, se separarían los almidones de los demás componentes de la harina integral.

La otra materia prima proviene de los trozos secados en patio de cemento. La propuesta de proceso tiene tres etapas principales que son: la reducción de tamaño que tiene dos

opciones, donde hay 3 líneas, la primera tiene un molino premoedor de rodillo de malla expandida, de él salen unos trozos pequeños de yuca; la segunda línea es un molino de martillos, y la última línea es un molino de vórtice. Los tres materiales de molienda pasan al sistema de tamizado y luego a la clasificación neumática.

Con las dos materias primas, las diferentes líneas de molienda producen unos ripios o rechazos, que se ha observado aún con porciones de almidones. Por esto, los ripios se sometieron a una molienda, en un molino experimental de rodillos lisos; estos producirían un material molido que se pasarían a tamizar de nuevo, y así, se recuperaría el material.

El separador neumático es el equipo más importante para nosotros. Inicialmente, diseñamos un separador ciclónico para clasificar la harina, teniendo como parámetro de diseño y clasificación la densidad del almidón y la densidad de la fibra. Paralelo a esto, hemos pedido en calidad de préstamo a la Universidad del Valle, dos ciclones que fueron usados para la separación de cemento, con buenos resultados. Estos ciclones son muy similares a los propuestos en el diseño, es así como en los próximos meses vamos a ensayarlos manejando diferentes parámetros de funcionamiento para hacer más eficiente el sistema de clasificación.

Se hicieron unos ensayos preliminares con reducción del tamaño de la harina hasta de 100 micras para proveer de materia prima al proyecto de adhesivos, a la vez que se evaluaron los equipos y se hicieron las granulometrías de los materiales de cada uno de los molinos para encontrar la reducción de tamaño más adecuada y seleccionar las mallas para usar en las tamizadoras; esto se hizo tanto para harina proveniente de trozos como de la planta CLAYUCA – Protón. Cuando obtuvimos estas granulometrías pudimos iniciar la adecuación de los equipos, se ordenó la construcción de los tres tamices cilíndricos para la tamizadora con los tres tamaños más comunes en las granulometrías. Respecto de la reducción de tamaño se puede decir que fue necesario construir una nueva criba para el molino de martillos, pues las existentes no permitían realizar una molienda muy fina a los materiales destinados al proyecto de adhesivos.

A las harinas se le practicaron análisis proximales, tanto a las harinas iniciales como a las harinas menores de 100 micras obtenidas por tamizado; esto arrojó como resultado que las harinas menores de 100 micras provenientes de la planta piloto tienen más altos contenidos de fibra, comparada con la de trozos; esto se debe a que la planta realiza en el rallado una reducción de tamaño de la yuca. Estos resultados hacen necesaria la clasificación neumática tanto para refinar aún más el material que se obtiene por tamizado de 100 micras y para liberar este material de fibra, de tal manera que se parezca al almidón dulce; se tiene como meta bajar los contenidos de fibra al 1%.

El objetivo es que nuestro producto tenga una gran aplicación industrial en adhesivos y en dextrinas. La Universidad de Santander tiene un interés en nuestro material para la producción de hidrogeles y con la Universidad del Valle se está adelantando un proyecto para elaborar materiales biodegradables.

Ceremonia de Afiliación de Perú a CLAYUCA



Figura 3.4. Durante la III Reunión Anual de CLAYUCA, Ángel Salazar, representante del sector yuquero del Perú, firmó el acta de aceptación que acredita a este país como nuevo socio del Consorcio.

“Acta de aceptación de participación en CLAYUCA, 25 de abril del 2002, CIAT. Considerando que un grupo de entidades e instituciones del sector yuquero de diversos países de América Latina y el Caribe se han dado a la tarea de crear un motor donde se unen para trabajar en la investigación y el desarrollo del cultivo de la yuca con los propósitos de: incrementar su competitividad, eficiencia y rentabilidad, teniendo en cuenta la protección del medio ambiente y buscando la reducción de costos unitarios que permitan precios relativos más favorables para productores, procesadores y consumidores.

Considerando que, como resultado de los contactos realizados entre instituciones públicas y privadas, grupos de productores, se ha conformado una entidad denominada Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la investigación y al Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA.

Considerando que CLAYUCA ha elaborado un documento denominado reglamento para su funcionamiento que contiene los siguientes puntos relacionados con la forma en que actuarán las entidades participantes:

Considerando, finalmente que los países y entidades presentes están de acuerdo en constituir un Consorcio para desarrollar actividades de investigación y desarrollo de la yuca en América Latina y el Caribe, y aceptan firmar un acta de aceptación de un convenio cuyo texto tiene como base el documento adjunto, resuelven los representantes de las entidades aprobar a partir de la fecha su participación en el consorcio denominado Clayuca.

Como constancia de lo anterior se firma con los representantes de los países y entidades indicadas”.

Intervención de Ángel Salazar, representante de Perú en CLAYUCA

“Agradezco la presencia de todos ustedes y aprovecho la oportunidad para traerles un saludo del Instituto de Investigación Agraria del Perú. Todos estamos en un proceso de renovación después de algunos años difíciles desde el punto de vista financiero, pero poco a poco hemos logrado jalar el interés de algunos motivados como el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Finanzas y tenemos buenas perspectivas para el próximo año.

Una muestra de esa intención ha sido poder contribuir con la cuota necesaria para participar en el Consorcio, en función de que en el futuro, bajo alguna estrategia, tratar de hacer que el sector real que se beneficia de todos estos esfuerzos internacionales, la aporte.

Por otro lado, en el Perú hay posibilidades de algunos socios muy importantes y estratégicos desde el punto de vista político, de gestión internacional así como de gestión local, entonces como les digo hay mucho interés y confianza de que con ayuda de ellos podremos hacer un buen papel.

También creo que después de esta visita estoy aclarando algunos conceptos fundamentales, como por ejemplo un uso industrial para la yuca y la búsqueda de algunas características que necesariamente debe tener ese producto. Esas características básicamente generan una demanda que tiene que ser expuesta por una oferta, muchas veces localizada en lugares donde es difícil la accesibilidad. Entonces tendrán que desarrollarse algunas alianzas entre el sector público para poder dar valor agregado al cultivo y no pensar en trasladar materia prima. Veo a este Consorcio con la expectativa y la esperanza de que pueda generar un desarrollo hacia el uso de las zonas amazónicas. Gracias por recibirnos”.

“Obtención de adhesivos a partir del almidón extraído de harina de yuca por vía seca” Ana Milena Bonilla, CLAYUCA

(Informe detallado de este proyecto: sección 8.1.2.)

Este trabajo lleva por título “Estudio de viabilidad técnica, económica y comercial para la obtención de adhesivos a partir de almidón extraído de harina de yuca por vía seca y su aplicación en la industria de cartón corrugado”, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, CIAT y CLAYUCA.

Primero que todo, los objetivos son evaluar y seleccionar las variedades más adecuadas en la fabricación del adhesivo, determinar la viabilidad técnica a nivel de laboratorio del proceso de obtención de adhesivos, demostrar la viabilidad técnica a nivel industrial de la fabricación, determinar la viabilidad económica y comercial y divulgar los resultados.

Los productos que nosotros debemos entregarle a ustedes como socios son cinco variedades de yuca debidamente caracterizadas para evaluar en la producción de adhesivos, harina refinada y almidón vía seca, que está en proceso de desarrollo, debidamente caracterizados, un portafolio de fórmulas para la preparación de adhesivos, evaluación de adhesivos a nivel industrial, evaluación económica y una divulgación amplia de los resultados.

Los ensayos y evaluaciones preliminares son once variedades seleccionadas escogidas del grupo élite de 33 clones que tienen en el programa de mejoramiento de yuca en términos de su comportamiento en campo, contenido de amilosa y materia seca, ya que es lo más importante a la hora de escoger una variedad para un proceso industrial. De estas once variedades se escogieron cinco para trabajar, hasta el momento sólo hemos utilizado tres.

La metodología de la investigación preliminar es que las variedades escogidas que son cinco, harina de trozos y harina de la planta piloto, cada material se va a aplicar a las diferentes fórmulas que se escojan. Hasta el momento se han trabajado dos: por vía química y por vía enzimática.

Se utilizan los procesos de secado natural y artificial. Escogimos el proceso de doble molienda y tamizado para obtener harina refinada, ya que análisis anteriores dieron muy buenos resultados de viscosidad. Se procedió a elaborar la caracterización de las harinas para saber con qué estábamos trabajando, aquí hemos encontrado que la harina que proviene de la planta piloto tiene un poco más contenido de fibra, lo cual dificulta la adhesión, ya que merma el pegue; sin embargo, se obtienen muy buenos resultados, tiene un alto contenido de almidón entre 78 y 90%.

Se hizo una revisión bibliográfica en la que se encontraron estas fórmulas, con esto se elaboró una definición del contenido de sólidos del adhesivo que es el contenido de harina con que vamos a trabajar, ya que los sólidos son los que pegan: ajuste de los aditivos en la formulación, comparación de los efectos de los diferentes reactivos utilizados, ajuste de temperatura y tiempos de agitación. Son dos las fórmulas escogidas hasta el momento, que son de aplicación para sellar cajas de cartón, para reemplazar la grapa. La fórmula uno tiene un bajo contenido de sólidos y sirve para sellar cajas livianas y la segunda, que tiene alto contenido de sólidos, el pegado es más fuerte y sirve para sellar cajas de carga pesada.

Los resultados preliminares. Se realizaron unos ensayos de los diferentes adhesivos, se hicieron las evaluaciones de la adhesividad que tiene el pegante, la viscosidad, el pH, el tipo de secado, el contenido de sólidos y la estabilidad. Se puede ver que los mejores resultados se obtuvieron en la fórmula enzimática, una viscosidad aceptable, un pH entre 7 y 9, un tiempo de pegado de 100 segundos que es rápido y bueno, un contenido de sólidos entre 19 y 30, se encontró que la formulación adecuada está en 25% de sólidos, un color ámbar y café y 30 días de estabilidad.

Lo que se ha hecho es utilizando harina refinada de yuca que son partículas menores a 100 micras, cuando se obtenga el almidón vía seca que es menor de 30 micras, continuaremos en la búsqueda de la formulación del adhesivo con esta materia. También se tomarán en cuenta otras variedades y búsqueda de la fórmula en el adhesivo utilizado en la formulación para hacer el cartón corrugado. Se han establecido algunos contactos con Cartón de Colombia que van a brindar información y apoyo para la fórmula del cartón corrugado. Se valoraron los contenidos de almidón, cenizas y fibras en la preparación de los siguientes adhesivos. La evaluación económica y comercial se realizará en los meses finales del proyecto.

Preguntas y comentarios

¿Cuál es el precio del adhesivo?

El precio de la harina es muy reducido en comparación con el almidón, por eso se escogió, ya que está alrededor de 350 pesos el kilo de ese producto refinado. Calculamos unos 450 pesos litro contra 580 de otros adhesivos comerciales.

“Producción de Dextrinas”

Johanna Aristizábal, CLAYUCA

(Informe detallado de este proyecto: sección 8.2.4.)

Con esta presentación quiero darles a conocer el trabajo desarrollado por CLAYUCA que tiene por título “Estudio de la viabilidad técnica y económica de la producción de dextrinas a partir de yuca, utilizando tecnología de vía seca”. Las entidades participantes de este proyecto son el CIAT, el MADR, la Universidad Nacional de Bogotá, particularmente el Departamento de Ingeniería química, y CLAYUCA.

Las razones que llevaron a formular este proyecto es:

- Los diferentes estudios que han identificado a los almidones modificados como una de las opciones tecnológicas más atractivas para la generación de productos de alto valor agregado, y dentro de ellas las dextrinas son una excelente opción. Las dextrinas son almidones modificados producto de la degradación del almidón por vía térmica, química y/o enzimática.
- El aprovechamiento de las ventajas comparativas que tiene el almidón de yuca frente a otras fuentes como son el maíz y la papa.
- La utilización de tecnología por vía seca que presenta ventajas competitivas en relación con la tecnología por vía húmeda.
- Las nuevas tendencias en torno al uso de productos de fuente natural, de biodegradabilidad.

- El dominio del mercado de papel y cartón por parte de los adhesivos de fuente natural.
- Los diversos usos que tienen las dextrinas.

Las dextrinas pueden ser obtenidas por dos métodos: por vía húmeda y por vía seca. Las ventajas de la tecnología por vía seca son:

- Es una tecnología que requiere menores costos de procesamiento y menor consumo energético.
- El producto se obtiene directamente, no hay necesidad de concentrarlo, evaporarlo o cristalizarlo.
- Es un proceso que no tiene efluentes ni desechos, y tiene una gran versatilidad en la producción industrial, ya que dependiendo del tipo de catalizador utilizado y de las condiciones de operación del proceso, se puede obtener una amplia gama de almidones modificados.

Ventajas del uso de almidón de yuca en la producción de dextrinas:

- El almidón de yuca presenta ventajas comparativas frente a otras fuentes de almidón. Los almidones más usados en la producción de dextrinas son maíz en los Estados Unidos y papa en Europa, potencias que por ser competitivas a nivel mundial han desarrollado tecnologías muy eficientes; sin embargo, el almidón de yuca ha sido considerado como la materia prima más adecuada en la producción de dextrinas de calidad.
- El almidón de yuca tiene una más fácil conversión a dextrinas en cuanto a tiempos y temperaturas de proceso que el almidón de papa o de maíz.
- Las dextrinas obtenidas a partir de almidón de yuca presentan dispersiones homogéneas y estables, inodoras e insaboras en comparación con las dextrinas de maíz que tienen un olor característico y presentan efectos de retrodegradabilidad en las soluciones.
- Las dextrinas altamente convertidas presentan mayor solubilidad en agua fría y menor viscosidad comparadas con las dextrinas de maíz para el mismo grado de conversión, lo que las hace mejores para utilizar en adhesivos con alto contenido de sólidos.
- Los adhesivos obtenidos a partir de dextrinas de yuca forman películas claras y brillantes, al contrario de las dextrinas de maíz que tienden a ser opacas. Tienen una mayor pegajosidad y desarrollan la fuerza adhesiva mucho más rápido que otros, y tiene una reducida tendencia a causar deformación del sustrato o del material al cual se adhieren.

En el mercado mundial de adhesivos, los adhesivos para empaques representan el 39%, y de ese 39%, que incluye los base solvente, los base agua, los *hot melt* (adhesivos de sellado en caliente), el 58% lo representan los adhesivos basados en almidón y dextrinas, por ello su amplia aplicabilidad.

En papel y cartón dominan el mercado a razón de la corta vida útil de estos empaques, del decrecimiento del uso de grapas en diversos empaques y porque los adhesivos naturales facilitan los procesos de reciclaje del papel.

Las dextrinas poseen una amplia aplicabilidad como adhesivos para papel y cartón, formado de cajas, etiquetado, formación de tubos en espiral, formas continuas y sobres. Pero debido a la extensa gama de dextrinas que se obtienen, pueden ser aplicadas para la fabricación de fósforos, explosivos, fuegos artificiales, costura lateral de cigarrillos, el formado de cajetillas; en la industria textil, en pinturas se utiliza como diluyente; en fundición se utiliza como aglutinante de núcleos; en alimentos como mejoradores de masa, panificación, estabilizante, espesante, en fabricación de gomas dulces y como fuente de caloría en productos lácteos. Dependiendo de su aplicabilidad, así será su valor en el mercado.

En mi trabajo de grado se probó la viabilidad técnica de la obtención de dextrinas por vía seca a partir de almidón de yuca, se definió una línea preliminar de proceso y, asimismo, se construyó un convertidor piloto a nivel de laboratorio, donde se obtuvieron dextrinas de excelente calidad comparadas con las que se ofrecen en el mercado colombiano, que son dextrinas de maíz. Una reconocida empresa de adhesivos en Bogotá la caracterizó y los resultados muestran que la solubilidad en agua fría es mucho mayor que la dextrina de maíz, se obtiene una viscosidad menor, el color es más claro y la dispersión en agua es mucho más homogénea y estable que la del maíz, la cual tiende a retrogradarse. Se realizó un adhesivo con esta dextrina y presentó una película más clara y transparente, una mayor fuerza adhesiva, mayor fluidez y viscosidad más baja, lo que permite ser utilizada para aplicaciones con altos sólidos, con baja viscosidad y mayor estabilidad.

Por esta razón, el proyecto tiene el objetivo general de evaluar las condiciones del proceso para la obtención de dextrinas de uso industrial a partir del cultivo de yuca, utilizando tecnología por vía seca como base para facilitar el montaje de plantas de procesamiento en regiones productoras de yuca del país. Tomando como base el estudio realizado en mi trabajo de grado a una escala mayor.

Como objetivos específicos están la identificación de las variedades de yuca que presenten mayor potencial para la producción de dextrinas, la selección de la técnica de extracción más conveniente para obtener almidón de yuca apto para la producción de dextrinas. Otro de los objetivos es diseñar y construir un convertidor piloto para la obtención de dextrinas, definir las condiciones de operación y la línea de proceso para la producción de dextrinas, determinar la potencialidad del mercado de dextrinas según el grado de conversión que se obtenga. Además, obtener muestras de adhesivos industriales para diferentes aplicaciones. Finalmente, determinar los indicadores técnico-económicos como base para la producción de dextrinas.

En consecuencia, los objetivos planteados en este proyecto buscan aprovechar las ventajas competitivas que tiene la yuca frente a otras fuentes de almidón y dar aplicabilidad a los avances agronómicos que ha desarrollado el CIAT en variedades de

alto rendimiento con la identificación de las variedades que sean aptas para la obtención de dextrinas, y por qué no, proporcionar las bases para crear una línea de investigación en almidones modificados, de tal forma que se pueda contribuir a la formación de una agroindustria competitiva en nuestro país, que esté acorde con los nuevos paradigmas de compatibilidad ambiental y sostenibilidad tecnológica, económica, política y social.

“Tecnología de Parafinado de la Yuca”

Conferencista invitada: María Isabel Barragán, SENA – Armenia

Antes de dar inicio al tema que nos compromete, quiero referirme a las personas que no son de Colombia, qué es el SENA, qué hacemos, de qué vivimos y cuál es nuestra perspectiva de trabajo. El trabajo que vamos a presentar lo realizamos a través de un convenio con la Corporación Colombia Internacional, CCI, y el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Costa Atlántica, esto se hizo en los últimos seis meses del año pasado y vimos los avances en tecnologías de conservación de yuca fresca para mercados especializados.

El parafinado de yuca es otro lado de ver la yuca como proceso. Siempre hemos trabajado en la búsqueda de nuevos productos de valor agregado para consumo humano y hemos ayudado a los empresarios que están elaborando croquetas y chips, entre otros productos, a buscar mercados y que este valor agregado empiece a generar en la cadena de la yuca una mejora en las condiciones.

Esta es la misión que nosotros tenemos como programa. El SENA es el Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia. Nosotros vivimos y existimos por los impuestos parafiscales que pagan los empleadores a sus empleados, dependemos directamente del Ministerio de Trabajo y estamos encargados de hacer la capacitación a toda la planta de personal en la parte de manejo de obreros calificados de todas las diferentes ramas de la industria del país. Contamos con planes formativos desde la parte de secretariado hasta la mecánica automotriz, que todo el país, desde Leticia hasta Guajira. Dentro de este programa están los Centros de Atención al Sector Agropecuario, creados mediante un convenio con el Reino Unido y hace nueve años se creó el Programa Nacional de Poscosecha de Frutas Frescas. Así fue como se llamó al principio y la idea era trabajar sobre las pérdidas poscosecha que hay de los productos agropecuarios en toda la gama de frutas y hortalizas que, según las estadísticas del país, de 30 ó 40% y se debían a un mal manejo poscosecha.

En este momento tenemos la misión de ejecutar proyectos de capacitación y transferencia e innovación y desarrollo tecnológico, enmarcado en la visión de cadena y articulado a las necesidades reales del sector productivo. Nosotros tenemos que generar resultados de impacto a corto, mediano y largo plazo.

Nuestros proyectos son trabajados con base en la cadena productiva, en la que tratamos de buscar la cultura de la calidad, es el principal aspecto. Bajo esa cultura de la calidad se

hace innovación y desarrollo tecnológico que optimiza la cadena, reduce las pérdidas poscosecha y todo lo que logramos lo transferimos para lograr impacto social en las diferentes zonas.

Estos son los frentes de trabajo del programa: el primero, la actualización del talento humano. Nuestra misión como SENA es capacitar, hacer transferencia de tecnología y hacemos la capacitación en los proyectos a los obreros calificados, los contadores, la gente de cosecha, al productor en gerencia y gestión de su propia empresa, capacitamos técnicos y talento humano nuevo, como bachilleres en tecnologías de poscosecha y manejo de alimentos.

Tenemos los proyectos de competitividad y desarrollo tecnológico en poscosecha de frutas y hortalizas, que pretenden tomar todo lo que tienen las diferentes entidades de investigación en el país y transferirlo en diferentes condiciones a los agricultores y a la gente que lo necesita. Para este fin publicamos libros, discos compactos, cartillas, para que la gente pueda tomar todo ese conocimiento. El proyecto, dos de innovación y desarrollo tecnológico, es principalmente la cadena agroindustrial, nosotros fallamos muchísimo en la parte de valor agregado, para esto se hace una convocatoria cada seis meses. El tercero es la cooperación internacional que iniciamos con el Reino Unido, pero actualmente trabajamos con diferentes universidades y programas de otros países, traemos las tecnologías, las adaptamos y las validamos. Con otros Ministerios como el de comercio exterior desarrollamos acciones para montar las cadenas ayudando a fomentar diferentes áreas productivas.

Estos son los logros a grandes rasgos de estos nueve años, sobra decirles que tuvimos acompañamiento directo del Reino Unido hasta hace tres años, después el SENA con trabajo y dineros de la empresa privada, el 50%, hemos podido mantenernos y seguir creciendo en nuestro trabajo en cadenas agroindustriales. Tenemos 80 docentes formados, laboratorios poscosecha, tecnología poscosecha en 12 centros del país donde se ofrece a bachilleres y técnicos esta tecnología y estamos unidos con diferentes universidades para profesionalizarlos. Entregamos manuales sobre técnicas transversales con los que se trabajan técnicas que pueden servir para todos los productos. Tenemos manuales por productos, entrega de paquetes de capacitación que es una herramienta básica para técnicos, libros para técnicos y la carpeta que sirve para los instructores, en las que también están las ayudas técnicas para poder hacer presentaciones de esos diferentes módulos de trabajo.

En yuca como SENA, como programa poscosecha, hemos desarrollado trabajos sobre la parte de manejo para consumo humano, junto con el CCI, bajo el programa de Naciones Unidas para el Desarrollo de la Costa Atlántica, donde realizamos el proyecto de desarrollo Alianza de tecnologías de conservación de yuca fresca en la Costa Caribe para exportación, cuyo objetivo era desarrollar y validar tecnologías de conservación de yuca fresca en la Costa Caribe, los objetivos específicos eran identificar cinco núcleos productivos de yuca en los diferentes departamentos de la Costa Caribe; caracterizar cada

una de las variedades cultivadas en los núcleos para consumo fresco, evaluar la duración y la calidad de las variedades de yuca identificadas con los diferentes cubrimientos.

En este proyecto se trabajaron cinco núcleos productivos, el primero es el núcleo del departamento de Bolívar que es la parte de los montes de Carmen de Bolívar, el segundo es el núcleo que se unió por su cercanía geográfica, es el núcleo de Sucre y Córdoba, en los que se encuentran los municipios de Corozal, San Pedro, Palmitos y Sincelejo en Sucre y en Córdoba Chinú, Sahagún y Ciénaga de oro, en este lugar se han hecho muchísimos trabajos en la parte de secado de yuca en patios y hay muchas variedades que dan muy buenos resultados en mercado fresco, teniendo en cuenta que la Venezolana que es la más sembrada en la Costa da muy buenas condiciones. Otro núcleo es el que está en el Norte de Cesar y sur de la Guajira, por problemas de orden público los productores del sur del Cesar se han desplazado hacia el norte del departamento y hacia el sur de la Guajira, teniendo variedades que han sacado ensayos en CIAT que tienen muy buenas condiciones; el núcleo productivo cinco es el departamento del Magdalena en los municipios de Pivijay, Ariguani, Fundación y San Ángel. Estos núcleos se priorizaron por tener posibilidades de distritos de riego. Este proyecto tenía como objetivo principal encontrar estos núcleos productivos con CCI para poder suplir mercados de exportación con yuca todo el año.

En la caracterización de variedades de yuca priorizadas, lo que se encontró como variedades que podían servir por palatabilidad y por condiciones de presentación para la parte de parafinados fueron la variedad Venezolana cumpliendo prácticamente el 90% de las condiciones, la MCOL 1505, la Mona Blanca que es una variedad muy utilizada en los huertos caseros, ICA Costeña y Negrita.

La ficha técnica desarrollada para cubrimientos con la parte de mercados de exportación dice que un tamaño ideal de una yuca parafinada es entre 25 y 40 cm longitud ideal, forma cónica o cónica-cilíndrica, el color de la corteza blanco, crema y rosa, color del peridermo o cascarilla debe ser café claro a oscuro, color de pulpa blanca, tiempo de cocción menor de 15 minutos, sabor agradable dulce, textura suave y sin presencia de fibras.

La metodología del cubrimiento es muy sencilla: se hace una selección según la ficha técnica, que esté entera sin ninguna herida, luego se hace un lavado, una desinfección que se hizo con un producto basado en cítricos llamado longlife es sacado del aceite esencial de semillas de cítricos, se seca, lo que es muy importante porque la parte de parafinado se puede perder si la yuca no está completamente seca después de la desinfección, un empaque y el almacenamiento, para estos ensayos hicimos almacenamiento a temperatura ambiente y con Olímpica hicimos un desarrollo muy pequeño con almacenamiento a 10 grados.

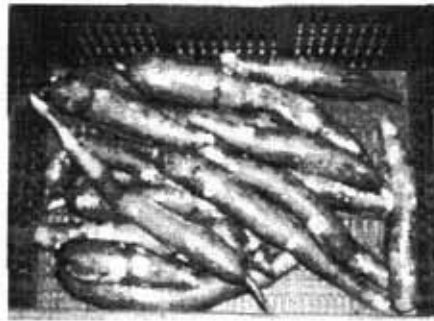
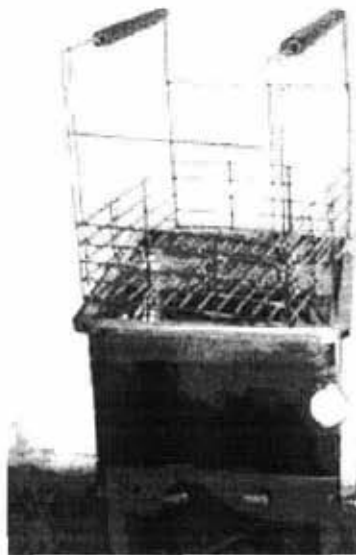


Figura 3.5. Prototipo de parafinador y primeros ensayos de yuca parafinada.

El prototipo de parafinador artesanal que comenzamos a trabajar se puede optimizar, por ahora es una simple olla con parafina interna, una canastilla y un termómetro para tener muy controlada la parte de temperatura, si nos pasamos de 150 grados con parafina china tenemos problemas de cocción y daño de la pulpa y si está por debajo de 120 ó 110 grados tenemos problemas en la presentación del producto queda una capa muy gruesa que se quiebra con facilidad.

Los cubrimientos evaluados fueron: la parafina china que es la normal con que se hacen velas y venden de 2.500 a 3.900 kilos, alemana que da un terminado mucho mejor pero su precio es casi el doble, elastómero es un cristal con todas las características es a base de la cristalización de hidrocarburos en pequeñas mallas, es un producto que ha dado muy buenos resultados en otras clases de manejo de alimentos, es bastante caro pero es totalmente natural, cumple todos los requerimientos y la base es la misma de la goma de mascar, las resinas 295 y 300, son resinas líquidas, naturales cuya aplicación difiere de las anteriores porque se maneja a temperatura ambiente y hay que darles un secado después de hacer el cubrimiento. La parafina china da un cubrimiento brillante, muy bonito, que es la que normalmente se usa en los supermercados, da muy buena presentación y el elastómero da un cubrimiento mucho más grueso y cambia el color de la presentación. La parafina alemana que da una presentación muy bonita y brillante pero con serios problemas de conservación. La resina 300 da un cubrimiento brillante pero muy natural, gustó muchísimo en los supermercados, la resina 295 tiene un problema de solidificación muy rápida y produce cierta molestia visual tiene unos grumos por encima aunque es la de mejor conservación pues puede llegar a 45 días sin ningún problema.

El costo del cubrimiento con elastómero necesita 18 g/kg, que cuesta 142 pesos por kilogramo. La parafina alemana necesita 16 g y cuesta \$44 pesos. La parafina china se necesita de 12-13 g y cuesta \$40 pesos, lo mismo que la resina \$295 y \$300, pues sus condiciones químicas hacen que sea más barata.

Las variedades de mejores condiciones a los 30 días fueron la venezolana, ICA Costeña y Corpoica Caribeña. La Enanita que presentó una de las de mejores condiciones de palatabilidad, además de una presentación excelente, no llegó a los treinta días con buenas condiciones, se presume por su exceso de almidón y tendencia a tomar un sabor a fermento.

Los mejores cubrimientos son los de parafina china, que es la comercial y la resina 295, que es la natural y la estamos tratando de validar como una respuesta orgánica, ya que la parafina china presenta problemas en la parte de manejo de residuos ya que el cubrimiento hace que la cáscara no sea biodegradable y se forma un problema ambiental.

El tiempo de inmersión en parafina en calientes es prácticamente de 3 a 4 segundos y en las resinas encontramos que es mucho mejor pasar rodillos untados sobre la yuca, funciona muy bien y el tiempo de secado es mucho mejor.

En cuanto a las proyecciones futuras, se busca adicionar valor al producto, generar empleo y aprovechar el potencial del área con riego en los núcleos productivos en la costa atlántica, ya que tienen producción constante de yuca por su misma forma de alimentación, la idea es lograr que la gente utilice un porcentaje de su cosecha en la parte de exportación.

Preguntas y comentarios

En este trabajo conjunto hay un miedo y es cómo lograr competir con los costarricenses, ellos manejan el 85% de ese mercado con un 30% más barato, cómo se va a quebrar este mercado.

Lo que plantea CCI en la parte de mercados es que durante el año los costarricenses dejan dos ventanas por problemas climáticos, que Colombia va a aprovechar para entrar en el mercado en los meses de julio y agosto. Además nosotros tenemos una ventaja comparativa, la yuca de la Costa Atlántica en cuanto a sabor es mucho mejor que la de Costa Rica, de todas formas es un miedo que tenemos todos, pues lo más problemático es el manejo de esta yuca fresca sin valor agregado, una yuca que va a llegar tal cual y que va a ir a competir con unos monstruos.

Es uno de los problemas y miedos que han surgido de todas formas. Lo que hacemos con el CCI es buscar esa alternativa de romper, de lograr esos nichos de mercado. La idea es buscar mercados de exportación, nichos porque nosotros no vamos a darnos palo con supermercados sino abrimos vía con pequeños nichos.

Hay una inquietud sobre el tiempo de cocción, usted habló de que el tiempo que están exigiendo es de 15 minutos.

Las pruebas de cocción se hacen así: cuando ya está el agua hirviendo se mete la yuca, se cuentan los quince minutos, pero después de que ella empieza a hervir. En una olla de presión se deja hervir el agua, mete la yuca, la tapa y se cuentan de 5 a 10 minutos.

¿Cuánta parte de conversión tienen de no parafinada contra parafinada?

Después de seleccionado se pierde un 5 ó 6%, usted cosecha toda la yuca y lo único que se puede escoger es máximo un 40 ó 50% que es lo que cumple con los requerimientos de tamaño, color, sabor, presentación, diámetro, entonces todas las delgadas o demasiado grandes las dejamos para harina.

“Tecnologías de Procesamiento de Yuca”

Arturo Watemberg, Industrias Armare Ltda.

Fui dirigente de una fábrica de productos balanceados por 15 años y durante ese tiempo la inquietud era buscar la mejor calidad en las materias primas. Esta calidad se conoce como los nutrientes que esas materias primas tengan y su influencia en la calidad del alimento que se está produciendo. Durante los primeros siete años de producción utilizamos materias primas comunes y corrientes, secas como viene el maíz con 14% de humedad, nunca utilizamos yuca por el problema de micotoxinas que siempre se encontraban por el proceso de secado natural o tradicional, que se utiliza en la Costa Atlántica. Lógicamente para la avicultura, el 90% de nuestra industria, era un peligro, especialmente para los pollos de engorde que era una carrera contrarreloj, ya que en 42 días deben tener cierto peso y producir cierta cantidad de carne. Mientras utilizamos nuestras materias primas secas nuestros resultados variaron mucho, no había una constante.

Una vez que iniciamos con nuestras investigaciones para mejorar la calidad de las materias primas comenzamos a utilizar el proceso de precocción de tostado de cada una de ellas. A medida que fuimos utilizando cada una íbamos viendo buenos resultados, con un maíz que venía bastante contaminado, mejoraron los resultados, seguimos con frijol, soya tostada, luego con sorgo que a pesar de los taninos con este proceso de precocción se minimizaban o se eliminaban. Todas estas pruebas fueron hechas comparativas con fórmulas de material seco tradicional y con material precocido. Utilizando estas materias primas nuestros resultados fueron un 80% mejores, tanto así que de 2.500 ton subimos a casi 4.000 ton de producción y venta. Una vez que comenzamos con la yuca en el proceso de precocción y tostado subimos a unas mil toneladas más lo que confirma que el proceso de tostado de precocción de cada una de las materias primas influye muchísimo en el mejoramiento de la calidad de los nutrientes, le da un valor agregado a la materia prima.

Mario Tobar es el gerente técnico de Industrias Armare, una empresa agroindustrial cuyos propósitos apuntan: primero, a la construcción de plantas para la fabricación de alimentos

balanceados suministrados a animales, con capacidad de 5-120 t/hora, y cualquiera de los componentes, ya sea molinos, secadoras, etc.; segundo, construir plantas completas secadoras tostadoras de granos como el frijol soya, maíz, sorgo, yuca, plátano, arveja, que mejora sustancialmente la digestibilidad de cada una de las materias primas con capacidades de 1-8 t/hora, claro está que si sólo se llega al proceso de secamiento la misma planta tiene una capacidad hasta de 14 t/hora. Tercero, fabricar equipos cuyos costos son notablemente inferiores al de los importados y la calidad comparable a las del mejor de ellos con una asesoría garantizada y asistencia técnica permanente para optimizar toda su productividad. Fabricamos maquinaria especial para otros sectores de la industria química, molinería, pastas, equipos para producción de almidones, dependiendo de las necesidades de cada cliente.

Nuestra empresa ofrece un equipo estrella que consta de un secador y un tostador Tremco, con la versatilidad de poder utilizarlo con toda clase de granos: cereales, yuca, batata, suministrándole un valor agregado a la calidad de materias primas obtenidas, utilizable en la fábrica de concentrados, lo que llaman 'piensos' en Europa para animales. Es decir, la versatilidad del equipo es que seca y tuesta toda clase de granos, manejando cada uno de manera diferente, pero es el mismo equipo que sirve para todo.

El proceso de cocción busca obtener el máximo de provecho de las cosechas de sorgo, maíz, frijol, yuca y otros. Se obtienen beneficios como productividad, rendimiento, salud, nutrición, apariencia, tamaño de huevos, mejor conversión en los animales y almacenamiento. Hemos comprobado las mejoras en los rendimientos de los balanceados y el resultado en el campo, porque al tostar cada una de las materias primas se aumenta hasta un 15%, mejoran las proteínas, los aminoácidos, se eliminan bacterias, se mejora toda la digestibilidad, se eliminan las impurezas, pues se queman, pero no la materia prima.

El proceso se refiere principalmente a la acción del calor sobre los almidones y en menor grado sobre los otros nutrientes, proteínas y grasas. Por otra parte, el efecto de alta temperatura también se manifiesta en otros beneficios de importancia nutricional y sanitaria de los granos tratados. En forma similar al tratamiento térmico de granos leguminosos como la soya, el control preciso de la temperatura y la duración del proceso de tostado es fundamental para lograr el máximo beneficio nutricional de los ingredientes procesados.

Los principales beneficios que se pueden obtener a través de un tostado efectivo de maíz, sorgo, yuca, etc., son: gelatinización y dextrinización de almidones mediante una mejor hidrólisis y digestión de los alimentos al facilitar la acción de las enzimas digestivas del animal, el nivel de energía metabolizable de los granos tostados se incrementa sustancialmente, la desnaturalización de algunas proteínas y factores que alteran el sabor y el aroma mejorando, por consiguiente, la palatabilidad de los alimentos.

La predilección de almidones y proteínas permiten una digestión más completa en el organismo animal, principalmente en animales jóvenes y con desarrollo incompleto o con

problemas en el sistema digestivo, especialmente en los pollos de engorde que en la primera semana llegan a los 335 ó 340 gramos de peso, hay que darles un alimento bien digestible para evitar que tengan diarreas y problemas en el futuro.

La inactivación de las enzimas lipasa y los lipoxigenasas son responsables de acelerar la oxidación de la grasa y afectar el sabor de materias primas altas en grasas. La soya extruída que se utiliza en alimentación, es una soya que tiene bastante grasa, pero en un ambiente como el de la costa Atlántica en donde la humedad relativa es de 95%, por lo general al cabo del mes, mes y medio, las grasas se oxidaban y eso producía el tránsito rápido, entonces tostado el frijol soya para reemplazar la soya extruída se eliminó este problema en un 95%.

La limpieza y la esterilización de los granos como resultado de la utilización de temperaturas que destruyen o inactivan microorganismos patógenos o elementos contaminantes.

Para secar las materias primas se elimina el agua a una temperatura de 80 ó 90 grados que, además de eliminar el agua, mata todas las bacterias y eso es beneficioso para las industrias de balanceados, ya que no es necesario utilizar antibióticos y bactericidas en las formulaciones, por lo tanto disminuyen los costos de fabricación de alimentos dando un mejor resultado en el campo. Insectos, larvas, fases intermedias se disminuyen drásticamente, lo que influye sobre el estado sanitario del animal de consumo del producto tostado.

El preacondicionamiento de los granos facilita procesos posteriores de molienda y pelletización mejorando la eficiencia de los equipos que se utilizan en el proceso. En el proceso de producir alimentos, un punto importante es que el pellet que salga tienen que tener cierta dureza, pues si se desmorona el avicultor pierde el pollo, debe hacer mucho más esfuerzo gastando energía buscando la harina, entonces las conversiones se pierden. Con las materias primas tostadas el pelletizado sale mucho más duro, aumenta la durabilidad, evitando lo anterior, además, el gasto de los dados o rodillos que se utilizan, alcanzan a producir 26 mil toneladas sin necesidad de cambiarlos.

La capacidad de almacenamiento tostado se prolonga en forma evidente gracias al mejoramiento en la calidad del producto, mejor humedad y eliminación de factores contaminantes.

En el caso de los granos con alta humedad se logra la eliminación de los excesos de agua y la concentración del resto de los nutrientes, especialmente las energías metabolizables.

En términos de producción, los animales deben experimentar un crecimiento más rápido con mejor eficiencia de conversión alimenticia, así como una menor mortalidad. Les contaba que en pollos de engorde es una carrera contra el reloj, porque en 42 días deben tener un peso específico, nosotros hemos logrado con estos alimentos tostados, incluyendo la yuca, reducir de 42 a 36 días la alimentación para conseguir 1 kilo 800

gramos y una eficiencia europea, que indica la cantidad de carne que se puede aprovechar del animal, de 259.

Al igual que en otros casos de evaluación económica de proceso industrial es necesario realizar el análisis de costo beneficio del sistema de tostado seleccionado. Naturalmente, las especificaciones del equipo y el tipo de combustible utilizado influyen directamente en el costo del proceso.

Otros beneficios del tostado

Hicimos unos análisis con maíces contaminados que fueron procesados y tostados, y tenemos que los recuentos de aerobios mesófilos bajaron de 24 a 10, recuento de coliformes menor de 10, recuento de hongos negativo. Esto demuestra que con el proceso de tostado se eliminan las bacterias, se abarata la fórmula de producción de alimentos, porque no hay necesidad de agregar bactericidas ni antibióticos.

Desde hace cinco años estoy luchando para incrementar el cultivo de la yuca, entonces le he puesto un refrán 'la yuca es el maná contemporáneo para la industria de alimentos'. La yuca, una alternativa urgente que nos permita a los colombianos, y a todo el que quiera participar, generar mayores fuentes de trabajo en el campo y en la industria. Una alternativa para reemplazar un alto porcentaje de materias primas importadas, que elevan los costos de producción con un mayor agravante, los inventarios de maíz y demás cereales escasean a nivel nacional. Se importan 2 millones 600 mil toneladas de maíz al año en Colombia para la industria de alimentos. Hemos llegado a reemplazar en nuestras fórmulas hasta el 30% de maíz por yuca en avicultura y hasta el 60% en ganadería, entonces de 2 millones y medio que se traen al año para reemplazar sólo el 30% se necesitan un millón de toneladas de yuca seca no más en el país, y dónde tenemos tanta yuca, debemos que empezar a cultivarla.

Descripción del equipo



Figura 3.6. Los equipos deshidratadores desarrollados por Tremdco son fabricados en diferentes modelos y capacidades, que se ajustan a las necesidades de los clientes de Inversiones Armare Ltda.

Tremdco es la marca que estamos utilizando para todos los equipos. Inversiones Armare es la firma principal y Tremco es el nombre patentado de la maquinaria que estamos

ofreciendo. Los equipos deshidratadores utilizados por Tremco, subsidiaria de Armare, son fabricados en diferentes modelos y capacidades que se ajustan a las necesidades de nuestro tiempo. Adicionalmente, el equipo consta de deshidratadores de lecho fluidizado, deshidratadores por tandas, deshidratadores de transferencia de calor, deshidratadores y cocinadores rotativos, tostadores por tandas y de forma continua. El diagrama de flujo del equipo funciona desde que recibe la materia prima con un silo de almacenamiento, pasa a un sistema y pasa al equipo secador tostador en donde sale de una vez tostado, lógicamente existe un sistema de enfriamiento y luego el empaque. Para evitar la contaminación con micotoxinas nosotros desarrollamos un equipo picador diferente al tradicional y al de Tailandia que corta y pica la yuca en trozos pequeños y parejos para que se pueda secar y evitar la humedad que queda por dentro, pero teníamos el inconveniente que las personas que utilizaban las pistas duraban 3 ó 4 días para llegar al 12%, nosotros logramos en 14 horas de sol bajar la humedad del 65 al 30%, y el ácido cianhídrico al mínimo.

La planta definitiva que ofrecemos pasa del lavador al picador, por un sistema de transporte, pasa a los deshidratadores en acero inoxidable, en el primer deshidratador es donde se elimina con bajas temperaturas el ácido cianhídrico y se evita que la linamarasa ayude a eliminar el ácido cianhídrico y así se baja la humedad hasta el 50%, pasa al otro deshidratador en donde se baja la humedad hasta el 30% y después pasa al sistema de tostado donde se deja con el 12% seco y tostado al mismo tiempo. Hay quemadores de gas para cada una de las etapas y ciclones para exhalar el aire caliente que sale, que en el momento en que está funcionando bien recuperamos el aire y lo utilizamos hacia adentro, para evitar o minimizar el costo de gas natural.

Es importante saber que el sistema de secado puede ser únicamente este, pero sin costo adicional, el único costo adicional sería un quemador más y el consumo de gas, entonces se entrega un producto cuyo costo total del equipo viene a ser semejante a cualquier equipo de sólo secado, tenemos que comparar el equipo de secado con el equipo de tostado y los procesos de mano de obra. Sacar un producto tostado total no nos cuesta más de 38 pesos por kilo, que es supremamente barato para cualquier proceso. Todos los equipos funcionan con controles electromagnéticos, una sola persona maneja todo este equipo simplemente se necesitan cotereros u operadores para llenar y empacar. El por qué de una sola persona es porque con el tablero de control, una vez que se hace la primera tanda, se le hacen los ensayos de gelatinización y se ve que esa es la temperatura, se conecta de una vez y trabaja automáticamente, simplemente hay que estar adicionando y empacando.

Los equipos diseñados para la deshidratación o el tratamiento térmico de granos pueden ser suministrados con quemadores para los siguientes combustibles: gas propano de baja presión, gas natural, diesel o combustible. El carbón no calienta sino hasta 80 ó 90 grados y lo utilizan mucho para los secadores de arroz, tiene el inconveniente de que nunca puede conseguir una estabilidad en la temperatura, por lo que hay que estar adicionándolo, además el problema ambiental puede crear dificultades. La gran mayoría han sido diseñados en forma modular para facilitar el transporte, pues un equipo completo

puede acomodarse fácilmente dentro de un contenedor de 20 ó 40 pies. Comparado con otros sistemas el valor de la inversión de un equipo compacto para deshidratación y tratamiento es muy bajo, el costo y mano de obra se minimiza, ya que su operación requiere de una persona, debido a su diseño.

“Tecnología de Procesamiento de Harina de Yuca”
Jair Ortiz, Empresa Metalúrgica Colombiana, EMC

La Empresa Metalúrgica Colombiana, EMC, nació hace 43 años como una respuesta a la necesidad de deshidratación de granos, en ese entonces se manejaba maíz y sorgo, y posteriormente arroz. Después de desarrollar esta tecnología y estos adelantos que necesita la deshidratación se vio otra oportunidad de tecnología en la parte de deshidratación de pastos y forrajes, esto llevó a incrementar la ceba intensiva en el país. Además de la parte de deshidratación empezó a tener plantas de almacenamiento de granos, pues tenemos el 80%.

Después empezamos la fabricación de digestores, esto con el fin de lograr obtener al final del proceso harinas de carne para ser posteriormente utilizadas en lo que son las plantas de concentrados, ahora como las empresas se tienen que adaptar a los cambios que van surgiendo, vemos un importante campo de trabajo en el proceso de deshidratación de yuca.

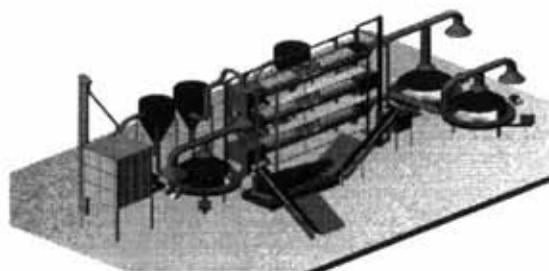


Figura 3.7. Planta para el procesamiento de yuca 3.5 t/hora (producto húmedo).

Empezamos el proceso en la tolva de recibo, luego se encuentra un transportador, elevador de tornillo con un diámetro de 12 pulgadas, con una capacidad de 3.5 ton de producto fresco, y al final del proceso 1.4 ton de producto deshidratado en una hora. Posteriormente, a este elevador de tornillo sin fin encontramos una lavadora, nosotros habíamos pensado inicialmente en utilizar un drummer para que la fricción desapareciera las impurezas, pero debido a que la yuca es arrancada en épocas lluviosas entonces se encuentra adherida a ella una cantidad de impurezas, entonces decidimos implementar un sistema de agua a presión para garantizar y facilitar que esa yuca quede limpia para continuar con el proceso.

A la salida de este drummer o tambor, encontramos lo que es un elevador transportador de tornillo sin fin muy semejante al primero, este tiene como principal objetivo cargar la picadora, una picadora de disco horizontal, nosotros hemos ido cambiando un poco el diseño, porque inicialmente utilizábamos una picadora de disco vertical, el disco horizontal posee cuchillas en forma de lóbulos que me van a garantizar un producto que facilita la deshidratación en los pasos siguientes. Este producto sale por un transportador de banda para cargar lo que son los tambores deshidratadores, a ellos llega el aire caliente proveniente de un quemador, hemos considerado la posibilidad de un quemador de coque, aunque se puede utilizar con cualquier combustible, ya sea gas natural, gas propano, acpm.

El gas caliente que proviene de la combustión en un quemador que alimenta el tambor deshidratador, que es un tambor rotatorio y tiene un diámetro de 1.2 metros, además de esto posee unas aletas en la parte interna que facilitan el transporte mecánico y, además de esto, el tambor tiene acoplado un ciclón, en los tres tambores hay un transporte mecánico debido a las aletas internas que tiene y además un transporte neumático por acción del ciclón. Este ciclón va a recoger, a la salida de este tambor, partículas finas que están deshidratadas con el 12% de humedad. El proceso continúa entre tambor y tambor, hay unas esclusas para graduar el flujo, posteriormente va en contra flujo al siguiente tambor, en este pasa exactamente lo mismo, las aletas y el transporte neumático descarga en el próximo tambor.

Lo más importante es el manejo que le demos a las temperaturas, nosotros estamos hablando de una temperatura de 60 grados centígrados, en el segundo tambor una temperatura de 80 grados y para finalizar una temperatura de 120. Vamos a bajar la humedad de 65% a un 55%. En el segundo tambor del 55 al 44% y en el último vamos a bajar del 44 al 12%. Entonces viene el producto por esta tubería y encontramos un enfriador, la capacidad de éste es 1.4 ton porque ya se ha deshidratado toda el agua que teníamos. El producto viene caliente, necesitamos un enfriador que no posee ningún tipo de aislante térmico y entonces la transferencia de calor se basa en convección con el medio ambiente y al final dada la salida del enfriador se unirían estos productos finos que han sido captados por el ciclón para ir finalmente a lo que es el elevador de cangilones y al silo de almacenamiento. Nosotros hemos acondicionado un silo de aproximadamente 14 ton de capacidad para almacenar la producción de un día de trabajo.

Programa de inversiones

Nosotros estamos considerando el valor de esta planta en 170 millones de pesos, el montaje en unos 30 millones de pesos para un total de 200 millones de pesos, donde viene incluido la tolva de recibo, transportadores, lavadora de yuca, picadora de yuca, deshidratadora, cámara de combustión, elevador de cangilones, silo de almacenamiento (14 ton yuca seca) y tableros de comando general. Nosotros consideramos que es necesario un lote de 220 m² y una bodega de almacenamiento de 60 m², esto costaría 28 millones de pesos.

Parámetros para tener en cuenta

Valor planta	\$ 170'000.000
Depreciación	10 años
Tiempo de trabajo	16 horas / día
Número días trabajados	300 días / año
Capacidad por hora	1400 kilogramos / hora
Valor bodegas	\$ 28'000.000
Depreciación	20 años

Análisis de costos

Valor equipo (Equipos de la planta)	\$ 200'000.000
Valor anual depreciación:	\$20'000.000 (10 años)
Producción anual yuca seca:	6'720.000 kg (300 días x 16 horas x 1400 kg/hora)
Valor amortización maquinaria	\$2.97 / kg de yuca seca

Construcciones

220m ² para planta	
60m ² bodega de almacenamiento	
Depreciación de la bodega:	20 años
Valor anual depreciación:	\$1'400.000
Valor amortización bodegas:	\$ 0.20 / kg de yuca seca

El costo de la materia prima depende de la variedad y la región donde se comercialice. El de nosotros fue basado en una región donde el precio de compra del kilo es a 100 pesos.

Relación de conversión: 2.5 kg de yuca fresca por 1 kg de yuca seca
Valor 2.5 kg necesarios para la obtención de 1 kg: \$ 250

El coke es un combustible alternativo que a veces se confunde con el carbón que posee alquitranes y sustancias tóxicas. Este coke ya ha sido tratado, procesado, se le hace una convección con bajo oxígeno, se elimina el alquitrán y los productos que son contaminantes, por eso está incluido dentro de los combustibles a utilizar en la planta. Estamos hablando de un consumo para nuestra planta de 258 kg/hora, el valor de la tonelada de coke está a \$ 140.000, el valor combustible (por hora de trabajo)= 140 x 258 = \$ 36.120 que nos daría un valor de combustible = \$ 25 / kg de yuca seca.

Independientemente de qué diseño se esté manejando, referido a los combustibles, nosotros vamos a requerir para esta planta 6 millones de pesos que nos dé un buen poder calorífico para los 3.5 ton.

También hicimos el análisis con el gas natural y necesitamos 153.8 m³/hora valor m³ de gas natural: \$ 336, valor combustible (por hora de trabajo)= 336 x 153.8 = \$ 51.692, que nos da un valor de combustible total \$ 36.9 / kg de yuca seca.

Con el ACPM, el consumo es de 43 gl/hora, el valor GAL de ACPM: \$ 2.300, el valor combustible (por hora de trabajo)= 43 x 2300 = \$ 98.900, lo que nos da un total de valor combustible = \$ 70.6 / kg de yuca seca. El consumo de gas propano es de 67.4 gl/hora, el valor del galón de gas propano es de \$1750, valor combustible (por hora de trabajo)= 336 x 153.8 = \$ 117.977, con un total de valor combustible de \$ 84.26 / kg de yuca seca.

Nuestra planta es muy flexible y puede manejar los cuatro combustibles pero el costo del gas propano es muy superior, además se requiere una infraestructura un poco mayor, pues necesitaría de un tanque de aproximadamente 10 mil galones, un tanque de 3.50m x 10m, con todas las normas de seguridad y además se debe tener en cuenta un radio de 30 m alrededor del equipo.

Con relación a la energía eléctrica, un factor a tener en cuenta en nuestra planta, estamos hablando de un consumo de 35 kilovatios por hora, el costo kw/hora cuando lo manejamos estaba en zona industrial a \$203.1, esto nos da un costo energía por hora de \$ 7.108, y al final estamos hablando de un costo de energía de \$ 5.07 / kg de yuca seca.

En cuanto a la mano de obra nosotros hablamos de dos turnos, el primero consta de: un administrador con un salario de \$600.000, un bodeguero y auxiliar \$ 400.000 y dos operarios con el salario mínimo vigente \$ 618.000, eso nos daría \$ 1'618.000, una carga prestacional (32%) = \$ 1'618.000 x 0.32 = \$ 517.760 "primer turno", en total esa mano de obra del primer turno da un total de \$ 517.760 + \$ 1'618.000 = \$ 2'135.760.

Para el segundo turno necesitamos un bodeguero y auxiliar \$400.000 y dos operarios \$618.000 con un total de \$ 1'018.000, carga prestacional (32%) = \$ 1'018.000 x 0.32 = \$325.76 "segundo turno", para un total de mano de obra segundo turno = \$1'018.000 + \$325.760 = \$1'343.760.

En general haciendo la suma de ambos turnos la mano de obra nos daría un total de \$2'135.760 + \$1'343.760 = \$3'479.520, que se traducen en \$6.21 / kg de yuca seca.

Se considera un mantenimiento del 5 % anual del valor total de la planta que equivale a \$200'000.000 x 0.05 = \$10.000.000, eso se traduciría en un valor de \$1.48 / kg de yuca seca.

Este sería el resumen de costos:

1. Amortización por maquinaria	\$2.97
2. Amortización por bodegas	\$0.20
3. Materia prima (región)	\$250.00
4. Combustible (coke)	\$25.00
5. Energía eléctrica	\$5.07
6. Mano de obra	\$6.21
7. Mantenimiento	\$1.48

COSTO TOTAL 290.93/kilo de yuca seca

Como ya se mencionó, el precio venta (en planta 1 kg. yuca seca) es de \$350, el costo de producción utilizando el coke sería de \$ 290.93, la utilidad / kg de yuca seca sería la diferencia $\$350 - \$290.93 = \$59.07$, la producción de yuca seca anual en esta planta de 3.5 ton nos daría $1400 \times 16 \text{ h} \times 300 \text{ días} = 6'720.000 \text{ kg}$ de producción, que multiplicada por la utilidad bruta anual daría $\$396'950.400$, lo que quiere decir que en menos de un año se recupera la inversión en la planta.

El costo de secado:

1. Depreciación equipos	\$2.97
2. Combustible	\$25.00
3. Energía eléctrica	\$5.07
4. Mano de obra	\$6.21
5. Mantenimiento	\$1.48

Eso nos da un costo de secado de \$40.73, muy próximo a diseños que han dicho que el costo de secado debe ser el 10 % para hacer rentable el negocio, y nosotros hablamos de un 12%.

Hectáreas a cubrir por la planta de 3.5 ton de yuca fresca, 16 horas de trabajo por día, con una variedad que tiene un rendimiento de 20 ton por ha, estamos hablando de 700 ha, y en una que produce 40 ton por ha, estamos hablando de una planta para 350 ha.

También tenemos un diseño para 6 t/hora de yuca fresca, hablamos de una variedad con la que podemos obtener 20 ton/ha, nos referimos a una planta para 1200 ha, si es una variedad que produce 40 ton/ha, hablamos de una planta para 600 ha.

Discusión de planes de trabajo para el período 2002-2003

Venezuela

- Se va a trabajar en un taller de Bancos de Germoplasma, para que los grupos de investigación venezolanos conozcan la orientación hacia las soluciones a partir de estas herramientas y empiecen a aplicar el trabajo de mejoramiento. Se designa a Hernán Ceballos del Programa de Mejoramiento de yuca del CIAT.
- Armando Gerstl comenta la propuesta de Hernán Ceballos de trabajar a nivel de evaluación en campo como una batería de prueba con un protocolo establecido. La idea es que los materiales lleguen a todo el país por medio de institutos que se encarguen de multiplicar, distribuyan el material e instalen su protocolo de evaluación para ir identificando cuáles son los materiales ideales de cada zona.
- Apoyo en la evaluación de material por parte de CIAT.
- Suministro de materiales in vitro.
- Envío de materiales in vitro para CIAT.
- Visita a las siete redes de Funveyuca por parte de Lisimaco Alonso.
- Taller de alimentación animal Funveyuca a cargo de Julián Buitrago y Jorge Luis Gil.
- Asesoría en multiplicación de semilla a cargo de José Albarrán y Juan Mateus.
- Proyecto plagas con la participación de Anthony Bellotti y Bernardo Arias del CIAT y María Verdolegui del INIA.
- Participantes (2) de Venezuela en Curso Internacional.
- Participantes (2) de Venezuela en Curso Tachira.

Perú

- Crear el comité de yuca que se encargue de hacer una síntesis de la experiencia de investigadores que no han sido publicadas, a manera de manual.
- Mecanización: documentos técnicos, por parte de empresas privadas principalmente que venden equipos de siembra y cosecha.
- Germoplasma mejorado de yuca, información sobre germoplasma para producción de follaje y dextrinas.

- Información procesamiento de yuca – resumen de experiencias CLAYUCA.
- Sistema de trabajo del SENA, detalles de la organización.
- Diagnóstico y análisis socioeconómico del sector yuquero en el Perú.
- Réplica del modelo de visión prospectiva de Venezuela en Perú, Ecuador y Bolivia.

Bolivia

- Investigación de costos de producción de yuca por contacto directo con economistas CLAYUCA o el CIAT.
- Follaje: información, avances de investigación.
- Identificación de germoplasma mejorado, pruebas regionales, líneas promisorias para suelos ácidos.
- Distribución de libro de yuca en Bolivia.
- Información sobre fertilización con micronutrientes.
- Mecanización: tipos de maquinaria y costos.
- Diagnóstico de las necesidades de los diferentes sectores involucrados en la cadena de yuca en Bolivia.
- Información sobre demanda potencial que tendría la yuca como componente de alimentos balanceados.
- Caracterización y análisis prospectivo sobre los tres grupos de utilización de yuca: humano, animal e industrial.

Ecuador

- Información de planes y demandas de trabajo por escrito.

Mejoramiento de Yuca ***Hernán Ceballos, CIAT***

(Ampliación de este proyecto: sección 6.1 y 6.2.)

Trabajamos con CLAYUCA de manera complementaria, ya que el Consorcio es un vehículo perfecto para que nosotros podamos transferir mucho que, de otra forma, quedaría represado en Colombia.

Quiero transmitirles mucha esperanza que la yuca en poco tiempo, esperamos nosotros, va a entrar en otro nivel en cuanto a la capacidad de ser sometida al mejoramiento genético.

Hace un tiempo hicimos un análisis sobre la producción y la importación de maíz en Colombia que sirvió de cuantificación de mucho de lo que estamos haciendo en este momento. Usamos el argumento de que el maíz no puede competir con el maíz producido en regiones templadas, mientras que la yuca sí podía.

Hoy nos apoyamos en datos concretos para confirmar lo anterior. Se trata de un agricultor de la Costa Norte de Colombia que en un área de 9, casi 10 hectáreas, produjo en promedio 84 toneladas. Esto no se va a volver a repetir, lamentablemente, al menos en el futuro cercano; aún así, da una confirmación muy grande a ese argumento de que la yuca es un cultivo competitivo.

La yuca es tal vez el único cultivo que nos da todo de sí: podemos explotar el follaje (follaje seco se vende a 100 dólares por hectárea la tonelada en Vietnam). Y nosotros en ciertos ambientes en Colombia, podemos producir 2 ó 3 toneladas de materia seca de follaje. Esa es una realidad que ahora podemos pensar en explotar gracias a la cosechadora de follaje; los tallos son utilizados como material de siembra y las raíces que son los productos principales. Estamos dando un énfasis mayor en tratar de desarrollar almidones que sean de mayor valor económico para la industria.

Tenemos distintas alternativas: Consumo fresco, alimentación animal, almidones y los alimentos procesados, con la posibilidad de explotación de harina de follaje y la extracción seca de almidón, un concepto que ofrece ventajas muy interesantes, más la posibilidad de contar con una cosecha confiable y el uso de no agroquímicos.

Estamos trabajando muy de cerca con CONGELAGRO, que son productores de croquetas de yuca, que ahora pertenece a McCain, una fábrica de congelado de pasta, ellos nos han hecho tomar conciencia de que la yuca no recibe agroquímicos, esto en comparación con la papa. En este sentido, podemos ver que tenemos gran posibilidad de perspectivas al futuro. Me refiero a esto, para ilustrar lo que estamos haciendo en lo que respecta a utilización de yuca, que es una de las áreas en las que CLAYUCA asume total liderazgo.

Estamos trabajando con el tema del deterioro de la raíz. Estamos trabajando muy de cerca con CONGELAGRO y otras fábricas que trabajan en procesamiento de yuca, en la producción de croquetas y chips fritos. Hay trabajos realizados en el tema de contenido de proteína, lo que es muy importante para alimentación animal. Estamos buscando fuentes naturales de mayor contenido de proteína, así como la posibilidad de evaluar materiales genéticamente modificados con un gen artificial. Se está estudiando la herencia de la calidad culinaria y estamos trabajando sobre el tema de carotenos que es muy importante, tanto en la producción de chips y croquetas como en el manejo del deterioro fisiológico, un elemento importante en la alimentación humana.

Es necesario destacar que estamos encontrando que cuando tenemos un nivel mínimo de unos 50 miligramos de caroteno en las raíces, el deterioro fisiológico disminuye severamente. No tanto como para que las raíces no sean inmunes, pero es un factor a tener en cuenta.

En el tema de almidones, estamos buscando intensamente nuevos tipos que puedan tener interés comercial. Hay posibilidades de manejo de transformación genética, para producir estos almidones, estamos buscando una yuca azucarada. La idea es buscar nuevos tipos de yuca.

Tenemos el problema, comparado con el maíz, que en este último, cualquier mutación en el almidón es muy obvia y se puede identificar fácilmente. En la yuca no es tan aparente, por esta razón estamos diseñando algunos métodos que nos van a permitir monitorear toda la baja cantidad de materiales que generamos cada año, y de esta manera encontrar algún tipo que sea raro y que, eventualmente, pueda servirle a la industria.

Estamos muy interesados en el tema del contenido de materia seca y sobre todo que se nos dé la constante, eso es algo que viene de la interacción con Agropecuaria Mandioca. La primera vez que fuimos allá nos hablaron de *Cacho toro*, que tiene la capacidad de mantener la cantidad de materia seca por mucho tiempo.

Tenemos un problema serio en la Costa Norte de Colombia, ya que hay un período de sequía muy grande. Si nosotros esperamos la época de lluvias, en mayo, el contenido de materia seca se reduce drásticamente. En la evaluación que estamos haciendo es sobre el mismo material en marzo y en mayo, y podemos encontrar materiales en estas situaciones que, aún en mayo, nos mantiene en un nivel bastante promisorio de materia seca.

Y finalmente, el tema de la extracción seca de almidón, algo que es posible a través de las plantas de secado artificial, que nos permite distintas alternativas de un producto que puede darse, al menos en Colombia, con la instalación de varios trapiches yuqueros, contamos con un mercado para que haya suficiente harina de yuca, y que ésta, a su vez, tenga diferentes alternativas de procesamiento posterior, ya sea para alimentación animal o para la producción de algunos químicos para la industria.

En la parte de alimentación animal, la cosecha mecánica es un paso que completa una necesidad de tecnología que hacía mucha falta y que ya es una realidad, la posibilidad del ensilaje como producto es muy interesante.

Investigación de yuca en CIAT

Nuestro Proyecto trabaja con distintas ecoregiones, muy poca función de yuca para zonas subtropicales, pues aquí no tenemos el ambiente adecuado, pero sobre todo Valle de altura, altos y medios, suelos ácidos, Caribe húmedo, tierras bajas con problemas de humedad.

El Proyecto de Mejoramiento es relativamente sencillo, nosotros producimos una gran cantidad de clones nuevos cada año, cruzamos lo que tenemos disponible, producimos una cantidad de semilla y, a partir de un gran número de variedades, pasan un proceso de evolución en el que vamos reduciendo el número de variedades que vamos evaluando, vamos descartando lo malo, tratando de diagnosticar lo bueno y en este proceso, vamos aumentando el número de semillas disponibles de los clones que pasan a la siguiente etapa, de modo que comenzamos a trabajar con parcelas más grandes y, eventualmente, con un mayor número de localidades.

Se han implementando unos cambios para cumplir con los objetivos del Proyecto. Antiguamente, la situación empezaba con mucha semilla que producíamos cada año, se ponían a germinar, producían una planta que permanecía 6 meses en el CIAT, de esa planta sacábamos 2 estacas, una quedaba en Palmira y la otra iba al ambiente objetivo para ser evaluada. Así se hacía la primera selección, tendríamos 3 mil ó 2 mil plantas, cada planta representa un genotipo distinto, una variedad distinta y se hacía la selección basada en una sola planta, una cosa que se debe evitar, pues una sola planta no es representativa del genotipo. Cuando se hacía esa selección se identificaban los materiales que eran buenos y de las que quedaban en Palmira se sacaban 6 plantas, se sembraban en el campo y de ellas se cosechaban tres para obtener datos y las restantes como fuentes de semilla, lo que sobrepasaba esa etapa era evaluado en parcelas de 20 plantas, reforzando la idea de que a medida que vamos avanzando, vamos aumentando el número de plantas con las que estamos trabajando, en esta etapa la evaluación se hace en función de 6 plantas y tenemos un mayor número de fuentes de semilla y, a partir de ahí hacemos la evaluación final que se trata de la evaluación en dos o tres localidades.

Este sistema tiene muchos problemas que han sido corregidos. 1.) Hacíamos una inmensa selección, partíamos de 2000 genotipos y nos quedábamos con 300, se eliminaban 1700 variedades en función de una sola planta y una sola planta no ayuda a ver el carácter de la familia. 2.) En tres etapas de la selección no se tomaban datos, eliminábamos una gran cantidad de material sin saber por qué, así que no podíamos volver a los padres, sobre lo que habían contribuido para que nosotros seleccionáramos este material. 3.) Pasaban tres etapas de selección para que tuviéramos la primera etapa de evaluación con repetición.

El sistema que estamos implementando ahora, consideramos que es más eficiente, partimos de la misma semilla, producimos una planta, pero ésta se mantiene 10 meses y de allí sacamos 7 u 8 estacas, y eliminamos la etapa en la que se hacía la evaluación y una selección muy drástica basada en una sola planta. Ahora la primera selección la hacemos en un surco de 7 u 8 plantas y eso ha resultado ser muy interesante, pues nos ha permitido identificar algunas características que antes no habíamos tenido en cuenta. Pasamos a una evaluación por repeticiones, basados en parcelas de 10 plantas y lo demás sigue igual.

Ventajas del nuevo sistema

1. La selección se hace en 7 u 8 planta y no en una como antes
2. Tomamos datos de todos clones y eso nos permite hacer ingerencia sobre los padres que produjeron esa familia
3. Sólo tenemos una etapa de selección en donde no hemos tenido ensayos replicados

De esta forma, podemos seleccionar material de alto rendimiento. Antes teníamos dos pruebas regionales, ahora tenemos una serie de actividades más ambiciosas, tomando una mayor cantidad de ambientes.

Hasta hace algunos años MTai8, era nuestra vedette, lo mejor que teníamos en la Costa Norte, hasta hace tres años quedaba en los primeros niveles, ahora está en el promedio de 11 localidades en el puesto 26. Ahora, lo anterior representa dos lados de una moneda, seguramente, los primeros clones son superiores genéticamente, puede ser que los últimos ya han comenzado a declinar, sabemos que los nuevos clones son más vigorosos, a través del tiempo declinan su potencial productivo, hasta que se estabilizan, puede ser que Mtai 8 se haya estabilizado en ese nivel.

La yuca aguanta todo, pero es medio caprichosa en algunas situaciones. Hay algunas variedades que tienen mayor rendimiento en ciertas localidades en condiciones específicas, allí se quedan y allí se portan bien, pero no cuando se mueven de ese lugar. La enanita, una de las variedades, es un material bajo, muy ramificado, óptimo para la producción de follaje, se da muy bien en el Caribe Húmedo, no es así en el Caribe seco; lo mismo pasa con Reina, una variedad que evaluamos en suelos ácidos y le va muy bien, al igual que en el Caribe Seco.

El otro cambio que hemos implementado es que tomamos datos de todos los materiales, esto implica tomarse semanas enteras para recopilar la información de todos los materiales, así obtenemos balances que nos permiten, a partir de los promedios de cada familia que se evalúa, hacer ingerencias sobre los padres que dieron origen a esa familia, así conocemos lo que producen las diferentes variedades.

En cuanto a semilla estamos tratando de entender y aplicar métodos que técnicamente se han desarrollado, ajustándolos para que sean aplicables a nivel práctico. En este momento estamos produciendo a través de la multiplicación rápida. En las cámaras húmedas se

ponen las estacas, los brotes se ponen a enraizar, una vez que tengan raíz en agua se pasan a bolsas y, finalmente, a una casa de malla.

Continuamos con el tema de resistencia genética a enfermedades y control biológico, en este sentido todo el liderazgo lo tiene Anthony Bellotti y Elizabeth Álvarez. Estamos muy interesados en el tema de mosca blanca.

En cuanto a biotecnología, tenemos el mapa genético molecular y un sistema de transformación genética y la posibilidad de realizar cultivo de tejidos, aunque es algo que escapa a mi área de trabajo, quiero reforzar que estamos trabajando muy cerca de biotecnología en todo lo que podamos hacer para solucionar los problemas que se nos presentan con la yuca.

Y volviendo al tema con el que inicié, la yuca es un cultivo competitivo y en un futuro muy cercano tendremos mayor competitividad.

Preguntas

En que consiste el trabajo que Mejoramiento está realizando con croquetas y chips.

Estamos observando el potencial de la croqueta a partir de raíces anaranjadas, sobre todo en lo que corresponde a su aspecto, al igual que para los chips, pues la raíz anaranjada le da un color más dorado al producto, sea croquetas o sea chips, y eso tiene una gran importancia en la presentación del producto. Lo otro, es un estudio en fritología, determinando las variables de temperatura, calidad de aceite, tiempo de fritura, entender cómo realizar las frituras del chip para que sea de buena calidad. En el tema de croquetas estamos trabajando para detectar las variables de deterioro fisiológico.

Dentro de la investigación de mejoramiento, ¿en qué momento se involucra al productor en la toma de decisiones?

Tenemos un rango de opciones, el CIAT cuenta con un proyecto de investigación participativa, casos como los que hemos tenido, como el material que se había evaluado y que se ubicó en primer lugar en el Urabá antioqueño, pero su promedio resultó ser mentiroso, ya que no había semilla para la localidad que resultó ser de mejor promedio, esa línea fue seleccionada a través de un procedimiento participativo.

En estos momentos no estamos involucrando mucho al usuario, porque el énfasis es producción de materia seca por hectárea, estamos tratando de ganar un poco del tiempo perdido y producir un material de alta calidad de materia seca por hectárea. En las etapas finales, al nivel de las 11 localidades, se realiza con agricultores, a partir de ese momento hasta la liberación de una variedad que puede pasar 2 a 4 años o más, nosotros contamos con una divulgación de esos materiales que empiezan a ser sembrados en los campos de agricultores, esa variedad que rindió 84 ton no es una variedad liberada y fue evaluada

por el agricultor, cuando pasamos de las pruebas regionales a las siembras comerciales, nos proporciona mucha información sobre quien es quien.

Nuevos proyectos

Plan Maestro

Es un proyecto que acaban de aprobar y cuesta alrededor de 80 mil dólares. El plan maestro consiste en un compendio de cursos. Para el Curso Internacional se tienen 10 cupos como CLAYUCA y 10 cupos que financia el MADR para Colombia, o sea, es un curso para 10 extranjeros y 10 colombianos. Esos 10 cupos los tenemos que distribuir entre nosotros y la idea es que CLAYUCA le va a pagar los costos a esa persona para venir a participar en el curso, lo dividimos como lo hemos venido manejando, ustedes pagan el pasaje, nosotros el resto. Sin embargo, presentamos una propuesta a la Embajada de Austria para el financiamiento de los pasajes.

El curso está previsto para octubre y noviembre (esta fecha fue aplazada para el 2003 debido a las dificultades de algunos países para adquirir recursos que financiaran la participación de sus representantes en el Curso Internacional). Este proyecto también incluye cuatro cursos en Colombia y dos talleres de poscosecha exclusivamente, cuya duración es de tres días, en los que se hablará de harina, almidón, pegantes y dextrinas, y luego dos días en el SENA, Armenia, para abordar el tema de croquetas, congelado, parafinado, etc. Cada curso tiene un folleto divulgativo.

Capa arable

En algunas reuniones hechas en Colombia es una constante que surjan trabajos realizados con las mejores variedades que no dan los resultados esperados, entonces se procede a hacer un riguroso análisis de la fertilidad del suelo desde el punto de vista químico, se usa fertilizante y listo, sin preocuparse por el concepto de capa arable.

Este proyecto nació de una visita que hicimos hace un mes a Brasil donde observamos que en ninguna parte estaban sacando rendimientos de menos de 30 ton/ha, entonces hablando con la gente, con los industriales, nos dijeron que eso no lo habían hecho de ayer a hoy, llevan 10 años manejando arado vertical, cincel, rotación de cultivos, labranza mínima y ahí la yuca le compite al maíz y a la soya. Entonces logramos convencer al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, MADR, para empezar un trabajo en esa dirección con los modelos de sembradora, con dispositivo de plantío directo. El trabajo va estar sustentado científicamente en la experiencia de Edgar Amézquita del CIAT, quien ha venido batallando con este concepto, insistiéndole a la gente que se preocupe por el suelo como recurso. Este trabajo se va a desarrollar en tres sitios y va a ser liderado por Luis Fernando Cadavid.

Fertilización mecanizada

Habíamos hecho trabajos en siembra y cosecha mecanizada pero las máquinas también fertilizan mecánicamente, entonces como la idea es bajar los costos de producción al máximo, vamos a desarrollar este proyecto para incorporar la fertilización mecanizada en nuestro trabajo. Pensamos que el impacto va a ser en colocar el fertilizante más profundo y se van a presentar menos pérdidas. Participa con este proyecto una empresa multinacional llamada Monómeros.

Mejoramiento del follaje de yuca

Este es el proyecto que aprobó FENAVI con la Universidad del Valle usando fondos para tratar de desdoblar la cantidad de fibra que hay en el follaje y usar más del 6% de este producto. La idea es tomar las hojas y tratarlas con enzimas, con microorganismos, con bacterias. Lo que estamos haciendo es subcontratar a la Universidad del Valle por un estudio que, en un año dará resultados puntuales. Si eso funciona podríamos tratar de hacer una siguiente etapa que sería hacer un diseño de planta, donde se tome la hoja fresca, se transforme y se entregue como un material más asimilable.

Proyecto yuca y camote (batata)

La batata es un cultivo que si nos descuidamos se vuelve más importante que la yuca, en términos de la cantidad de producción de proteína y energía por unidad de área, y la asimilación que tiene en la alimentación animal. Trajimos 21 clones del Centro Internacional de la Papa, CIP, del Perú, de los mejores del mundo. Infortunadamente la primera colección que nos llegó se nos murió, se transplantaron en un sustrato que tenía un funguicida muy fuerte y nos tocó volver a pedirlo y eso retrasó el trabajo, pero en este momento tenemos aproximadamente 2.000 plantas.

Nos quedaron 19 clones y tenemos un sistema semanal de multiplicación por potes. La idea es tener esto en campo en un mes o mes y medio. Lo hicimos pensando en sistemas que hemos visto y que podrían cambiar la forma de producir yuca, lo que vamos a hacer aquí es sembrar en un sistema que se llama hileras dobles que se utiliza mucho en Brasil, donde la yuca se siembra en dos hileras, y en los dos metros de espacio iría la batata y esto no afecta la producción de raíces. Entonces qué pasa, imaginémonos un productor que tenga que esperar 10 meses para cosechar la yuca, a los 4 meses coge una de batata y luego a los 8 otra de batata, fuera de eso tiene la yuca. Todo esto direccionado hacia la alimentación animal, es una cantidad impresionante de energía y proteína por unidad de área, a pesar de que la batata tiene importancia en el consumo humano, sobre todo en África. Por otro lado, los almidones de batata son más finos que la propia yuca. Este proyecto está coordinado entre Luis Fernando Cadavid en la parte de producción, Jorge Luis Gil en uso y Lisímaco Alonso en procesamiento, asesorados por Julián Buitrago. Por ahora esto es considerado una cuarentena, sólo hasta después de la primera cosecha podemos entregar algo de material.

Distribución del libro de yuca

Este es el famoso libro de yuca, la meta es que las personas del curso lo compren, pues entre otras cosas el curso va diseñado asumiendo que la persona tenga el texto en la mano. El libro incluye una guía práctica de enfermedades, plagas, desórdenes nutricionales.

Proyecto CFC

Este es un proyecto presentado al Common Fund for Commodities, CFC, (Fondo Común de los Productos Básicos), ya hemos pasado dos reuniones y todavía estamos vivos. Este es un proyecto que si CLAYUCA logra concretar nos va a apuntalar a todo lo que estamos haciendo, va a significar más recursos para los países involucrados en él.

ONG plan Colombia

Fundación Chemonics de Colombia es una ONG internacional que funciona con dineros del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Ellos llegan a Colombia con la idea de erradicar 120 mil hectáreas del cultivo de coca en el Putumayo y le hicimos una propuesta, en la que les hablamos del trabajo con dextrinas y croquetas, pero vía seca. Aprobaron la propuesta y quieren empezar el primero de mayo y esto va a ayudar a agilizar esos trabajos.

Otros temas tratados

Clayuc@ Net

Estamos lanzando un nuevo boletín informativo, que a partir de hoy va a estar en sus correos. La idea es que cualquiera de ustedes que quieran compartir con nosotros algún trabajo nos lo mandan, Nidia Betancourth lo edita y tratamos de salir por lo menos una vez por trimestre. Es muy económico, lo producimos artesanalmente y vamos a ahorrar dinero que estábamos invirtiendo en el otro boletín (impreso).

Actualización de las listas de los Comités

El último punto es respecto a las listas de Comité Técnico y el Ejecutivo que son muy dinámicas y queremos que si hay un cambio en los países nos lo comuniquen.

Nombramiento vicepresidente ejecutivo

El año pasado se creo una figura de un vicepresidente ejecutivo de CLAYUCA, el presidente es Diego Miguel Sierra, y la idea es que en un momento como este haya una persona que asuma su posición. En la última ocasión la asumió el Dr. Gustavo Enríquez de Ecuador, la sugerencia que hoy ponemos en consideración de ustedes es que hagamos una rotación este año y postular a Catalina Ramos. La sugerencia es aceptada.

4. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAÍSES SOCIOS

4.1. Paraguay

- Peter Gibert, representante de la empresa privada ABC Color, participó en la Segunda Reunión Anual del Comité Ejecutivo y el Comité Técnico de CLAYUCA, realizada en el CIAT del 21 al 24 de agosto de 2000.
- En representación del sector yuquero de Paraguay, Peter Gibert firmó el acta de afiliación a CLAYUCA, el 23 de agosto de 2000.
- María Montserrat Laguardia del Ministerio de Agricultura y Ganadera – MAG, participó en el Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca organizado por CLAYUCA, del 23 de octubre al 10 de noviembre de 2000.
- Erwin Silva de Industrias PROTÓN Ltda., socia de CLAYUCA en Colombia, visitó Paraguay en agosto del 2001 para dictar un ciclo de conferencias sobre la tecnología de procesamiento de harina de yuca que esta empresa ha desarrollado en colaboración con CLAYUCA.
- Entre las actividades que se han identificado como posibles de ser realizadas en el corto plazo, se incluyen: un curso nacional de yuca con apoyo de técnicos de CLAYUCA y CIAT, y la instalación y adaptación de un sistema de multiplicación rápida de semilla de yuca basado en el método de inmersión temporal con el que CLAYUCA ha obtenido experiencias satisfactorias.
- Hasta el momento, a pesar de haberse producido la firma del Acta de Adhesión, con autorización del Ministerio de Agricultura, y además de diversos contactos realizados en todos los niveles, no ha sido posible que esta vinculación se consolide, ya que no se ha efectuado la consignación de la cuota anual; en consecuencia, no se ha realizado ninguna actividad concreta en este país.

4.2. Bolivia

- Juan Lenis del Proyecto IBTA–Chapare, participó en la Segunda Reunión del Comité Ejecutivo y del Comité Técnico realizada en Cali del 23 al 24 de agosto de 2000.
- En representación del sector yuquero de Bolivia, Juan Lenis firmó el acta de afiliación a CLAYUCA el 23 de agosto de 2000.
- Juan Fernando Arévalo, técnico del Proyecto IBTA–Chapare participó en el Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca organizado por CLAYUCA del 23 de octubre al 10 de noviembre de 2000.

- Bernardo Ospina visitó Bolivia dos veces en el año 2000 y discutió con empresas del sector público y del sector privado en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz de la Sierra sobre posibles mecanismos y estrategias para facilitar el ingreso del sector yuquero de Bolivia a CLAYUCA.
- El Proyecto IBTA–Chapare lideró un proceso de consulta con entidades bolivianas interesadas en el cultivo de la yuca, a partir de esto fue posible la organización del grupo CLAYUCA–Bolivia, oficialmente reconocido y legalizado por el Ministerio de Agricultura.
- Parte de los acuerdos definidos incluían la designación del Proyecto IBTA–Chapare como el representante oficial de Bolivia ante el Comité Ejecutivo de CLAYUCA. Se acordó, además, que este proyecto, con apoyo financiero de CONCADE, asumiría la responsabilidad de pagar la cuota de afiliación al Consorcio.
- CONCADE contactó a CLAYUCA y solicitó una propuesta de prestación de servicios como contrapartida al pago de la cuota anual de afiliación. La propuesta se elaboró sobre la base del canje de días de servicio de técnicos de CLAYUCA y del CIAT que trabajarían con CONCADE y el IBTA–Chapare en Bolivia, en actividades relacionadas con el cultivo de la yuca (asistencia técnica y capacitación).
- La propuesta presentada por CLAYUCA a CONCADE no ha recibido ninguna respuesta hasta el momento.
- El Ingeniero Walker Illanes Román, de la Universidad Mayor de San Simón participó por el período de un mes en una capacitación sobre servicio en CLAYUCA, área de manejo poscosecha, del 2 al 29 de agosto de 2001.
- El Instituto de Investigaciones Agrícolas "El Vallecito", adscrito a la Universidad Gabriel Rene Morelos, en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, otra de las entidades que ha mostrado interés en la propuesta de trabajo de CLAYUCA, realizó un avance importante en el año 2001 con el diseño, la adaptación y la evaluación de un prototipo para la siembra mecanizada de yuca con resultados satisfactorios.
- Armando Ferrufino, director del proyecto IBTA/Chapare CONCADE, participó en representación de Bolivia en la III Reunión Anual de los comités Técnico y Ejecutivo de CLAYUCA realizado en CIAT del 25 y 26 de abril, 2002.
- Hasta el momento, a pesar de haberse producido la firma del Acta de Adhesión, con autorización del Ministerio de Agricultura y, a pesar de diversos contactos realizados a todos los niveles, no ha sido posible que esta vinculación se consolide. No se ha efectuado la consignación por concepto de la cuota anual y no se ha realizado ninguna actividad concreta en Bolivia.

4.3. México

- La adhesión de México a CLAYUCA se oficializó el 9 de noviembre de 2000, a través de la empresa privada Consorcio Agroindustrial Guepell S.A. de C.V., en la ceremonia realizada en las instalaciones del CIAT.
- En representación del Consorcio Agroindustrial Guepell S.A. de C.V., Francisco Fernández firmó el acta de afiliación a CLAYUCA el 26 de octubre de 2000.
- La línea de trabajo que el Consorcio estará apoyando en este país y con esta empresa estará orientada a tratar de convertir el cultivo de la yuca en una planta generadora de alimento balanceado para el ganado de leche. Las actividades incluirán germoplasma de yuca, manejo del cultivo, tecnologías de procesamiento y asesoría en programas de nutrición animal.
- Carlos Yong, representante del Consorcio Agroindustrial Guepell S.A. de C.V., participó en el Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca, organizado por CLAYUCA en CIAT, Palmira del 23 de octubre al 10 de noviembre de 2000.
- Luis Fernando Cadavid funcionario de CLAYUCA, y Fernando Calle del CIAT, realizaron un viaje de asesoría técnica a México en el período del 17 al 21 de julio de 2001.
- Julián Buitrago, experto en el área de uso de la yuca en programas de nutrición animal, fue contratado como Consultor de CLAYUCA para realizar una asesoría al Consorcio Agroindustrial Guepell S.A. de C.V., durante el período comprendido entre el 21 y el 27 de noviembre de 2001.
- Luis Fernando Cadavid de CLAYUCA realizó una visita de asesoría técnica a México en el período de julio 15 a julio 19 de 2002.

4.4. Haití

- El sector yuquero de Haití, a través del Ministerio de Agricultura, manifestó interés de pertenecer a CLAYUCA.
- Bernardo Ospina visitó Haití y realizó contactos con varias entidades, que hicieron posible la firma del Acta de Adhesión en ceremonia realizada en la ciudad de Puerto Príncipe, el 26 de enero de 2001.
- Un representante del Ministerio de Agricultura participó en el Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca,

organizado por CLAYUCA en CIAT, Palmira del 23 de octubre al 10 de noviembre de 2000.

- Funcionarios haitianos de un proyecto conjunto del CIAT y el Ministerio de Agricultura en Haití visitaron las instalaciones del Centro Internacional y fueron atendidos por funcionarios de CLAYUCA el 9 de mayo del 2002.
- Ido Kerpel, representante de ODH (Organization Double Harvest, una firma privada dedicada a la producción de material de siembra de plantas, visitó el CIAT y recibió capacitación en la metodología de endurecimiento de plantas producidas en cultivo de tejidos, del 14 al 21 de octubre de 2001.
- Luis Fernando Cadavid de CLAYUCA y Fernando Calle del CIAT participaron como instructores en el Curso de Yuca realizado por CIAT en Haití del 22 al 27 de julio de 2001.
- A pesar de que el Acta de Adhesión fue firmada y aunque se han realizado algunas actividades, la vinculación del sector yuquero de Haití a CLAYUCA continúa siendo virtual, ya que hasta el momento no se ha consignado la cuota anual y no existe un plan de trabajo formal.

4.5. Ecuador

- Mercedes Elizabeth Navarrete (INIAP), Julio Valenzuela (PRONACA) y Eduardo Jacinto Bonilla (PRONACA), participaron en el Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca, realizado en Cali en diciembre de 2000.
- Flor María Cárdenas y Gustavo Enríquez, técnicos ecuatorianos participaron en la Segunda Reunión del Comité Ejecutivo y del Comité Técnico realizada del 21 al 24 de agosto de 2000, en las instalaciones del CIAT.
- Bernardo Ospina realizó visitas de seguimiento y contacto con entidades públicas y privadas del Ecuador en el 2000.
- En el año 2001, en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIAP), CLAYUCA participó en la elaboración de una propuesta que fue presentada al Programa de Modernización del Sector Agrícola–PROMSA. La propuesta no fue aprobada.
- Se han realizado dos envíos de germoplasma de yuca, en forma de semilla sexual.

- El 20 noviembre de 2000, CLAYUCA organizó un ciclo de conferencias, que incluyó la ciudad de Quito, con un experto holandés sobre *“Experiencias de Holanda con el uso de la yuca en la alimentación animal”*, (Dr. Frans van Poppel).
- El 26 de septiembre de 2002, la empresa del sector privado Grupo CLASECUADOR se vinculó como socio de CLAYUCA.
- Flor María Cárdenas del INIA y Fernando Samaniego de Grupo CLASECUADOR, participaron como representantes en la III reunión anual de los comités Técnico y Ejecutivo de CLAYUCA realizada en el CIAT del 25 al 26 de abril de 2002.
- La situación del grupo CLAYUCA–Ecuador es incierta en este momento. La empresa privada que dio su apoyo inicialmente (PRONACA), ha manifestado su interés de retirarse del Consorcio, y la entidad del sector público (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP) que tiene interés de participar no se encuentra en condiciones de efectuar aportes económicos para cubrir la cuota. Se hace urgente la identificación de otras empresas como CLASECUADOR que permitan formar un grupo de socios interesados en el trabajo con el cultivo de la yuca, que puedan asumir el funcionamiento del Consorcio en este país y desarrollar un vínculo sostenible.

4.6. Venezuela

- Bernardo Ospina participó en reunión de trabajo con entidades socias de CLAYUCA, realizada en Caracas del 2 al 4 de agosto de 2000.
- Con la colaboración de FEPORCINA, se organizó una conferencia con el experto holandés Frans van Poppel sobre el tema *“Experiencias de Holanda con el uso de la yuca en la alimentación animal”*; esta conferencia se llevó a cabo el 16 de noviembre de 2000.
- Luis Fernando Cadavid participó en una visita de asesoría técnica a la empresa Agropecuaria Mandioca en octubre de 2000.
- Bernardo Ospina, Hernán Ceballos (CIAT) y Erwin Silva (Industrias PROTÓN Ltda.) participaron en una gira por varios Estados venezolanos del 25 al 29 de junio de 2001 (Maracaibo). Esta gira terminó con una reunión de trabajo en Caracas.
- Bernardo Ospina y Erwin Silva (Industrias PROTÓN Ltda.), del 5 al 11 de agosto de 2001 participaron en una gira por varios estados (Zulia, Táchira, Barinas, Caracas, San Antonio, Cojedes, Portuguesa y Anzoátegui)
- Luis Fernando Cadavid participó como conferencista en dos cursos sobre nutrición del cultivo de yuca en el Tigre, Estado de Anzoátegui y en Maturín, Estado de Monagas, en octubre de 2001.

- Lisímaco Alonso participó como conferencista en un curso de procesamiento de yuca en el Tigre, Estado de Anzoátegui, en septiembre de 2001.
- En mayo de 2002, un grupo de técnico de CLAYUCA y del CIAT, dictó tres cursos intensivos sobre el cultivo de la yuca en los Estados de Cojedes, Zulia y Anzoátegui.
- Armando Gerstl de Agropecuaria Mandioca participó en una capacitación en servicio en CLAYUCA durante el período del 8 al 10 de octubre de 2002
- Juan Mateus Heredia funcionario de IDEA y José Gerardo Albarrán funcionario de INIA participaron como representantes de Venezuela en el I Taller Regional de Propagación Rápida in vitro y Transformación Genética de Yuca, realizado en el CIAT, del 25 de febrero al 1 de marzo de 2002.
- Armando Gerstl de Agropecuaria Mandioca, Catalina Ramos y Tania Rodríguez funcionarias de INIA, participaron como representantes de Venezuela en la III reunión anual de los comités Técnico y Ejecutivo de CLAYUCA realizada en CIAT del 25 al 26 de abril de 2002.

4.7. Perú

- Julio Ernesto Marín Horna del Ministerio de Agricultura, participó en el Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca organizado por CLAYUCA en diciembre de 2000.
- En abril de 2002, el sector yuquero del Perú, en cabeza del INIA tomó la decisión de convertirse en un nuevo miembro de CLAYUCA.
- Durante la Reunión Anual del Comité Ejecutivo y del Comité Técnico realizada el 25 y el 26 de abril de 2002 en la sede del CIAT se firmó del Acta de Adhesión y se elaboró el primer Plan de Trabajo.
- En el período del 13 al 15 septiembre de 2002, Bernardo Ospina visitó Perú para participar en el I Taller Internacional de Conservación, Evaluación y Uso de los recursos Genéticos de Yuca, organizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA. El evento tuvo una duración de tres días y en el último día se organizó la I Reunión de Trabajo de CLAYUCA-Perú.

El objetivo de esta reunión fue estimular la organización de un grupo de trabajo entre las entidades públicas y privadas del Perú que están interesadas en trabajar con el cultivo de la yuca y en formar parte de CLAYUCA en este país.

En esta reunión se contó con la participación de dos empresas privadas, el Grupo San Fernando (Dr. Alberto Ikeda) y una empresa fabricante de maquinas (Ing. Carlos

González). Participó también un profesor de la Universidad Agraria La Molina (Vidal Gómez), el Director de Investigación del INIA (Dr. Julio Toledo) y el Director de recursos genéticos del INIA (Ing. Santiago Pastor).

Por parte del CIP participó el Dr. William Roca que dictó la conferencia "*Herramientas biotecnológicas para el manejo y el uso del germoplasma de yuca*". Algunas empresas que habían manifestado interés de participar en la reunión se excusaron a última hora, argumentando que el desplazamiento hasta Huaral el día viernes era difícil para ellos, por ser víspera de quincena y, adicionalmente, debían atender el pago de los trabajadores en sus empresas. Este aspecto es importante para tener en la cuenta para una futura reunión.

El tema central de discusión durante la reunión de trabajo fue analizar las perspectivas de la utilización agroindustrial de la yuca en el Perú. Bernardo Ospina hizo una exposición sobre los avances de CLAYUCA y la agenda actual de trabajo, en este sentido los participantes manifestaron sus opiniones sobre la situación de la yuca en el Perú. Dos puntos fueron señalados como las conclusiones más importantes de la reunión: 1) la participación de la yuca como fuente energética (raíces) y proteica (hojas) en la alimentación animal solo será posible en la medida en que sea competitiva frente a otros productos que se usan como materias primas en la fabricación de los alimentos balanceados, como es el caso del maíz, y 2) se deben buscar otras fuentes o mercados alternativos para la yuca que permitan promover la agroindustrialización del cultivo.

Se concluyó la reunión con la decisión de organizar una nueva jornada de trabajo en el mes de diciembre, en la que se tratará de convocar un número más amplio de empresas del sector privado con el fin de determinar las áreas de trabajo, los temas específicos y, sobre todo, el grupo de empresas que estarán participando en las actividades de CLAYUCA en el Perú. (Informe de esta reunión, sección 12.8)

- En el periodo de diciembre 8 al 14 de 2002, Bernardo Ospina visitó INIA – Perú para trabajar en la elaboración del plan de trabajo del año 2003 y visitar algunas entidades públicas y privadas interesadas en formar parte de CLAYUCA en Perú.

4.8. Colombia

Durante el 2001 y el 2002, el grupo de empresas afiliadas a CLAYUCA en Colombia ha estado conformado por:

Entidades socias	2000	2001	2002
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR			
Asociación Colombiana de Porcicultores, ACOPOR			
Federación Nacional de Avicultores de Colombia, FENAVI			
Almidones Nacionales de Colombia			
Agustín Posada			
Julián Botero			
Industrias Protón Ltda..			
Secretaría de Agricultura de Antioquia			
Secretaría de Agricultura del Caquetá			
Secretaría de Agricultura del Cesar			
Secretaría de Agricultura de Córdoba			
Secretaría de Agricultura del Norte de Santander			
Centro Microempresarial del Llano, CEMILLA			
Biología de Colombia, BIOTECOL			
CONGELAGRO McCain Andina S.A.			
Industrias Armare Ltda.			
Hacienda San José			
Mex Minerales Exclusivos SCA			
Nutribal S.A.			
Industrias del Maíz Ltda.			
Fundación Madre Viejo			
COADEMTOL			
CHEMONICS			
FOODNET			

Socio activo Socio retirado

- El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural–MADR, continúa siendo el impulsador principal de las actividades de CLAYUCA en Colombia. La participación del Consorcio en el Programa de Modernización del Cultivo de la Yuca, ha permitido la obtención de recursos a través de diversos proyectos que se han presentado, y han sido aprobados. Estos proyectos están relacionados con la generación, la evaluación y la adaptación de tecnologías mejoradas para la producción, procesamiento, utilización y comercialización de yuca.

- En el período de julio de 2000 a noviembre de 2002, un total de 12 proyectos de CLAYUCA fueron aprobados.
- La otra fuente de recursos provenientes del MADR, a la que CLAYUCA tiene acceso, está representada por un porcentaje (13%) que se le ha asignado, del total de recursos que se otorgan al CIAT para apoyar el proyecto de mejoramiento de yuca.
- CLAYUCA participó con un stand en la Feria Internacional de Maquinaria Agrícola realizada en Santafé de Bogotá, del 9 al 13 de noviembre de 2000.
- CLAYUCA participó con un stand en la Asamblea Nacional de la Federación Nacional de Avicultores–FENAVI, realizada en Cartagena de Indias del 16 al 18 de noviembre de 2000.
- CLAYUCA organizó un ciclo de conferencias sobre el uso de la yuca en la alimentación animal, a cargo del experto holandés Frans van Poppel. Se dictaron dos conferencias, una en el CIAT, Cali y otra en Cartagena, durante la asamblea de FENAVI. Esta actividad se realizó con apoyo financiero de la Embajada de Holanda, FENAVI y ACOPOR el 18 de noviembre, 2000
- CLAYUCA participó con un stand en la Feria Exposición Agropecuaria de Sahagún, Córdoba, en el período del 9 al 13 de mayo de 2001. Esta actividad se realizó con apoyo de la Secretaría de Desarrollo Económico y Agroindustrial del departamento de Córdoba.
- CLAYUCA participó con un stand en la Feria Agropecuaria del departamento de Córdoba del 9 al 13 de mayo de 2001, y nuevamente del 27 al 30 de junio del 2002.
- CLAYUCA participó en la XIII versión de la Feria Internacional Agropecuaria y de Industrias Afines–AGROEXPO, realizada en Bogotá del 13 al 21 de julio de 2001. Se organizó un stand en cooperación con FENAVI y el MADR. Se utilizó material divulgativo sobre los trabajos y actividades que realiza el Consorcio.
- CLAYUCA ha participado activamente en diversas reuniones, foros, seminarios y eventos especiales relacionados con el Programa de Cadenas Productivas que el MADR está implementando en el país. En estos eventos, el personal técnico del Consorcio ha efectuado presentaciones sobre la agenda de trabajo que se desarrolla. En el período julio de 2000 a diciembre de 2002 se ha participado de estas reuniones en: Sincelejo (Sucre), Medellín y Apartadó (Antioquia), Yopal (Casanare), Bogotá (Cundinamarca), Armenia (Quindío), Neiva (Huila), Cúcuta (Norte de Santander), Ibagué (Tolima), Cali (Valle), Montería (Córdoba), Barrancabermeja (Santander) y Valledupar (Cesar). De estas actividades de divulgación se habla en la sección 9.

5. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAISES NO SOCIOS

5.1. Perú

- Bernardo Ospina y Hernán Ceballos (CIAT) visitaron Lima en diciembre de 2000, sostuvieron diversas reuniones y establecieron contactos con representantes del sector público y el sector privado, interesados en trabajos de investigación y desarrollo con el cultivo de la yuca. Se discutieron posibles mecanismos que puedan facilitar el ingreso del sector yuquero del Perú a CLAYUCA.
- Bernardo Ospina visitó Lima en diciembre del 2001 y sostuvo reuniones con el Director general del INIA (Dr. Carlos Salas) y el Director de Investigación (Dr. Ricardo Sevilla), con quienes se avanzó en la identificación de estrategias para facilitar la adhesión del Perú al Consorcio.

5.2. Costa Rica

- Representantes de empresas privadas de Costa Rica realizaron varias visitas a CLAYUCA en Cali, Colombia, para enterarse de la agenda de trabajo que se está desarrollando y los mecanismos de participación de los países socios.
- Estas entidades pertenecientes al sector público (Consejo Nacional de Producción) y al sector privado (PIPASA), están tratando de identificar mecanismos en este país que permitan el ingreso del sector yuquero costarricense al Consorcio.
- Costa Rica tiene una importancia especial en el continente yuquero de América Latina y el Caribe, ya que representa al país responsable por la mayor parte de las exportaciones de yuca congelada que se realizan desde el continente hacia mercados como el de Estados Unidos y el de Europa.

5.3. República Dominicana

- En el primer trimestre del 2002, representantes del sector público de República Dominicana, en cabeza del Instituto de Investigaciones Agrícolas y Forestales (IDIAF), visitaron CIAT y CLAYUCA en dos oportunidades.
- Durante estas visitas se firmó un Acuerdo de Cooperación entre el CIAT y el IDIAF, donde se incluyó la posibilidad de que el sector yuquero de este país se convierta en nuevo socio de CLAYUCA.
- María Cuevas, funcionaria del IDIAF participó en un período de capacitación en servicio en CLAYUCA en el área de manejo poscosecha de la yuca. Esta capacitación incluyó la participación en la III Reunión Anual de los Comités Ejecutivo y Técnico, en calidad de observadora, durante el período del 22 al 26 de abril del 2002.

- Entre el 28 al 30 de agosto del 2002, Bernardo Ospina, Director Ejecutivo de CLAYUCA, y Hernán Ceballos, Líder del Proyecto de Mejoramiento de Yuca del CIAT, visitaron República Dominicana y sostuvieron reuniones con entidades públicas y privadas, interesadas en el cultivo de la yuca. Se espera que como resultado de estos contactos se logre consolidar en el corto plazo el ingreso del sector yuquero de este país a CLAYUCA.

5.4. Panamá

- Durante el período comprendido entre el 21 y el 27 de julio de 2002, Bernardo Ospina, Director Ejecutivo de CLAYUCA, en compañía de Elsa Liliana Melo del proyecto de Ácaros del CIAT, realizaron una visita técnica a Panamá que alcanzó los siguientes objetivos:
 - Visitar las áreas de influencia del proyecto FIAFOR/CIAT/CLAYUCA, que consiste en el desarrollo de alternativas para controlar y solucionar el problema del chinche subterráneo de la viruela, una plaga que afecta los cultivos de yuca en este país, e implementar las actividades propuestas en el plan de trabajo.
 - Fortalecer las relaciones entre la Fundación para la Investigación Agropecuaria y Forestal de Panamá (FIAFOR), el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), el Ministerio de Desarrollo agropecuario de Panamá (MIDA), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA), entidades encargadas de desarrollar el proyecto.
 - Reiniciar los contacto y discusiones tendientes a facilitar el ingreso del sector yuquero de Panamá al Consorcio.

6. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

6.1. Desarrollo de variedades industriales de yuca y actividades en seis polos de desarrollo

*Reporte Técnico, 2001
Mejoramiento de Yuca, CIAT*

El objetivo general de este proyecto es el desarrollo acelerado de variedades de yuca especialmente diseñadas para uso industrial y adaptadas a las condiciones agroecológicas de las principales zonas productoras en Colombia. A continuación se describen algunas actividades relacionadas con este proyecto. Por razones de orden logístico, las operaciones se centralizan, primeramente, en Palmira y, luego, en sitios estratégicos para cada ecoregión.

6.1.1. Actividades desarrolladas en Barranquilla

Por razones logísticas, las actividades de mejoramiento desarrolladas para varias regiones de Colombia se han centralizado inicialmente en Barranquilla. Así, muchos de los materiales evaluados en este sitio, serían luego transferidos al Caribe subhúmedo (Córdoba y Sucre), así como al Magdalena Medio (departamento de Santander). Los resultados obtenidos para esta ecoregión se describen en los cuadros 6.1.1 al 6.1.9. En el cuadro 6.1.1 se presenta una lista de todos los ensayos, y en los cuadros que le siguen, los resultados más relevantes para cada uno de ellos. Se sembraron un total de 3.798 semillas botánicas, de las cuales 1.080 constituyen el ensayo dialélico que también servirá para identificar clones superiores. El resto de las plantas FI que no forman parte del estudio dialélico, fueron sembradas en un campo de observación similar al descrito a continuación.

Si bien la etapa FICI fue eliminada en el nuevo esquema de mejoramiento, cuando las plantas no alcanzaron a producir suficiente semilla (para el caso de la Costa Norte, ocho estacas), fueron igualmente aprovechadas. Se llevaron estacas de esas plantas a su respectiva zona de adaptación y allí fueron sembradas con el propósito de que produzcan suficiente semilla como para ser incorporada al **campo de observación** sembrado en mayo del 2001.

Los resultados del campo de observación cosechado a comienzos del 2001 se describen en el Cuadro 6.1.2. Es necesario recalcar que este experimento fue de grandes dimensiones, porque se evaluó un total de 1.350 genotipos, representados por ocho plantas cada uno. Como punto de referencia, en el año inmediatamente anterior, sólo se pudo evaluar 220 variedades, que fueron representadas por seis plantas cada una.

Los aportes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y de FENAVI-FONAV han sido fundamentales para poder alcanzar un crecimiento del proyecto, que se halla en

* Proyecto IP-3. Líder: Hernán Ceballos. Ph.D., Mejoramiento. E-mail: h.ceballos@cgiar.org

condiciones de identificar, con más probabilidad, germoplasma sobresaliente. Otra causa para el reducido número de familias evaluadas en el ciclo previo fue la presencia de cuero de sapo que obligó a eliminar un buen número de familias. El hecho que en el 2001 se hayan podido evaluar tantas familias, con prácticamente cero incidencia de la enfermedad (sólo se observaron dos plantas con síntomas sospechosos, pero no definitivos, en un total teórico de 10.800 plantas), demuestra la eficiencia de las medidas preventivas tomadas.

Cuadro 6.1.1. Ensayos conducidos en el ecosistema subhúmedo (Costa Norte) en el ciclo 2000–2001.

Ensayo	Localidad	Nº de Genotipos ¹	Nº de Reps.	Observaciones
F1 (dialélico)	Cenicaña	3.798 (1.080)	1	Inicia nuevo esquema de selección: plantas en el campo por 10 meses.
F1C1	S. Tomás	1.024 (1)	1	Clones que produjeron < 8 estacas para el campo de observación
Campo observación	S. Tomás	1.350 (8)	1	Ver Cuadro 6.1.2
Ensayo preliminar de rendimiento	S. Tomás	57(20)	1	Eliminado por pobre germinación debida a la inundación de 1999
Ensayo avanzado de rendimiento	S. Tomás	88 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.5
Ensayos regionales	Pitalito	60 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.6
	S. Tomás	60 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.6
	Molineros	60 (25)	2	Ver Cuadro 6.1.6
	C. de Oro	60 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.7
	Corozal	60 (25)	2	Ver Cuadro 6.1.7
Semilleros	Varias	Varios	-.-	Ver Cuadro 6.1.8

¹Entre paréntesis se presenta el número de plantas por parcela.

Debido al gran tamaño del experimento, y a que las familias de yuca plantadas en zonas elevadas, intermedias y más bajas del lote presentaban un desarrollo diferente, se procedió a “estratificar” el lote en tres sectores.

Los genotipos ubicados en la zona intermedia tuvieron un comportamiento notablemente inferior a aquellos ubicados en zonas altas o bajas. La selección se realizó de manera separada, de modo que el mejor, 16% de los materiales de cada “estrato”, fue seleccionado. Con este procedimiento se logra reducir el efecto ambiental de la variación del terreno en un lote que ocupaba más de una hectárea de terreno. Por esta razón, algunos de los clones seleccionados (del estrato de zona intermedia) presentan un comportamiento aparentemente inferior a otros (de los estratos de zonas altas o bajas).

Ventajas del nuevo esquema: implicaciones para la industria

En la Costa Norte, el campo de observación se manejó de manera peculiar. Debido a la distribución bimodal de las lluvias (que sólo se inician a fines de abril o comienzos de mayo), las cosechas se realizaban tradicionalmente en febrero o marzo. Las plantas

cosechadas en esa época no podían ser utilizadas como fuente de semilla, porque se deterioraban desde que eran cortadas en febrero hasta que podían ser sembradas con el arribo de las lluvias, en mayo. Como consecuencia, los campos de observación (basados en seis plantas) eran evaluados en la época seca utilizando tres plantas. Las tres plantas restantes eran conservadas como fuente de semilla, cortada en mayo. Esta situación implica que la disponibilidad de semilla (producida a partir de sólo tres plantas) era bastante limitada y, por lo tanto, la siguiente etapa de evaluación no se podía hacer con repeticiones. A partir del 2001 se modificó el procedimiento para evaluar los campos de observación.

En primera instancia, se incrementó el número de plantas, representando cada clon a ocho. De esas ocho plantas, las primeras dos fueron cosechadas en marzo, principalmente para medir el contenido de materia seca en la época óptima para hacer esta medición. Cabe explicar que, con el arribo de las lluvias, la planta de yuca comienza a rebrotar y para ello extrae energía acumulada en sus raíces. Cuando esto ocurre, el contenido de materia seca en las raíces disminuye notablemente, al punto que las industrias de almidón y de secado de chips, generalmente, las rechazan o castigan con bajo precio.

Las seis plantas restantes permanecieron en el campo hasta el arribo de las lluvias y fueron, finalmente, cosechadas a mediados de mayo de 2001. En esta oportunidad se midió rendimiento de raíces y, de nuevo, se midió el contenido de materia seca. Las ventajas de este procedimiento son muy grandes a pesar de la duplicación del trabajo que implica:

- a) Se cuenta con seis plantas como fuente de semilla. Esto permite obtener suficiente semilla para que la siguiente etapa de evaluación se realice con tres repeticiones.
- b) Se pueden identificar genotipos, cuya materia seca no disminuya drásticamente, lo que tiene una enorme importancia para zonas con distribución bimodal de lluvias.

En el Cuadro 6.1.2 se presenta un resumen de los resultados más sobresalientes de la evaluación del campo de observación. Inicialmente, se presentan los resultados a través de los 1.350 genotipos, seguidos de la descripción de los 215 clones seleccionados. Para los datos de rendimiento se combinan las cosechas de marzo y mayo. Debe recordarse que 1 es la calificación para tipos de planta con características sobresalientes, mientras que 5, es para una planta de aspecto muy indeseable.

El rendimiento de materia seca promedio del experimento fue de 5,77 t/ha, y el de la fracción seleccionada fue de 9,76 t/ha. Como punto de comparación, el rendimiento de materia seca promedio de los ocho testigos involucrados (que incluía al mejor clon para la zona, MTAI-8) fue de 7,29 t/ha. El mejor testigo rindió un máximo de 11,02 t/ha, mientras que el mejor de los clones seleccionados produjo 18,15 t/ha de materia seca.

Cuadro 6.1.2. Resultados de la selección realizada en el campo de observación (Santo Tomás, Atlántico), a partir de 1.350 familias evaluadas en el periodo mayo 2000 a mayo 2001.

Parámetro o Genotipo	Rendimiento promedio		Índice de Cosecha ¹ (0-1)	Tipo de Planta ² (1-5)	Contenido materia seca	
	Fresco (t/ha)	Seco (t/ha)			Marzo (%)	Mayo (%)
Resultados de las 1.350 progenies evaluadas						
Mínimo	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Máximo	57,02	18,15	0,84	5,00	45,96	36,76
Promedio	20,23	5,77	0,45	3,02	32,41	26,74
Resultados de las 215 progenies seleccionadas						
Mínimo	19,76	6,23	0,39	1,00	25,96	16,64
Máximo	57,02	18,15	0,84	5,00	45,96	36,76
Promedio	32,20	9,76	0,54	2,59	34,41	29,05
Resultados de los 8 testigos incluidos en el ensayo						
Mínimo	6,90	1,84	0,40	3,00	0,00	21,83
Máximo	34,17	11,02	0,69	5,00	37,45	36,76
Promedio	23,77	7,29	0,55	3,88	31,62	29,25
Mejores 10 clones seleccionados en tres estratos del campo de observación						
SM 2546-44	53,09	18,15	0,64	2,00	34,31	35,00
SM 2546-32	54,88	16,24	0,61	2,00	32,95	28,53
SM 2771-5	51,55	16,21	0,64	2,00	35,49	30,12
SM 2615-13	47,62	14,82	0,48	4,00	38,57	28,22
SM 2615-28	51,31	14,77	0,64	2,00	35,12	26,73
SM 2629-36	38,09	12,17	0,60	2,00	37,07	30,21
SM 2621-1	34,29	11,34	0,45	2,00	38,38	31,33
SM 2769-15	39,64	10,95	0,62	3,00	31,81	26,19
SM 2775-2	41,43	9,71	0,69	3,00	27,08	22,20
SM 2769-11	30,24	8,64	0,63	1,00	33,04	27,09

¹ El índice de cosecha se obtiene dividiendo la producción de raíces comerciales por la biomasa total (raíces más parte aérea). Se prefieren índices de cosecha superiores a 0.50.

² La evaluación del follaje integra arquitectura de planta, sanidad del follaje y capacidad de producción de estacas (1=Excelente; 5= Muy Indeseable).

Al final del Cuadro 6.1.2 se presentan los resultados de los mejores 10 clones provenientes de los tres estratos. Debe destacarse que algunos de estos clones presentan resultados no tan sobresalientes. Al respecto se debe recordar que las familias ubicadas en las zonas intermedias del lote presentaron un comportamiento marcadamente inferior a las de las zonas altas y bajas. Los últimos clones presentados en el Cuadro 6.1.2 provienen, precisamente, de zonas intermedias del lote de evaluación. Otro aspecto que conviene aclarar es la selección de materiales que presenta un contenido de materia seca relativamente bajo. Se hubiera podido eliminar materiales con contenidos de materia seca por debajo de un límite preestablecido, pero no se hizo esto porque se pretende que algunos de los materiales seleccionados puedan satisfacer las necesidades del mercado fresco, que generalmente requiere niveles intermedios de contenido de materia seca.

El nuevo procedimiento para evaluar los campos de observación para la costa norte ha permitido medir los contenidos de materia seca de cada clon en dos oportunidades: durante la época seca (marzo) y luego del arribo de las lluvias (mayo). Esta información se obtiene por primera vez, en virtud de las modificaciones implementadas a partir del año 2001. En la Figura 6.1.1 se ilustra la relación entre los contenidos de materia seca en marzo y en mayo para los 1.350 genotipos evaluados.

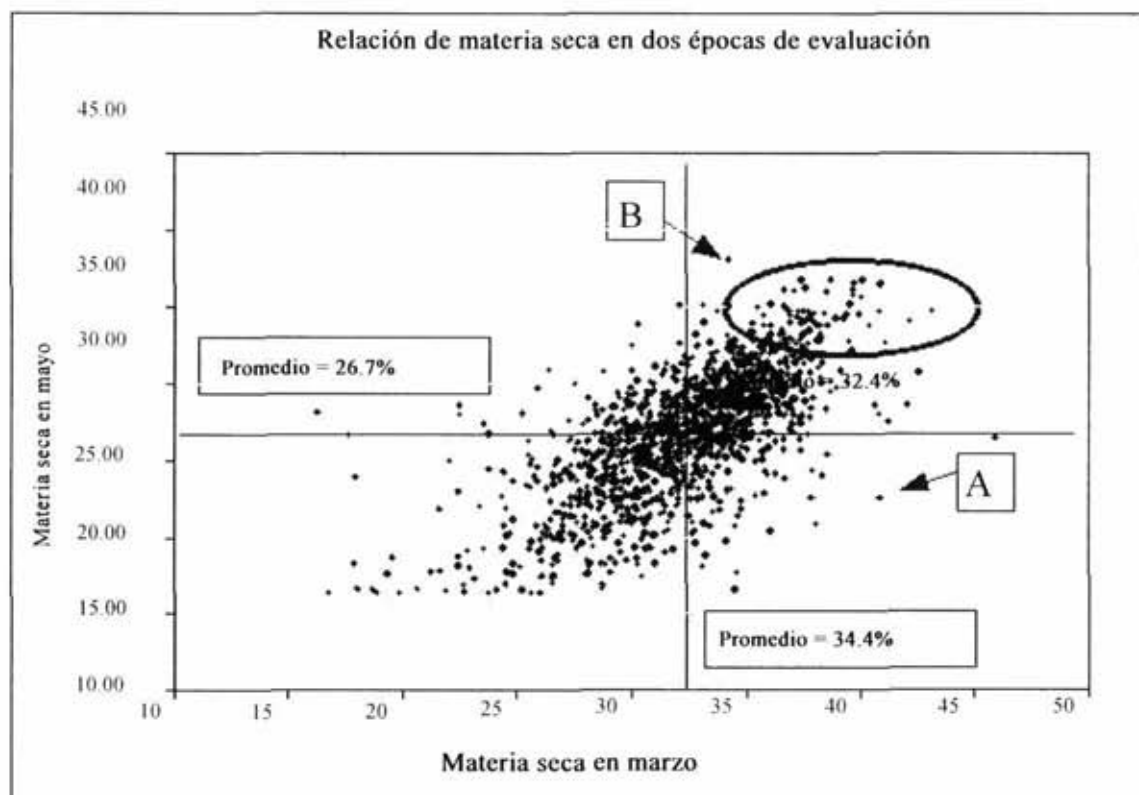


Figura 6.1.1. Contenidos de materia seca medidos sobre los 1.350 genotipos en marzo y mayo. Como punto de referencia se marcan los promedios, así como el grupo de materiales que mantuvieron un contenido de materia seca por encima del 33% luego del arribo de las lluvias.

La información proporcionada en la Figura 6.1.1 permite, primeramente, concluir que existe una relación estrecha entre los contenidos de materia seca en marzo y mayo, con un coeficiente de correlación de 0,689. Sin embargo, no es posible predecir de manera eficiente cuáles serían los materiales que en mayo presentarían un alto contenido de materia seca, basados en las observaciones de marzo. Por ejemplo, el punto "A" tuvo un alto contenido de materia seca en marzo (> 40%), pero un pobre nivel en la medición de mayo (< 25%). Por el contrario, el punto "B" mostró un comportamiento mediocre en marzo (<35%), pero su contenido de materia seca, luego del arribo de las lluvias, fue sobresaliente (□ 37.5%). Debido a la relevancia de la capacidad de mantener alto el

contenido de materia seca, luego del arribo de las lluvias para el sector industrial de la costa norte, se procedió a seleccionar un grupo de materiales que se destacaron por esta propiedad. Muchos de ellos ya figuraban entre los 215 genotipos seleccionados por su buen comportamiento general, pero otros se caracterizaban especialmente por su alto contenido de materia seca, incluso luego del arribo de las lluvias. En el Cuadro 6.1.3 se presenta un resumen de las características de estos materiales seleccionados por su alto contenido de materia seca y que no figuran entre los 215 genotipos seleccionados por su comportamiento general. Debe recalarse que el contenido de materia seca promedio para todos los clones evaluados fue de 32,41 y 26,74%, respectivamente para marzo y mayo, por lo que el progreso que se espera lograr para esta característica es bastante significativo.

Cuadro 6.1.3. Contenido de materia seca en mediciones realizadas en marzo y en mayo de 2001 en un grupo de clones seleccionados por su buen comportamiento para esta característica a partir del campo de observación.

Pedigree	Contenido de materia seca (%)		Porcentaje de retención
	Medido en marzo	Medido en mayo	
SM 2545-20	39,73	35,77	0,90
SM 2546-52	37,16	35,96	0,97
SM 2546-54	37,36	34,74	0,93
SM 2618-16	40,13	36,70	0,91
SM 2619-1	37,97	34,00	0,92
SM 2619-5	39,78	36,52	0,92
SM 2619-6	38,46	34,58	0,90
SM 2619-12	37,68	34,02	0,90
SM 2621-4	43,16	34,60	0,80
SM 2621-14	39,54	35,16	0,89
SM 2621-25	37,45	33,85	0,90
SM 2621-28	38,74	36,71	0,95
SM 2622-1	40,92	36,46	0,89
SM 2623-1	37,01	33,92	0,92
SM 2772-2	40,41	33,74	0,83
SM 2772-7	38,54	35,89	0,93
SM 2772-8	39,30	34,20	0,87
SM 2773-46	34,31	37,98	1,11
SM 2775-17	38,07	34,54	0,91
SM 2603-9	40,86	34,67	0,85
Promedio	38,83	35,20	0,91
Mínimo	34,31	33,74	0,80
Máximo	43,16	37,98	1,11

Finalmente, otro aspecto interesante sobre los resultados obtenidos en el campo de observación del período mayo 2000 a mayo 2001, se relaciona con la capacidad de retener hojas por más tiempo durante el crecimiento de la planta. Entre octubre 25 y 27 se tomaron datos, cuando el cultivo ya tenía 5 meses y medio de edad. En ese momento, resultó obvio que existía una capacidad diferencial de retener hojas. En la mayoría de los materiales (1.225 ó 90,7 %) ya había ocurrido una abscisión de las hojas en los 2/3

inferiores de la planta, pero en un grupo de clones (125 ó 9,3%) pudo observarse que las hojas aún estaban en toda la planta (Figura 6.1.2). Esta observación fue debidamente registrada hasta el momento de la cosecha.



Figura 6.1.2. Reconocimiento en el campo de observación sembrado en Santo Tomás (Atlántico) a los 5 meses y medio de edad. Algunas familias retienen las hojas y otras las dejan caer.

En el Cuadro 6.1.4 se presentan los promedios de los 1.225 clones que no retuvieron las hojas, así como el de los 125 que sí lo hicieron. Si la retención de hojas no tuviera efecto alguno sobre las variables de interés agronómico, el comportamiento de los dos grupos de materiales podría considerarse como dos muestras aleatorias de la población evaluada. Sin embargo, se pudo observar una notable diferencia entre el comportamiento de uno y otro grupo, sugiriendo que la capacidad de retención de hojas a los 5 meses de edad (en esa época, aún no hay un marcado estrés hídrico en la región) sí tiene un profundo efecto en el comportamiento general de los diferentes clones. Los materiales que retuvieron hojas rindieron en promedio 26% más raíces (24,96 vs. 19,75 t/ha de raíces frescas), lo que representa aproximadamente 2 toneladas más por hectárea de materia seca producida.

Más aún, se pudo también observar que la retención de hojas estuvo asociada con un mayor contenido de materia seca (dependiendo de la época en que se midió, entre 1% y 2% más) y con un mejor índice de cosecha (superior en un 10%, aproximadamente). La relevancia de estos resultados es muy grande, pues se ha identificado un carácter que casi con seguridad es de alta heredabilidad (fácil de seleccionar y de “fijar” en las poblaciones adaptadas a la Costa Norte) y que tiene un profundo efecto sobre el comportamiento agronómico de la yuca en dicha región.

Cuadro 6.1.4. Efecto de la retención de hojas a los 5 meses y medio de edad sobre datos obtenidos en el momento de la cosecha, realizada 5 meses después en el campo de observación de Santo Tomás (Atlántico).

Retención de hojas	Contenido de materia seca (%)		Índice de cosecha (%)		Rendimiento de raíces frescas (t/ha)		Rendimiento de raíces secas (t/ha)		Rendimiento de raíces frescas (t/ha) ¹
	marzo	mayo	marzo	mayo	marzo	mayo	marzo	mayo	
SI	32.15	28.51	0.55	0.50	27.05	24.12	9.16	6.95	24.96
NO	31.48	26.27	0.48	0.44	21.91	18.89	7.08	5.10	19.75

¹ Rendimiento promedio de raíces frescas combinando datos de las cosechas de marzo y mayo.

Se advierte el empeoramiento de la conducta general, que ocurre como resultado del rebrote, luego del inicio de las lluvias. Sin embargo, esta situación es temporal, y las plantas rápidamente se recuperan. Finalmente, conviene también destacar que el nuevo procedimiento de evaluación de campos de observación permite, no sólo identificar buenos clones para su eventual liberación como variedades élite para el agricultor. Un cambio significativo, introducido a partir del 2001, ha sido la medición y la toma de datos de todos los clones incluidos en este tipo de ensayo. Esto permite obtener promedios (basados en varios clones) de las progenies de un determinado progenitor. El comportamiento relativo de toda la progenie de un padre (o madre) es de gran relevancia para identificar aquellos materiales que tienden a producir buenas progenies. Como ya se explicará, no todos los clones superiores tendrán la capacidad de producir buenas progenies. La información con que se cuenta a partir de estos ensayos (técnicamente llamada Aptitud Combinatoria General) permite una respuesta más precisa, y científicamente fundada en la pregunta más importante para el fitomejorador: ¿Qué progenitores usar? Este tema se describe en detalle en la Sección correspondiente a las actividades desarrolladas en Villavicencio (ventajas del nuevo esquema: implicaciones para la genética del cultivo).

Resultados relevantes de los diferentes ensayos conducidos

Como se reportó en el informe final presentado en junio de 2000, durante los meses de octubre y noviembre de 1999 se presentó una gran pluviosidad en la Costa Norte del país. Como consecuencia de este fenómeno atípico, parte del lote donde se encontraban los viveros (Caracolí, Atlántico) resultó inundado. Esta situación no sólo afectó la calidad de los datos de algunos de los ensayos de ese año, sino también en el estado fisiológico de la semilla obtenida de ellos.

El ensayo preliminar de rendimiento sembrado con la semilla producida (57 genotipos en parcelas de 20 plantas cada una) fue descartado debido a que presentó una germinación baja y poco uniforme.

También a partir de una selección y semilla producida en Caracolí se sembró un **ensayo avanzado de rendimiento** cuyos resultados se presentan en el Cuadro 6.1.5. Esta evaluación estuvo constituida por 88 genotipos cada uno sembrado en tres repeticiones y con parcelas de 25 plantas cada una. Entre los materiales evaluados se incluyeron 12 testigos, uno de ellos **MTAI-8**. El rendimiento promedio de materia seca de los 15 mejores materiales (14,6 t/ha) fue notoriamente superior al de los testigos (8,8 t/ha), entre los que participa **MTAI-8**. Los rangos de variación para contenidos de materia seca fueron similares para los clones experimentales y los testigos, aunque el promedio de los mejores 15 clones fue ligeramente superior (34%) al de los testigos (33%). Se observa que en el décimo lugar (basado en el criterio del índice de selección) se encuentra el clon **SM 1438-2**, en el décimo tercero se ubica **SM 1669-7**, y en el décimo cuarto está **SM 1411-5**, clones que fueron incluidos como parentales. En contraste, el excelente clon **MTAI-8** ocupó el lugar trigésimo séptimo. Esto sugiere el excelente comportamiento de los nuevos materiales, los que van relegando a una posición menos prevalente a **MTAI-8** que, hasta hace poco tiempo, no tenía rival en esta ecoregión. Estos mismos resultados son confirmados por otras evaluaciones descritas más adelante.

Cuadro 6.1.5. Ensayo avanzado de rendimiento evaluando 76 clones experimentales y 12 testigos en Santo Tomás (Atlántico). Se presentan los mejores 15 materiales, así como los principales testigos.

Orden de mérito	Clon	Índice de cosecha (0-1) ¶	Contenido de materia seca (%)	HCN (1-9)	Rendimiento		Índice de selección
					Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
Datos de los mejores 15 clones							
1	CM 8288-46	0.62	31.7	8.0	62.8	19.9	31.44
2	CM 8803-7	0.64	34.3	8.5	48.0	16.4	25.50
3	SM 2085-7	0.56	30.9	8.5	59.2	18.2	22.38
4	CM 4843-1	0.68	33.8	8.5	44.1	14.9	21.42
5	SM 1789-52	0.57	31.5	7.0	54.6	17.2	19.99
6	SM 1427-1	0.65	33.6	8.5	43.4	14.5	18.72
7	CM 6182-8	0.68	37.1	8.0	30.9	11.4	18.66
8	SB 0216-9	0.59	32.1	9.0	47.4	15.2	15.30
9	SM 1759-29	0.55	34.6	4.0	40.1	13.9	14.34
10	SM 1438-2	0.59	35.8	8.5	34.6	12.4	14.31
11	SM 2081-34	0.57	34.2	8.5	39.9	13.7	13.63
12	SM 1619-3	0.49	35.4	9.0	38.5	13.7	12.78
13	SM 1669-7	0.6	35.6	7.5	33.3	11.9	12.70
14	SM 1411-5	0.58	33.8	9.0	38.5	13.0	11.24
15	CM 8288-43	0.51	35.3	9.0	35.6	12.5	10.25
Promedio		0.59	34.0	8.1	43.4	14.6	17.51
Datos de los cinco mejores testigos							
18	PAN 135	0.59	34.1	8.5	35.6	12.1	9.63
37	MTAI 8	0.53	35.2	8.5	26.7	9.4	1.40
39	VEN 169	0.56	32.3	8.0	34.7	11.2	1.32
41	COL 2215	0.57	35.6	5.5	23.2	8.3	0.78
42	CM 3306-4	0.51	37.2	5.5	20.5	7.6	0.77
Promedio		0.52	33.0	7.5	26.9	8.8	-6.22
Datos de todo el experimento †							
Promedio		0.53	33.6	7.5	30.5	10.2	-0.2
Mínimo		0.35	27.60	4.00	7.00	1.90	-48.4
Máximo		0.68	40.3	9.00	62.8	19.9	31.44
C.V. (%)		17.3	3.5	--	32.8	33	--
D.M.S. (5%)		0.2	2.7	--	17.3	5.8	--

¶ El índice de cosecha se obtiene dividiendo la producción de raíces comerciales por la biomasa total (raíces más parte aérea). Se prefieren índices de cosecha superiores a 0,50.

† Datos estadísticos basados en todo el experimento.

Cuadro 6.1.6. Resultados de tres pruebas regionales conducidas en sendas localidades del departamento Atlántico. Cada prueba estuvo compuesta por 3 repeticiones con parcelas de 25 plantas cada una, e incluyeron los mismos 60 genotipos, entre los que participaron numerosos testigos locales.

Clon	Pitalito					Santo Tomás					Molineros				
	Raíces frescas (t/ha)	Materia seca (t/ha)	Materia seca (%)	Índice selecc.	Orden mérit.	Raíces frescas (t/ha)	Materia seca (t/ha)	Materia seca (%)	Índice selecc.	Orden mérit.	Raíces frescas (t/ha)	Materia seca (t/ha)	Materia seca (%)	Índice selecc.	Orden mérito
SM 1438-2	52,8	19,8	37,6	34,9	1	38,7	14,2	36,9	20,3	4	18,4	6,4	34,1	22,7	4
SM 1665-2	49,9	17,3	34,7	22,9	5	47,7	15,7	32,9	23,9	1	19,2	5,5	28,7	16,3	9
SM 1669-7	37,4	14,1	37,7	23,2	4	30,3	12,0	39,5	17,5	7	17,2	5,7	32,6	21,1	6
SM 1778-45	41,2	14,4	34,9	14,9	9	36,3	12,5	34,1	16,0	10	16,7	4,9	29,2	12,4	13
CM 4919-1	37,0	13,0	35,1	17,0	7	34,0	12,0	35,2	18,2	5	12,3	3,9	31,9	7,1	21
SM 1669-5	31,5	11,6	36,9	8,4	16	33,8	12,3	36,5	16,8	8	15,1	4,6	30,9	15,2	10
SM 1411-5	34,9	12,5	35,4	7,7	17	33,1	11,1	33,5	8,7	18	22,9	7,0	30,5	32,1	2
SM 1565-17	48,6	15,4	31,6	9,9	14	36,3	10,5	29,2	8,3	21	23,3	6,2	26,5	24,3	3
SM 1511-6	34,9	12,3	35,2	7,5	18	29,9	11,5	38,5	14,6	12	15,8	4,6	29,2	14,7	11
M TAI-8	33,3	11,8	35,6	7,2	20	33,0	11,6	35,1	15,9	11	14,9	4,6	31,1	10,6	16
CM 6119-5	30,6	11,5	37,6	12,6	11	29,1	11,0	37,6	13,2	15	12,7	3,8	29,8	2,6	27
CM 3306-19	42,7	12,7	29,8	-1,5	34	33,4	10,3	30,9	8,7	19	23,8	7,6	32,2	39,0	1
SM 1778-53	34,0	11,9	35,0	3,0	23	23,5	8,5	36,3	1,2	32	19,9	5,8	29,2	21,2	5
SM 1973-25	43,6	16,7	38,1	26,0	3	36,0	13,3	37,6	16,5	9	10,2	2,8	27,4	-15,4	50
M VEN 25	32,0	11,3	35,0	0,7	31	40,8	14,4	35,2	22,3	2	12,2	3,8	30,7	1,3	29
Promedio ¹	39,0	13,7	35,3	13,0	14,2	34,4	12,1	35,3	14,8	11,6	17,0	5,1	30,3	15,0	13,8
Desv. Stdrd	7,1	2,5	2,3	10,2	10,0	5,6	1,8	2,8	6,0	8,3	4,3	1,3	2,0	13,2	13,3
CG 1141-1	24,0	8,7	36,2	-7,2	43	22,0	7,6	34,7	-5,7	42	14,7	4,2	29,0	6,5	23
CM 3306-4	30,4	11,1	36,3	1,4	28	20,4	7,5	36,6	-10,7	48	12,2	3,7	30,8	-3,2	36
MCOL 1505	28,3	9,6	33,9	-10,7	46	30,0	10,2	34,1	1,9	31	11,2	3,0	27,3	-7,0	41
MCOL 2215	21,5	7,9	36,8	-11,8	49	19,8	7,3	36,4	-9,6	47	12,1	4,0	33,4	6,10	24,0
Promedio ²	27,2	9,7	35,6	-5,5	39,4	26,6	9,4	35,4	-0,4	34,0	12,5	3,8	30,2	0,7	30,6
Desv. Stdrd	4,4	1,5	1,2	6,2	9,3	8,9	3,0	1,1	13,6	19,1	1,3	0,4	2,3	5,9	7,8
Promedio ³	33,7	11,7	34,8	0,0	30,5	26,8	9,3	34,0	0,0	30,5	13,1	3,8	29,1	0,0	30,5
Desv. Stdrd	8,3	3,0	2,0	14,7	17,5	8,6	3,0	5,1	18,0	17,5	4,3	1,4	3,0	16,0	17,5

Promedios y desviación estándar de ¹ los mejores 15 materiales, ² de testigos (incluyendo lo que estuviera entre los mejores 15 materiales), y ³ de los 60 materiales evaluados.

Cuadro 6.1.7. Resultados más relevantes de las dos pruebas regionales conducidas en dos localidades del Caribe húmedo. Se presentan los mejores 20 clones en función de sus respectivos órdenes de mérito en ambas localidades. El orden de mérito estuvo basado en el índice de selección de cada material.

Clon	Corozal (Sucre)				Ciénaga de Oro (Córdoba)			
	Raíces frescas t/ha	Materia seca %	Materia seca t/ha	Orden de mérito	Raíces frescas t/ha	Materia seca %	Materia seca %	Orden de mérito
CM 4919-1	22,72	35,61	8,09	8	28,39	36,24	10,29	6
SM 1973-23	25,39	34,91	8,86	3	24,28	36,96	8,97	16
CM 7514-8	32,67	36,93	12,07	1	23,33	37,08	8,65	18
M BRA 384	24,11	34,38	8,29	6	27,22	34,04	9,27	14
SM 1669- 7	18,06	36,56	6,60	18	27,72	38,53	10,68	4
SM 1669- 5	25,89	35,69	9,24	2	23,44	35,61	8,35	20
CM 6758-1	21,06	34,78	7,32	11	25,39	37,53	9,53	11
SM 1665- 2	22,83	29,82	6,81	15	29,00	34,42	9,98	9
CM 6754-8	20,67	31,86	6,58	20	29,72	33,96	10,09	8
CM 6758-3	22,44	32,89	7,38	9	22,22	36,77	8,17	21
CG 1141-1	17,83	34,58	6,17	25	26,94	38,16	10,28	7
SM 1778-53	19,72	34,03	6,71	17	22,72	38,73	8,80	17
SM 1650-7	15,50	35,69	5,53	35	27,06	40,78	11,03	1
SM 1565-17	23,39	30,21	7,07	13	27,78	28,39	7,89	26
SM 1433- 4	27,72	31,63	8,77	4	19,61	35,89	7,04	36
CM 6119-5	19,78	36,40	7,20	12	19,56	39,64	7,75	29
SM 1759-29	14,56	34,04	4,95	39	27,44	39,01	10,71	2
SM 1438- 2	13,67	33,36	4,56	42	28,50	37,48	10,68	3
M TAI 8	18,72	30,90	5,78	32	26,44	35,08	9,28	13
SM 1973-25	15,89	34,62	5,50	36	24,61	39,12	9,63	10
Mínimo	6,11	6,26	1,88	1	0,00	0,00	0,00	1
Máximo	32,67	41,91	12,07	60	29,72	40,78	11,03	60
Promedio	17,52	32,88	5,78	30,5	20,35	35,15	7,29	30,5
Desv.St.	5,33	2,59	1,88	17,46	6,12	5,20	2,30	17,46

En el Cuadro 6.1.6 se presentan los datos de tres pruebas regionales conducidas en tres ambientes del Caribe subhúmedo: Pitalito, Santo Tomás y Molineros. Afortunadamente, en las primeras dos localidades se pudo observar un excelente desarrollo del cultivo sin mayores problemas bióticos o abióticos. Sin embargo, en el caso de Molineros se presentó un intenso verano desde octubre de 2000 hasta abril del 2001. Los rendimientos en esa localidad, por lo tanto, se vieron severamente afectados.

Estas pruebas regionales constituyen la etapa final del proceso de selección. A partir de éstas, se seleccionan los materiales que eventualmente serán liberados oficialmente por CORPOICA. Durante esta evaluación se incluyeron 60 genotipos, incluyendo cuatro testigos. De los 60 clones evaluados en el Cuadro 6.1.6, sólo se presentan los resultados de los 15 mejores, así como de los cuatro testigos utilizados. El orden en que se presentan los materiales es promediando el comportamiento en las tres localidades, basados en el correspondiente índice de selección. De los mejores 15 clones, 10 han sido incluidos como parentales.

Se puede observar que el rendimiento de raíces frescas en Molineros (13,1 t/ha) fue notablemente inferior al de las otras dos localidades (33,7 y 26,8 t/ha para Pitalito y Santo Tomás, respectivamente). Cabe destacar el buen desempeño de nuevos materiales que, en promedio, superaron al mejor clon con que se contaba hasta ahora en la costa (**MTAI-8**). En efecto, este excelente material ocupó en esta evaluación el décimo lugar. Estos resultados demuestran el dinamismo que el Proyecto de Mejoramiento de Yuca ha logrado, merced a los recursos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y de FENAVI – FONAV. En el Cuadro 6.1.6 se puede observar un fenómeno que ocurre con frecuencia: materiales emparentados ocupando posiciones destacadas (**SM 1778-45** y **-53**, así como **SM 1669-5** y **-7**).

El mismo grupo de materiales fue también evaluado en el Caribe húmedo (departamentos de Sucre y Córdoba). En el Cuadro 6.1.7 se presentan los resultados más importantes de los ensayos que fueron conducidos en Ciénaga de Oro y Corozal. Como en años anteriores, se observa una fuerte interacción genotipo por ambiente, ya que el comportamiento de los clones varía drásticamente, dependiendo si se les evalúa en el Caribe subhúmedo (departamentos de Atlántico y Magdalena) o en el húmedo (departamentos de Córdoba y Sucre). El clon **CM 6754-8**, tradicionalmente ha tenido un buen comportamiento en éste último, mientras que es mediocre en condiciones más secas. Lo contrario ocurre con el clon **MTAI-8**, situación que se corrobora en las siguientes evaluaciones. Sin embargo, se observa también que hay algunos materiales que mostraron un comportamiento bastante aceptable en todos los ambientes utilizados. Este es el caso, por ejemplo, de los clones **CM4919-1**, **SM1665-2**, **SM 1669-7**, **SM 1669-5**, **SM 1438-2** y **SM 1778-5**. Vale la pena destacar, el buen comportamiento de clones hermanos como lo son **SM1665-2** y **-5**. De igual forma, la mayoría de estos clones de buen comportamiento han sido incluidos como parentales para los próximos cruzamientos.

Multiplicación de semilla de clones élite

En el Cuadro 6.1.8 se presenta un resumen de la semilla multiplicada en este polo de desarrollo. Lamentablemente, el área de Molineros se vio afectada por una prolongada sequía desde octubre de 2000 hasta abril de 2001, prácticamente sin precipitaciones. Luego de las primeras lluvias, se volvieron a tener períodos prolongados sin lluvias. La producción de semilla (y de raíces, como se desprende del análisis de datos presentado en el Cuadro 5.1.6) fue bastante deficiente, por lo que se decidió mantener estos viveros por 6 meses más hasta que presentaran suficiente vigor como para justificar la extracción de la semilla vegetativa. En función de los resultados de los diferentes ensayos, se decidió transferir la producción de semilla de clones específicamente adaptados al Caribe húmedo (departamentos de Sucre y Córdoba) en su zona de adaptación. Este es, por ejemplo, el caso del clon CM 6754-8 (“Enanita”).

El procedimiento a utilizar con el material sembrado en el vivero de Molineros permitirá obtener datos que podrían ser de gran relevancia en la solución parcial o definitiva del problema de semilla para la costa norte del país. Es posible desarrollar un sistema de viveros que se mantendrían por 18 meses (Figura 6.1.3). El principal propósito de estos viveros sería el de producir semilla de buena calidad en el momento en que, generalmente, hay deficiencia (mayo y junio de cada año). Estos viveros se sembrarían en la época normal de siembra (mayo–junio) y al año de sembrados, inmediatamente antes del inicio de las lluvias se cosecharía la semilla vegetativa, dejando los tocones en el suelo. Con la reserva acumulada, el tocón rebrotaría de manera vigorosa con la llegada de las lluvias, por lo que, con sólo 6 meses de crecimiento se podría tener una cosecha de raíces muy atractiva en términos de productividad y contenido de materia seca. El bajo contenido de materia seca al inicio de las lluvias en mayo (cuando la planta rebrota), es una de las principales limitantes para contar con suficiente semilla de yuca en áreas donde existe una distribución marcadamente bimodal de las lluvias (Cuadro 6.1.4). Además, octubre es una época donde no hay mucha disponibilidad de raíces para la industria. Cabe destacar que este esquema es utilizado amplia y exitosamente en el sur del Brasil.

6.1.2. Actividades desarrolladas en Villavicencio

Como en el caso de la ecoregión de la Costa Caribe, a continuación se describen, primeramente, los experimentos más importantes conducidos en los Llanos Orientales (Cuadro 6.1.9.), y luego los resultados respectivos para cada tipo de evaluación. Como en el caso del polo de desarrollo de Barranquilla, muchas de las actividades de mejoramiento realizadas en Villavicencio son aprovechadas por otras regiones.

Cuadro 6.1.9. Ensayos conducidos para el ambiente de los Llanos Orientales de Colombia durante 2000–2001.

Ensayo	Localidad	Nº de Genotipos	Nº de Reps	Observaciones
F1	Cenicaña	3402 (1080)	1	Inicia el esquema nuevo de mejoramiento: mantenida en el campo por 10 meses.
F1C1	La Libertad	1178 (1)	1	Clones que produjeron < 7 estacas para el campo de observación.
Campo de observación	La Libertad	1525 (7)	1	Ver Cuadros 6.1.10 y 6.1.11
Ensayo preliminar de rendimiento	La Libertad	55 (20)	1	Ver Cuadro 6.1.12
Ensayos avanzados de rendimiento	La Libertad	72 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.13
	La Libertad	84 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.14
Ensayos regionales	La Libertad	27 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.15
	Matazul	27 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.15
	Restrepo	27 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.15
Semilleros	Varias	Varios	-.-	Ver Cuadro 6.1.16

Se sembró un total de 3.402 semillas botánicas resultantes de cruzamientos, específicamente dirigidos a la Orinoquia (Cuadro 6.1.9). De esa cantidad, 1.080 constituyen el ensayo dialélico para los Llanos. De este ensayo, como ya se explicó, no sólo se obtendrá una valiosa información sobre la herencia de características importantes para esa región, sino que también permitirá seleccionar clones como sucede normalmente en la etapa de campo de observación. El resto de material F1 que no forma parte del estudio dialélico será sembrado en un campo de observación similar al que se describe seguidamente. Si bien, la evaluación de F1C1, tal como se realizaba antes, fue eliminada para dar paso al nuevo tipo de campo de observación, cuando la planta F1 no alcanzó a producir el número necesario de estacas (siete para el caso de los Llanos Orientales), igualmente fueron aprovechadas y plantadas en sus respectivas zonas de adaptación. La semilla de estas plantas fue obtenida y será incluida en el campo de observación que sería sembrado durante julio de 2001.

Cuadro 6.1.10. Resultados más sobresaliente del campo de observación evaluado en CORPOICA–La Libertad (Villavicencio, Meta) durante el período junio de 2000 a marzo de 2001.

	Calificación enfermedades (1-5) [†]	Tipo de planta (1-5) [†]	Rendimiento		Contenido materia seca (%)	Índice Cosecha (0-1)	Índice selección
			Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)			
Datos de la fracción seleccionada							
Promedio	2,61	2,67	26,67	8,57	32,33	0,50	26,07
Desv. Est.	0,77	0,92	4,15	1,10	2,41	0,06	5,88
Mínimo	1,00	1,00	17,71	5,89	24,23	0,38	18,54
Máximo	4,00	5,00	43,06	11,61	47,82	0,66	46,72
Datos de los 1,525 clones							
Promedio	2,92	3,64	17,74	5,47	30,41	0,43	0,00
Desv. Est.	0,80	1,13	6,57	2,16	3,22	0,09	20,07
Mínimo	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-124,37
Máximo	5,00	5,00	43,06	11,61	47,82	0,66	46,72

[†] La calificación para enfermedades foliares y tipo de planta por escala visual (1= excelente y 5= muy pobre). Una calificación de 3 representa un comportamiento similar al promedio de la población evaluada.

En el Cuadro 6.1.10 se presentan los resultados más sobresalientes del campo de observación, que en la Orinoquia estuvo constituido por 1.525 clones, cada uno representado por siete plantas. Debido a la prevalencia de enfermedades foliares como la bacteriosis (*Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*) y el superalargamiento (inducida por el hongo *Sphaceloma manihoticola*), es fundamental realizar las evaluaciones de modo que exista una óptima presión de estas enfermedades para poder eliminar, tan temprano como sea posible en el proceso de mejoramiento, aquellos genotipos susceptibles a estas enfermedades. Por ello, en el campo de observación, los surcos que se ubicaban uno detrás del otro en una misma franja, fueron separados por una planta que servía como “esparcidora” de estas enfermedades. En la Figura 6.1.4. se muestra el aspecto que tenía en el campo de observación, aproximadamente un mes y medio después de la siembra. Estas plantas esparcidoras permitieron, no sólo una buena presión de las enfermedades, sino que también aseguraron una distribución uniforme de ellas. Estas plantas esparcidoras se originaron en estacas de plantas que habían sido descartadas, precisamente por ser susceptibles a estas enfermedades durante el ciclo inmediatamente anterior.

Los datos del Cuadro 6.1.10 ilustran los resultados de la evaluación del campo de observación. Se pudo notar tempranamente un buen desarrollo de enfermedades foliares que se manifestó en un buen rango de variación para bacteriosis, así como para superalargamiento. La fracción seleccionada, por lo tanto, mostró una buena reacción respecto de enfermedades foliares (promedio de 2,61) comparada con el promedio de la población (2,92). De igual manera, se espera mejorar la productividad de materia seca (8,57 vs. 5,47 t/ha), el contenido de materia seca (32,33 vs. 30,41 %), tipo de planta (2,67

vs 3,64) y el índice de cosecha (0,50 vs 0,43). Finalmente, debe mencionarse que en este ensayo no se intercalaron testigos entre los clones evaluados, sino que se sembró la variedad Reina (CM 6740-7) en los surcos laterales y en uno central, a lo largo de todo el experimento.

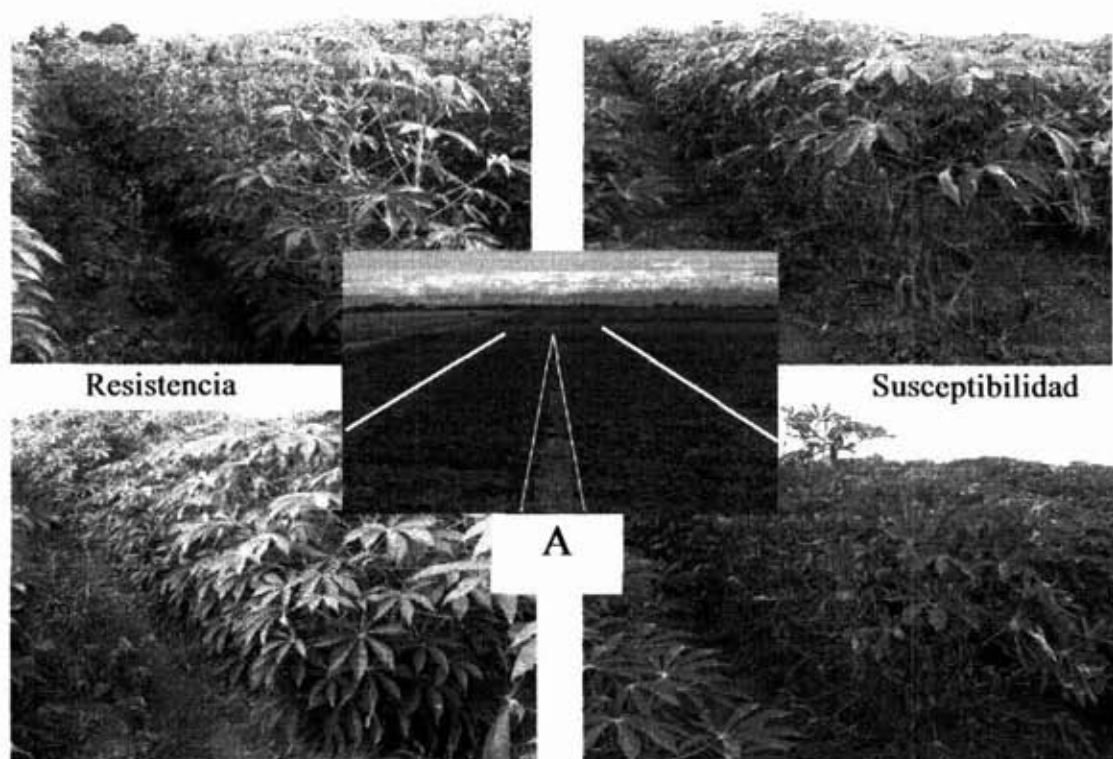


Figura 6.1.4. Aspecto del campo de observación en CORPOICA, La Libertad (Villavicencio, Meta) al mes y medio de sembrado (fotografía central). Posición de las “plantas esparcidoras”. A la izquierda y derecha se muestran clones contrastantes por su reacción a enfermedades foliares a los 5 meses de edad del cultivo.

Ventajas del nuevo esquema: implicaciones para la genética del cultivo

El Cuadro 6.1.11 se incluye para ilustrar el concepto de **aptitud combinatoria general**, del que se habló anteriormente. Se escogió un grupo de familias (un progenitor en común, cuando son “SM” y dos progenitores en común, cuando son “CM”) en función del número de clones que la constituían, así como de su respuesta contrastante en cuanto a variables de relevancia agronómica. Para cada familia se menciona la proporción de clones seleccionados. De los 1.525 clones evaluados se seleccionaron 240, es decir aproximadamente un 16%. Cualquier familia que presente una proporción mayor a 0,16 de clones seleccionados sugiere que tuvo un comportamiento superior al promedio poblacional, y por lo tanto que el progenitor que las identifica, tuvo un mejor comportamiento (en función de su progenie) que el promedio de los progenitores. Se

puede observar que las familias con mayor proporción de clones seleccionados fueron **CM 9459** (CM 6370-2 x CM 4574-7); **CM 9460** (CM 6740-7 x CM 4574-7), **CM 9461** (CM 6921-3 x CM 4574-7) y **SM 2786** (CM 6438-14). Los padres relacionados con estas familias se mencionan entre paréntesis. Se puede observar que entre ellos se encuentra **CM 6740-7**, la variedad liberada como CORPOICA-Reina. Estos padres tienden a producir progenies superiores cuando se comparan con todas las progenies, sugiriendo que son genéticamente superiores a los otros progenitores, cuyas progenies formaron parte de esta evaluación. Es precisamente debido a esta información que todos estos materiales (con excepción del clon **CM 6370-2**) fueron incluidos como parentales para los cruzamientos a realizar durante dicho año agrícola. De manera similar, se evitó incluir clones cuyas progenies no fueron destacadas (**SM 1210-10**, **CM 8275-2**, **SM 1282-2**, **SM 673-1**, **SM 737-38** y **CM 3997-1**). En el caso de **MPER 183** fue incluido como progenitor por la buena calidad culinaria de sus raíces, y en consideración de los usos industriales de la yuca, que requiere de esta característica.

Cuadro 6.1.11. Promedios de algunas de las familias (uno o dos progenitores en común) que participaron en el campo de observación evaluado en CORPOICA-La Libertad. Se seleccionaron familias contrastantes para ilustrar el concepto de aptitud combinatoria general.

Familia	N° de clones	Madre (padre)	Prop. selec. (0-1)	Calif. cnferm. (1-5)	Tipo de planta (1-5)	Cont. mat. seca (%)	Rendimiento		Índice de cosecha (0-1)	Índice de selec.
							Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)		
SM 2743	15	MPER 183	0,00	3,88	4,59	24,02	10,82	2,84	0,35	-35,80
SM 2733	46	SM 1210-10	0,00	3,07	4,70	26,46	10,82	3,01	0,34	-29,27
SM 2725	35	CM 8275-2	0,00	2,95	4,48	27,67	16,14	4,59	0,48	-8,35
SM 2609	38	SM 1282-2	0,03	3,36	4,48	28,59	12,06	3,61	0,41	-18,34
SM 2607	18	SM 1210-10	0,00	3,56	4,22	28,89	12,60	3,72	0,41	-17,08
SM 2220	12	SM 673-1	0,25	2,92	3,35	28,89	20,40	5,85	0,51	6,26
SM 2600	30	SM 737-38	0,00	2,77	4,11	28,89	12,95	3,88	0,40	-13,33
CM 9459	24	CM 6370-2 (CM 4574-7)	0,50	3,12	3,13	29,50	24,66	7,22	0,50	13,63
SM 2590	31	CM 3997-1	0,00	3,04	4,26	31,02	14,01	4,43	0,43	-7,71
CM 9449	12	CM 4574-7 (CM 4365-3)	0,25	3,01	3,09	31,02	18,98	5,91	0,44	6,08
SM 2792	75	SM 1565-15	0,21	2,34	3,13	31,02	18,63	5,85	0,41	5,88
SM 2632	26	CM 4574-7	0,23	2,51	2,91	31,32	20,22	6,35	0,42	8,86
CM 9460	42	CM 6740-7 (CM 4574-7)	0,40	2,89	3,20	31,32	23,24	7,28	0,43	11,79
CM 9456	16	SM 1411-5 (CM 4365-3)	0,13	3,45	3,24	31,63	15,61	5,03	0,46	0,55
SM 2634	21	CM 6438-14	0,24	2,48	3,64	31,63	20,22	6,35	0,42	6,52
SM 2635	12	CM 6740-7	0,25	3,24	3,68	31,63	22,00	6,89	0,47	10,15
SM 2636	44	SM 593-5	0,30	2,74	3,20	31,93	19,69	6,29	0,43	7,88
CM 9461	56	CM 6921-3 (CM 4574-7)	0,39	2,98	3,42	31,93	22,18	7,06	0,43	10,91
SM 2791	17	SM 1562-11	0,29	3,18	3,42	31,93	17,39	5,58	0,48	5,34
SM 2642	34	SM 1565-15	0,12	2,54	2,84	31,93	18,27	5,85	0,37	5,20
CM 9464	41	SM 1411-5 (CM 4574-7)	0,22	3,33	2,58	32,54	20,58	6,67	0,41	10,27
SM 2786	19	CM 6438-14	0,37	3,07	3,06	33,45	19,51	6,51	0,46	12,86
Promedio de los clones			0,16	2,92	3,64	30,41	17,74	5,47	0,43	0,00

Es interesante describir información adicional que puede extraerse a partir de este tipo de análisis. Por ejemplo, en cuanto a la reacción a enfermedades foliares, las progenies de **MPER 183, SM 1282-2, SM 1210-10 y SM 1411-5** (un clon adaptado a las condiciones de la Costa, donde no existe una presión de enfermedades, como en los Llanos Orientales) fueron claramente más susceptibles que el promedio de la población. Caso contrario es el de las progenies de **SM 1565-15 y CM 6438-14** (este último liberado y caracterizado por su tolerancia a enfermedades cuando se lo evalúa *per se*). Se pueden hacer comparaciones similares para otras variables, como rendimiento y contenido de materia, entre otras.

Cuadro 6.1.12. Resultados del ensayo preliminar de rendimiento conducido en CORPOICA–La Libertad entre junio de 2000 a marzo de 2001.

Orden de mérito	Clon	Índice de cosecha (0-1)	Contenido de mat. seca (%)	Rendimiento		Índice de selección
				Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
Datos de los mejores 15 genotipos						
1	CM 6740-7	0,58	31,3	39,6	12,4	40,45
2	SM 2455-5	0,49	32,0	38,8	12,4	39,04
3	SM 2366-32	0,45	27,7	29,6	8,2	11,57
4	SM 2558-1	0,52	27,0	29,6	8,0	11,32
5	SM 2552-8	0,47	33,3	27,1	9,0	26,94
7	SM 2561-11	0,34	26,8	26,7	7,1	1,57
8	SM 2552-12	0,42	26,2	25,4	6,7	0,18
10	SM 2555-11	0,56	33,0	24,2	8,0	24,66
11	SM 2552-5	0,46	29,0	22,1	6,4	5,98
12	SM 2555-2	0,35	30,9	21,7	6,7	8,43
13	SM 2465-4	0,50	29,2	21,3	6,2	6,70
14	SM 2559-6	0,57	30,6	21,3	6,5	13,26
15	SM 2559-3	0,58	31,2	20,8	6,5	14,82
16	SM 2554-4	0,50	30,0	20,4	6,1	8,09
17	SM 2552-2	0,37	31,1	20,0	6,2	7,36
Promedio		0,48	29,95	25,91	7,76	14,69
Datos de los 5 testigos						
6	COL 1468	0,50	24,3	27,1	6,6	-1,38
9	Brasilera	0,48	32,9	24,6	8,1	22,57
19	Catumare	0,42	27,2	20,0	5,4	-3,84
27	COL 1684	0,54	28,8	18,3	5,3	2,52
32	Cebucán	0,42	26,3	16,3	4,3	-11,74
Promedio		0,47	27,90	21,26	5,94	1,63
Datos de los 57 genotipos						
Promedio		0,408	29,398	17,814	5,261	-0,01
Mínimo		0,110	22,000	2,500	0,700	-42,25
Máximo		0,58	33,3	39,6	12,4	40,45
Desviación estándar		0,104	2,467	7,431	2,292	15,55

El Cuadro 6.1.12 resume los resultados más importantes del ensayo preliminar de rendimiento, en el que se evaluó un total de 55 clones, incluyendo varios testigos. El mejor testigo para la zona de los Llanos Orientales (Brasilera) ocupó en este ensayo el

noveno lugar, en función del índice de selección. Se observa que el mejor cultivar en este ensayo fue CORPOICA-Reina (CM 6740-7).

Cuadro 6.1.13. Resultados del ensayo avanzado de rendimiento conducido en CORPOICA-La Libertad durante el período junio de 2000 a marzo de 2001. Se evaluaron 72 genotipos, 11 de ellos eran testigos. Se utilizaron tres repeticiones con parcelas de 25 plantas. En negrilla los clones de la familia SM 2361.

Orden de mérito	Clon	Índice cosecha (0-1)	Contenido materia seca (%)	Rendimiento		Índice de selección
				Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
1	SM 2366-30	0,59	30,9	31,3	9,7	29,16
2	SM 2425-3	0,59	27,5	37,1	10,2	28,86
4	SM 2361-34	0,53	33,6	25,6	8,6	25,06
5	SM 2375-13	0,63	30,5	28,7	8,8	24,61
6	SM 2458-9	0,50	34,7	23,5	8,1	23,58
7	SM 2452-6	0,45	35,0	23,2	8,1	22,07
9	SM 2454-6	0,50	33,4	22,7	7,6	17,90
10	SM 2361-29	0,46	34,6	20,4	7,0	15,99
11	SM 2380-1	0,47	32,9	23,0	7,6	15,68
12	SM 2361-25	0,57	31,0	23,6	7,3	14,50
13	CM 8288-46	0,57	28,6	27,3	7,9	13,56
14	SM 2458-1	0,46	32,3	22,6	7,3	12,61
15	SM 2461-4	0,42	33,9	20,6	7,0	12,55
16	SM 2454-1	0,42	33,2	21,2	7,0	11,39
17	SM 2361-30	0,50	33,1	19,6	6,5	11,21
Prom. 15 mejores clones		0,51	32,35	24,69	7,91	18,58
3	CM 6740-7	0,50	34,3	25,6	8,8	26,16
8	BRASILERA	0,55	32,4	24,3	7,9	19,55
42	VEN 77	0,51	27,6	23,2	6,4	0,44
63	CM 2177-2	0,36	28,8	14,0	4,0	-18,46
64	COL 1684	0,48	27,1	14,0	3,8	-19,32
Promedio 11 testigos		0,45	28,6	14,8	4,4	-14,12
Datos de los 72 genotipos evaluados						
Promedio		0,46	30,4	19,1	5,9	0,3
Mínimo		0,28	24,60	3,50	0,90	-46,40
Máximo		0,63	35,00	37,10	10,20	29,16
C.V. (%)		12,9	4,8	23,1	24	
D.M.S. (5%)		0,1	3,4	7,7	2,5	

En el Cuadro 6.1.13 se presentan los resultados de un ensayo avanzado de rendimiento que incluyó 72 genotipos, de los que 11 eran testigos, fue conducido en CORPOICA-La Libertad. Se utilizaron tres repeticiones y parcelas de 25 plantas. Los materiales aquí evaluados provienen de un ensayo preliminar de rendimiento conducido por el ciclo anterior, que constaba de 150 clones. Tanto en el año anterior como en el presente, puede observarse el excelente comportamiento de un grupo de clones pertenecientes a la misma

familia (SM 2361) y derivada del clon CM 4574-7, que como ya se mencionó, se caracteriza por producir progenies sobresalientes (Cuadro 6.1.11). Los materiales fueron ordenados de acuerdo con sus respectivos índices de selección. En la columna de la izquierda se presenta el orden de mérito dentro del experimento, que cada clon ocupó en función de su índice de selección.

Cuadro 6.1.14. Resultados del segundo ensayo avanzado de rendimiento conducido en CORPOICA–La Libertad entre junio de 2000 a marzo de 2001. Se evaluaron 84 genotipos, con tres repeticiones y parcelas de 25 plantas cada una.

Clon	Contenido de materia seca (%)	Tipo de planta (1-5)	Rendimiento de raíces frescas (t/ha)	Rendimiento de raíces secas (t/ha)	Índice de cosecha (0-1)	Índice de selección
Brasileira	33,59	3,33	34,54	11,60	0,57	38,51
SM 1363-11	33,19	2,67	32,59	10,86	0,56	37,17
CM 8748-2	32,01	2,67	35,00	11,20	0,53	35,89
SM 1807-1	31,64	2,67	31,94	10,11	0,53	29,53
SM 1794-18	34,97	1,67	25,56	8,94	0,45	27,28
SM 2202-11	35,95	3,00	25,46	9,18	0,50	26,78
SM 1812-69	32,77	2,67	26,20	8,57	0,53	22,64
SM 2068-3	31,60	2,67	27,59	8,71	0,53	21,94
SM 2182-3	31,39	3,33	26,39	8,29	0,61	21,08
SM 1960-1	31,48	2,33	26,02	8,21	0,54	20,89
SM 2288-3	33,89	3,00	23,52	7,99	0,50	17,78
SM 2058-2	32,59	3,33	24,91	8,14	0,55	17,76
CM 8748-4	30,48	3,67	29,54	8,99	0,52	16,71
SM 1697-1	30,71	2,67	27,69	8,50	0,48	16,25
SM 2217-8	31,60	2,67	26,11	8,24	0,48	15,80
Datos de todos los clones evaluados						
Promedio	30,20	3,34	21,18	6,46	0,47	0,00
Mínimo	20,78	1,67	1,16	0,27	0,19	-3,62
Máximo	35,95	5,00	35,00	11,60	0,62	1,93
Datos de los materiales utilizados como testigos						
Promedio	30,77	3,17	23,64	7,52	0,48	10,33
Mínimo	20,78	1,67	1,16	0,27	0,19	-3,62
Máximo	35,95	5,00	35,00	11,60	0,62	17,78

En el Cuadro 6.1.14 se presentan los resultados más sobresalientes de un segundo ensayo avanzado de rendimiento, también conducido en CORPOICA–La Libertad y que estuvo constituido por 84 genotipos. En el Cuadro de referencia se presentan los resultados de los mejores 15 clones, entre los que se destacó la variedad “Brasileira” (MCOL 2737), que fue incluido como progenitor para las cruas realizadas. Esta variedad también tuvo un destacado comportamiento, según los datos de los Cuadros 6.1.12 (9º lugar) y 6.1.13 (8º lugar). Por provenir de distintos experimentos no hubo coincidencia entre los clones incluidos en estos dos ensayos avanzados de rendimiento.

Cuadro 6.1.15. Resultados de las pruebas regionales conducidas en tres localidades en el departamento del Meta.

Clon	Orden mérito promedio	La Libertad				Matazul				Restrepo			
		Rendimiento		Contenido materia seca (%)	Índice cosecha (0-1)	Rendimiento		Contenido materia seca (%)	Índice cosecha (0-1)	Rendimiento		Contenido materia seca (%)	Índice cosecha (0-1)
		Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)			Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)			Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)		
SM 1363-11	2,67	27,78	8,94	32,19	0,37	27,04	10,73	39,69	0,52	18,52	7,03	37,95	0,64
SM 1152-13	7,00	25,46	7,66	30,08	0,41	25,83	10,18	39,45	0,55	20,37	7,43	36,50	0,66
SM 1794-18	6,00	24,54	8,36	34,08	0,38	28,33	11,12	39,28	0,57	13,70	4,78	35,07	0,56
CM 6438-14	12,33	15,19	4,94	32,52	0,44	23,33	8,86	37,96	0,48	23,24	8,66	37,23	0,65
SM 1821-7	6,67	22,69	6,87	30,28	0,34	34,91	12,86	36,83	0,59	12,22	4,22	34,54	0,66
SM 1143-18	13,33	21,76	5,92	27,21	0,52	27,96	10,13	36,23	0,56	15,93	5,27	33,11	0,69
SM 1854-23	12,33	19,91	5,68	28,53	0,45	32,96	11,47	34,74	0,62	13,43	4,51	33,56	0,66
MBRA 502	13,00	20,65	7,04	34,10	0,46	17,41	5,98	34,34	0,40	26,57	8,88	33,29	0,61
CM 6921- 3	14,67	18,80	6,08	32,34	0,34	26,94	10,17	37,67	0,54	9,72	3,38	34,49	0,57
CM 6740-7	12,67	18,98	6,24	32,90	0,47	23,15	8,25	35,63	0,59	14,07	4,77	34,04	0,61
Brasilera	12,33	27,04	8,98	33,20	0,43	21,20	7,99	37,70	0,53	8,15	2,51	30,80	0,61
CM 4574-7	13,00	20,56	6,67	32,45	0,53	19,07	6,87	36,01	0,46	18,52	6,19	33,65	0,60
SM 1483-1	11,00	29,44	8,81	29,91	0,38	26,85	9,64	35,91	0,53	12,50	3,81	30,39	0,55
SM 2219-11	13,67	26,57	8,06	30,32	0,34	26,20	8,65	32,93	0,63	12,13	3,80	31,20	0,62
CM 6975-14	10,67	19,44	6,49	33,38	0,36	22,78	8,39	36,82	0,48	15,19	5,21	34,21	0,56
SM 1241-12	18,33	23,70	6,91	29,17	0,46	19,26	6,21	32,36	0,59	13,70	4,35	31,71	0,69
CM 523- 7	18,33	9,44	2,84	30,09	0,52	21,76	8,12	37,25	0,52	12,41	4,30	34,75	0,59
SM 1862-25	19,00	22,96	6,62	28,84	0,46	17,59	6,28	35,71	0,51	10,65	3,77	35,37	0,55
SM 1697-1	17,33	26,39	7,90	29,93	0,46	25,56	8,90	34,74	0,49	9,03	2,57	28,59	0,49
CM 7052- 3	19,67	21,02	6,14	29,19	0,44	24,07	8,15	33,83	0,51	13,89	3,95	28,55	0,61
SM 1812-69	18,33	25,09	7,69	30,66	0,52	22,78	7,75	34,16	0,59	6,20	1,70	27,33	0,57
SM 1694-2	22,33	20,19	6,80	33,69	0,42	13,61	4,74	34,74	0,40	9,44	3,23	34,21	0,50
SM 1565-15	17,00	16,94	5,06	29,84	0,38	23,06	8,54	36,99	0,47	11,76	3,86	32,43	0,58
CM 2177- 2	22,33	19,07	5,32	27,87	0,32	20,28	7,46	36,80	0,46	9,44	3,05	32,21	0,58
SM 1674-1	20,67	12,59	3,63	28,81	0,59	24,81	9,14	36,83	0,53	7,31	2,30	31,54	0,47
SM 1859-26	20,00	19,54	5,14	26,33	0,43	25,00	8,35	33,41	0,56	12,78	3,92	30,69	0,62
CM 7073- 7	20,67	18,61	6,04	32,44	0,49	15,83	5,65	35,52	0,48	7,87	2,55	32,39	0,45
CM 5306- 8	24,33	22,41	6,52	29,08	0,46	18,06	6,42	35,34	0,44	4,07	1,35	32,89	0,37
SM 2068-3	20,00	25,65	7,69	29,98	0,47	19,26	6,35	32,95	0,45	6,11	1,77	29,00	0,44
SM 1881-17	25,33	24,63	7,00	28,43	0,53	12,50	4,23	33,75	0,30	4,44	1,09	24,56	0,44
Promedio	15,50	21,57	6,60	30,59	0,44	22,91	8,25	35,85	0,51	12,45	4,14	32,54	0,57
Mínimo	2,67	9,44	2,84	26,33	0,32	12,50	4,23	32,36	0,30	4,07	1,09	24,56	0,37
Máximo	25,33	29,44	8,98	34,10	0,59	34,91	12,86	39,69	0,63	26,57	8,88	37,95	0,69

En el Cuadro 6.1.15 se presentan los resultados de las pruebas regionales conducidas en tres localidades en el departamento del Meta. Como en los casos anteriores los clones dentro de cada experimento fueron ordenados de acuerdo con su índice de selección en cada localidad. En función del ordenamiento de cada localidad se obtuvo el orden de *mérito promedio* a través de las tres localidades (segunda columna del Cuadro 6.1.15) y, siguiendo este promedio, se ordenaron los materiales en dicho Cuadro. Se marcaron con líneas los materiales incluidos como testigo. El clon CM 523-7 es la variedad Catumare liberada hace más de diez años por CORPOICA. Se observa el buen comportamiento del clon CM 6740-7 (CORPOICA-Reina) y de CM 6438-14 (“Vergara”). Igualmente, se puede verificar que varios de los mejores genotipos, según el Cuadro 6.1.15, se incluyeron como progenitores para cruzamientos durante el año. En la Figura 6.1.5 se ve la fotografía de este excelente material que, sin duda, tendrá un gran impacto en la agricultura llanera de los próximos años.



Figura 6.1.5. La fotografía ilustra el aspecto de los cultivares CM 6740-7 (CORPOICA-Reina), tomada en Villavicencio (CORPOICA-La Libertad).

Multiplicación de semilla de clones élite

En el Cuadro 6.1.16 se detallan las variedades multiplicadas para ser distribuidas en la región. La principal variedad, CORPOICA-Reina, fue liberada durante el periodo que se reporta. Es por ello que con anterioridad se cedió a CORPOICA semilla de esta variedad para ser multiplicada y contar así con una buena provisión de ella al momento de la liberación.

Cuadro 6.1.16. Lotes de multiplicación de semilla para la Orinoquia de Colombia, incluyendo las áreas de viveros de evaluación.

Tipo de siembra	Localidad	Número y/o clones sembrados	Área (ha)	Observaciones
FI	CORPOICA La Libertad (Villavicencio)	Mejoramiento	3,5	Nuevo esquema de selección Evaluación diferentes clones
		ER	1,5	
Pruebas Regionales	Villavicencio, Meta	30	0,4	Clones élite, 25 plantas/ parcela y varios ambientes
	Azul Restrepo	30	0,4	
		30	0,4	
Multiplicaciones	Restrepo (Meta)	CM 6740-7	2,0	Bancos de semilla. Clones industriales y doble propósito para multiplicación
		CM 523-7	0,8	
		30 clones	0,3	
	Las Mercedes (Meta)	CM 6740-7	1,7	
		CM 523-7	0,3	
		SM 1565-15	0,1	
		CM 6740-7	1,2	
	Pto. López (Meta)	SM 1565-15	0,6	
		30 clones CM	1,1	
		6740-7 CM	1,0	
6740-7		1,7		
Cumarál (Meta)	CM 523-7	1,0		
Acacias (Meta)	SM 1565-15	0,7		
Villavicencio (Meta)	CM 6740-7 CM	7,0		
	6438-14	0,1		
Total			25,8	

6.1.3. Actividades desarrolladas en el Valle del Cauca y Cauca

Como en el caso de las otras ecoregiones se listarán, primeramente, los experimentos más importantes conducidos en el Valle del Cauca (Cuadro 6.1.17), y seguidamente los resultados respectivos para cada tipo de evaluación. Como en el caso de otros polos de desarrollo, muchas de las actividades de mejoramiento aquí desarrolladas son beneficiosas para otras regiones.

Cuadro 6.1.17. Ensayos conducidos en la región del Valle del Cauca durante 2000–2001.

Ensayo	Localidad	Nº de genotipos	Nº de reps	Observaciones
F1	Cenicaña	3402 (1080)	1	Inicia el esquema nuevo de mejoramiento: mantenida en el campo por 10 meses
F1C1	CEUNP	1178 (1)	1	De plantas F1 que produjeron <7 estacas para el campo de observación
Campo de observación	CEUNP	1525 (7)	1	Cosecha ensayo en julio
Ensayo preliminar de rendimiento	Palmira	123 (20)	1	Ver Cuadro 6.1.18
Ensayos avanzados de rendimiento	Palmira	60 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.19
	Palmira	61 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.20
Ensayos regionales	Palmira	27 (25)	3	Ver Cuadro 6.1.21
	Jamundi	13 (25)	2	Ver Cuadro 6.1.22
Semilleros	Varias	Varios	--	Ver Cuadro 6.1.23

Los problemas de “cuero de sapo” y mosca blanca

Gran parte del problema de cuero de sapo está relacionado con la fuente de inóculo, así como de su transmisión de plantas enfermas a otras sanas por insectos vectores. La estrategia para reducir el problema apuntó, en consecuencia, a disminuir la fuente de inóculo, por una parte, y la población del insecto vector, por la otra. A continuación se describen sumariamente las medidas que se han tomado al respecto.

a.) Indexación del banco de germoplasma, materiales élite y de mejoramiento

Desde hace 3 años se inició un proceso de “indexación” para verificar que los materiales estuvieran libres de enfermedades de tipo viral. La indexación se realiza utilizando el método de injerto con la variedad hipersensitiva “Secondina” (se utiliza como patrón la variedad a indexar, al que se le injerta una yema de secundina). Esta variedad es sumamente sensible a la presencia del agente causal de la enfermedad, y el injerto permite detectar aquellos materiales contaminados. Esta técnica es lenta y laboriosa (requiere de aproximadamente 1 ó 2 meses para poder realizar el diagnóstico). Sin embargo, hasta el momento se ha podido indexar una proporción muy grande del banco de germoplasma, así como de las principales variedades sembradas. Los materiales confirmados de estar libre de cuero de sapo (y otras enfermedades virales) fueron crecidos en ambientes aislados en los que únicamente se sembraba germoplasma “limpio”. Se le hizo un manejo cuidadoso de la mosca blanca para evitar que ésta pudiera introducir enfermedades virales, y los campos estuvieron localizados en áreas donde no hay siembras comerciales de yuca alrededor.

b.) Imposición de una época de veda de siembra de yuca en CIAT–Palmira

Además de constituir un problema *per se*, la mosca blanca, aunque de manera ineficiente, sirve como agente vector de numerosas enfermedades de origen viral. A partir del 8 de junio de 2001, se impuso una veda de yuca en la estación del CIAT en Palmira. Desde esa fecha y hasta el 9 de julio, no hubo una sola planta de yuca en el campo. Con esto se esperaba reducir drásticamente la población de mosca blanca en la estación, de modo que cuando se iniciaran las siembras, se comenzara prácticamente a un nivel cero. Eventualmente, la mosca blanca regresará, pero sólo al final del ciclo podrá tener poblaciones grandes, y entonces volverá la veda y el nivel de infestación volverá a un nivel cero. Esto se efectuará cada año.

c.) Inspección de plantas antes de la extracción de semilla vegetativa

Si bien, a partir del 9 de julio de 2001, sólo material indexado fue sembrado en CIAT–Palmira, y se ha manejado cuidadosamente frente a la población de mosca blanca, eventualmente arriba un insecto portador de la enfermedad de áreas próximas. Se tomó la decisión de no realizar la extracción de semilla vegetativa de yuca sin antes inspeccionar las raíces para verificar que la planta esté libre de los síntomas de la enfermedad. Esto permite eliminar cualquier planta que haya podido ser infectada durante su crecimiento en el CIAT–Palmira (salvo que la infección haya sido tarde en el desarrollo de la planta y, por lo tanto, que la enfermedad no haya tenido tiempo de expresar sus síntomas típicos). Este método ha sido confirmado como muy eficiente para reducir drásticamente los niveles de incidencia de la enfermedad como se describe a continuación.

d.) Evaluación de la eficiencia de la inspección de raíces para reducir la incidencia del cuero de sapo

Aprovechando la presencia de materiales con niveles variables de incidencia del cuero de sapo en la finca de Agrovélez (Jamundí, Valle del Cauca), se decidió hacer un seguimiento de la enfermedad en tres lotes de semilla. Para ello se realizó una inspección cuidadosa de las raíces de cada planta para determinar la presencia o la ausencia de los síntomas de la enfermedad. También se estableció la ubicación de las plantas enfermas en el campo, ya que la distribución espacial de plantas con síntomas puede ser de gran utilidad para determinar la importancia relativa de la transmisión de la enfermedad. Por lo tanto, de cada lote de semilla se tomó este tipo de datos durante la cosecha realizada entre febrero y mayo de 2000 y se eliminaron las plantas que presentaban síntomas de la enfermedad. La semilla resultante fue sembrada y las plantas cosechadas durante los meses de marzo y abril de 2001. A continuación se presentan los resultados de las cosechas de los 2 años para cada variedad.

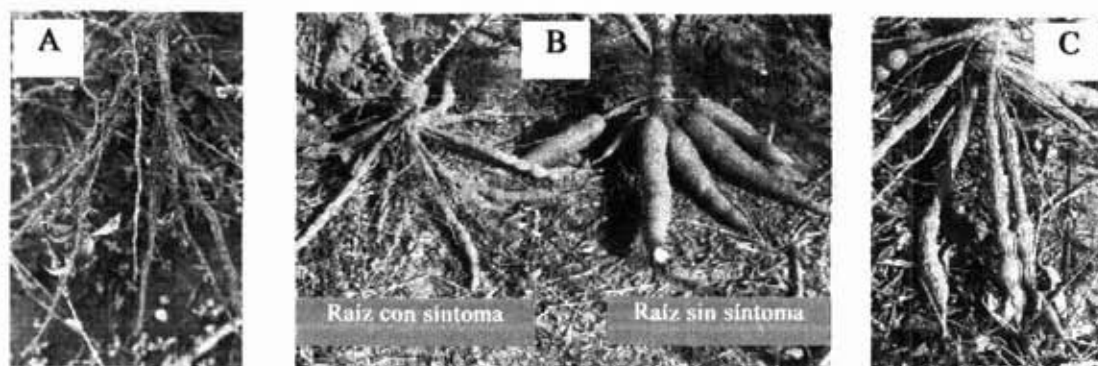
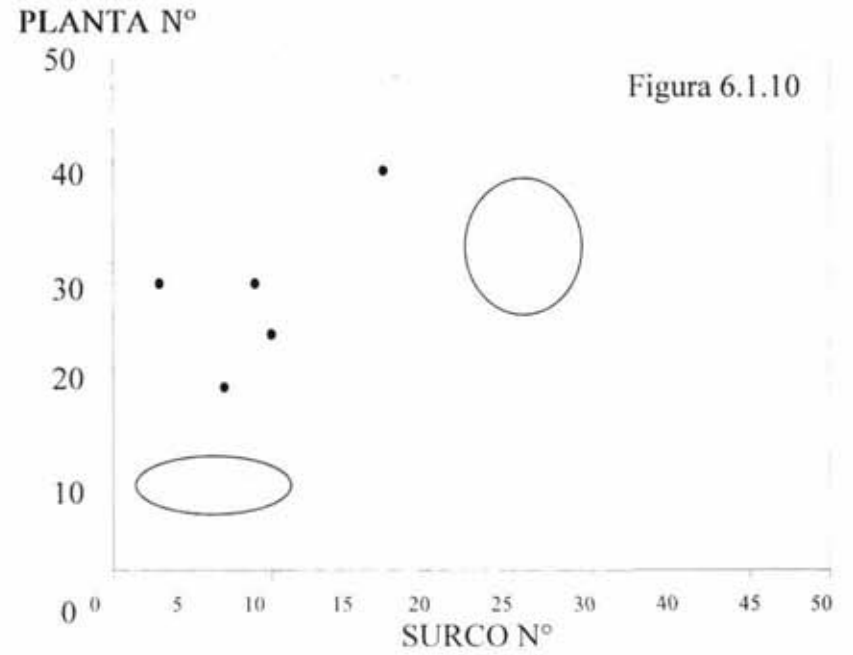
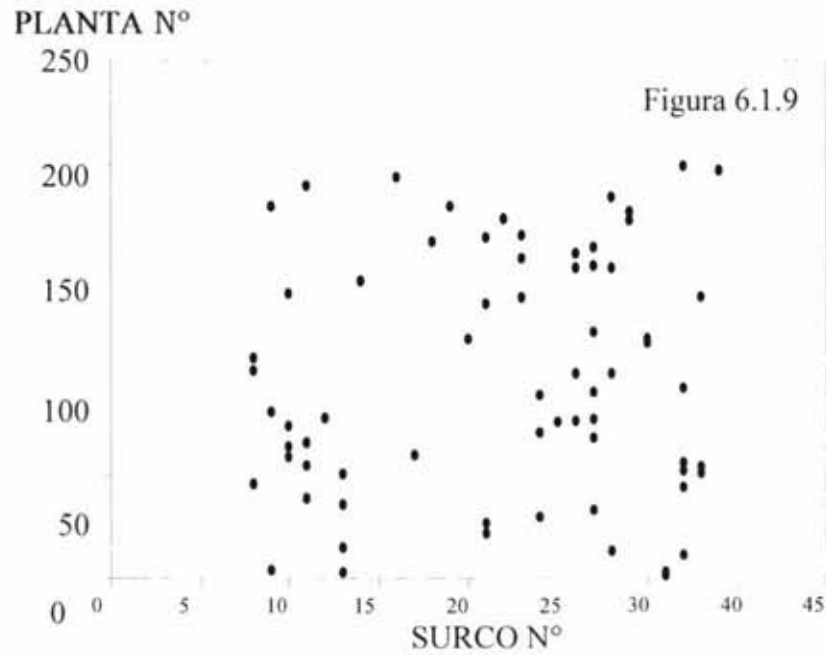
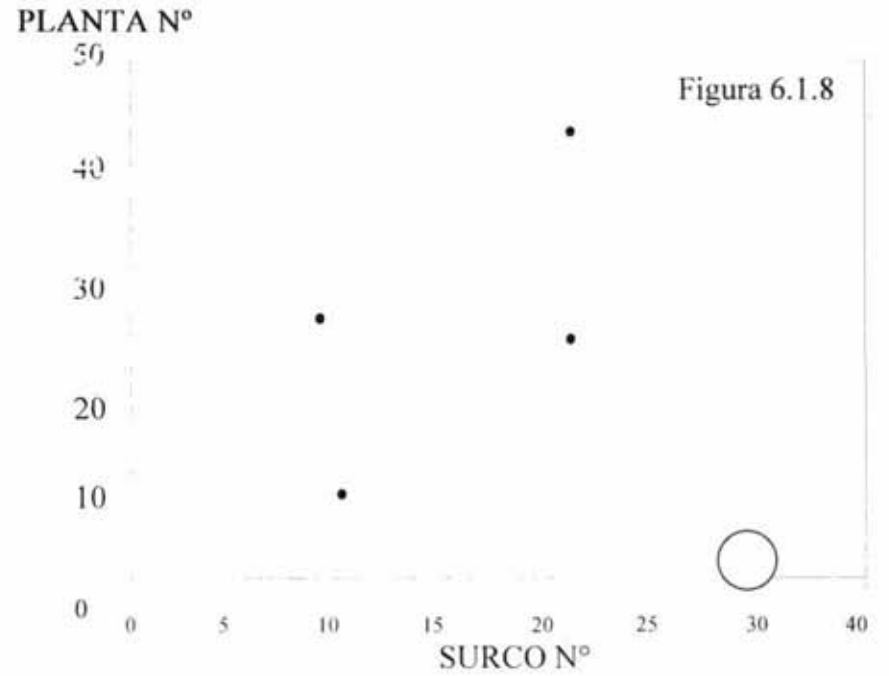
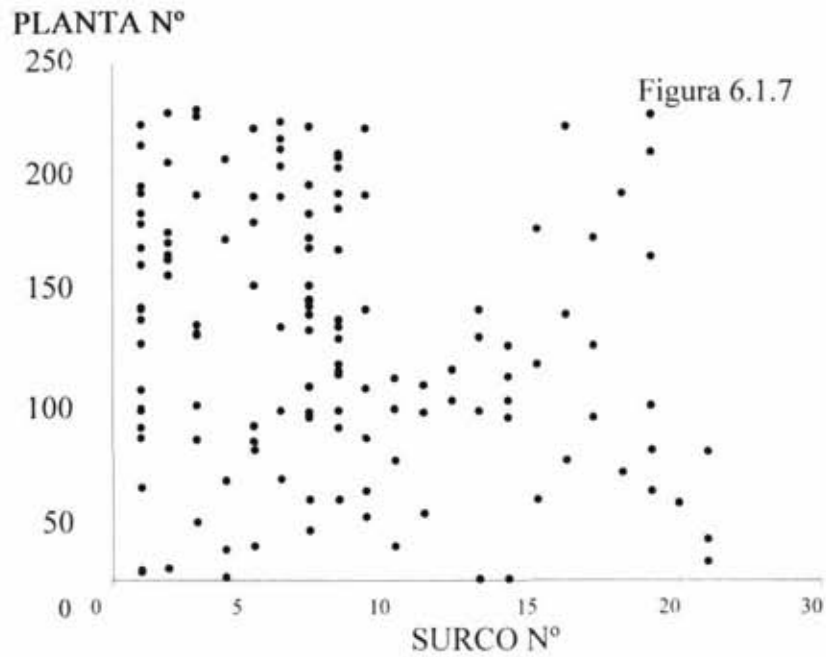


Figura 6.1.6. Síntomas en las raíces de plantas afectadas por el "cuerpo de sapo" (A y C). Comparación entre raíces con y sin síntomas de la enfermedad (B).

Variedad SM 1219-9: Esta variedad presentó niveles intermedios de presencia de la enfermedad durante la evaluación del año 2000 (Figura 6.1.7). De un total de 4.830 plantas evaluadas, 135 presentaron síntomas de la enfermedad (2,80 %) y fueron eliminadas como fuente de semilla. Los resultados de este año (Figura 6.1.8) muestran que de un total de 1.480 plantas evaluadas, sólo seis presentaron síntomas de la enfermedad, es decir 0,004 %. Cuatro de las seis plantas estuvieron distribuidas más o menos aleatoriamente en el campo, pero se pueden observar dos plantas vecinas que presentaron síntomas. Las probabilidades que estas plantas vecinas sean el resultado de cangres contaminados y que fueran sembrados uno al lado del otro, son muy bajas, sugiriendo que una de estas plantas pudo contaminarse a partir de la planta vecina enferma.

Variedad MBRA 383: La variedad MBRA 383 presentó el más bajo nivel de incidencia de cuerpo de sapo en las variedades evaluadas. De un total de 6.800 plantas inspeccionadas durante la cosecha del año 2000, sólo 68 presentaron síntomas de la enfermedad (1,00 %), que se distribuyó más o menos de manera aleatoria en el campo (Figura 6.1.9). Durante la cosecha del 10 de mayo de 2001 se evaluaron 1.012 plantas, de las que 11 presentaron síntomas, es decir 0,011 %. Nuevamente se puede observar (Figura 6.1.10) una distribución de algunas plantas enfermas que sugiere la ocurrencia de una transmisión de la enfermedad, aunque en frecuencias bastante bajas.

Variedad SM 1543-16: La variedad SM 1543-16 presentó el más alto nivel de incidencia de las variedades, inicialmente con niveles de 4,39% (159 plantas de un total de 3.625 evaluadas en la cosecha de marzo de 2000). Luego de la eliminación de plantas que presentaron síntomas claros o que eran sospechosas de estar contaminadas, se logró una marcada reducción de los niveles de incidencia de la enfermedad. En la cosecha realizada entre el 1 y 28 de marzo del presente año, se contabilizaron 32 plantas con síntomas, de un total de 10.452 plantas evaluadas (0,003 %).



Cuadro 6.1.18. Resultados del ensayo preliminar de rendimiento cosechado en Palmira, en el que se evaluaron 123 genotipos, en parcelas de 20 plantas y una repetición.

Orden de mérito	Clon	Índice de cosecha (0-1)	Contenido de mat. seca (%)	Rendimiento		Índice de selección
				Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
Datos de los mejores 15 clones						
1	CM 9024-13	0,47	47,0	19,5	9,2	48,33
2	SM 2361-18	0,53	34,7	38,5	13,4	39,20
3	SM 2555-9	0,59	35,0	35,5	12,4	37,28
4	SM 2448-19	0,56	37,1	30,8	11,4	36,25
5	SM 2462-3	0,58	33,6	33,3	11,2	29,54
6	SM 2540-3	0,52	36,4	25,5	9,3	25,47
7	SM 2366-35	0,79	33,2	25,0	8,3	21,51
8	SM 2452-11	0,46	38,5	19,2	7,4	21,41
9	SM 2551-5	0,43	33,7	28,5	9,6	19,25
10	SM 2552-6	0,41	35,3	24,8	8,8	18,36
11	SM 2463-2	0,53	35,7	21,2	7,6	17,36
12	SM 2382-5	0,51	32,8	27,7	9,1	17,28
13	SM 2548-6	0,44	34,8	24,2	8,4	16,69
14	SM 2458-13	0,38	38,2	17,8	6,8	16,50
15	SM 2554-4	0,45	33,0	27,5	9,1	16,14
Promedio		0,51	35,93	26,60	9,47	25,37
Datos de los seis testigos incluidos en el experimento						
51	PER 183	0,54	31,2	20,8	6,4	3,14
54	BRA 12	0,57	30,1	21,9	6,6	2,07
103	VEN 77	0,41	30,0	12,4	3,7	-15,86
108	COL 1468	0,42	30,4	10,2	3,1	-17,55
113	HMC 1	0,27	31,3	10,1	3,2	-18,60
123	COL 1684	0,44	28,7	6,5	1,9	-27,64
Promedio testigos		0,44	30,28	13,65	4,15	-12,41
Datos de los 117 clones evaluados						
Promedio		0,39	33,53	16,09	5,80	0,00
Mínimo		0,13	28,40	1,30	1,90	-27,64
Máximo		0,79	47,00	38,50	13,40	48,33

Estos resultados demuestran la efectividad de la inspección de raíces antes de obtener estacas de cada planta. Es necesario hacer énfasis en que este sistema fue aplicado en siembras comerciales e implementado por trabajadores de campo de la empresa donde se ubicaban las plantaciones. Por lo tanto, queda demostrado que el sistema no sólo es eficiente, sino también simple y fácil de implementar.

Resultados relevantes de los diferentes ensayos conducidos

En el Cuadro 6.1.18 se presentan los resultados del ensayo preliminar de rendimiento en el que se evaluaron 117 genotipos, en parcelas de 20 plantas y con una sola repetición. Como en el reporte de otros ensayos, se ordenaron los materiales de acuerdo con sus índices de cosecha. Se observa que el mejor genotipo (de acuerdo con el índice de selección) no es el que rindió más

materia seca por hectárea. Este genotipo ocupa la primera posición, porque el respectivo índice de selección fue favorecido por su alto contenido de materia seca, el que fue notablemente superior (47,0%) al de los restantes genotipos (promedio del ensayo 33,5 %). Este es un buen ejemplo para ilustrar cómo funciona el índice de selección. Se observa también el destacado comportamiento de los clones experimentales respecto al de los testigos utilizados en el experimento.

Cuadro 6.1.19. Resultados más importantes del ensayo avanzado de rendimiento conducido en CIAT-Palmira, en el que se evaluaron 60 genotipos. Se utilizaron tres repeticiones y las parcelas constaban de 25 plantas cada una.

Orden de mérito	Clon	Índice de cosecha (0-1)	Contenido de mat. seca (%)	Rendimiento		Índice de selección
				Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
Datos de los 15 mejores genotipos						
1	SM 1778-44	0,52	40,0	27,7	11,1	36,00
2	CM 8370-11	0,52	37,6	31,9	12,0	35,80
3	SM 1779-7	0,49	38,6	29,3	11,3	33,23
4	SM 2141-1	0,46	38,9	26,7	10,4	28,51
5	SM 1855-15	0,52	36,3	28,5	10,3	25,95
6	SM 2058-2	0,53	33,5	32,5	10,9	24,56
7	SM 2211-3	0,45	36,8	24,5	9,0	17,85
8	SM 2082-1	0,45	35,1	25,1	8,8	13,63
9	SM 1778-53	0,40	38,3	19,9	7,6	12,60
10	CM 8774-1	0,41	37,8	20,2	7,6	11,97
11	CM 8370-10	0,42	36,6	21,6	7,9	11,06
12	CM 8759-14	0,51	33,3	25,3	8,4	10,79
13	SM 2198-4	0,38	37,8	20,1	7,6	10,61
14	SM 2052-4	0,52	33,6	24,3	8,2	10,40
15	SM 2202-1	0,48	34,8	23,0	7,9	10,29
Promedio		0,47	36,60	25,37	9,27	19,55
Datos de los 6 testigos incluidos						
18	HMC 1	0,53	34,9	20,3	7,1	7,95
32	PER 183	0,54	31,5	22,7	7,1	1,96
53	BRA 12	0,39	31,7	14,1	4,5	-18,14
57	VEN 77	0,38	30,1	14,3	4,3	-23,13
59	COL 1468	0,34	30,2	8,9	2,7	-33,68
60	COL 1684	0,39	28,9	9,9	2,9	-33,99
Promedio		0,43	31,22	15,03	4,77	-16,51
Datos de los 60 genotipos evaluados						
Promedio		0,43	34,5	18,7	6,5	0
Mínimo		0,28	28,9	7,2	2,7	-33,99
Máximo		0,57	40,0	32,5	12,0	36,00
CV (%)		11,0	3,2	20,7	21,2	-,-
DMS (5%)		0,1	2,9	7,0	2,5	-,-

En el Cuadro 6.1.19 se presentan, de forma usual, los resultados más importantes del ensayo avanzado de rendimiento, basado en tres repeticiones y con parcelas de 25 plantas. Se evaluaron 60 genotipos, entre clones experimentales y testigos. Nuevamente se puede apreciar

que el mejor genotipo (de acuerdo con el índice de selección) no fue el que presentó mayores rendimientos. El clon SM 1778-44 ocupa el primer lugar porque presentó el mayor contenido de materia seca de todo el experimento, situación debidamente tenida en cuenta por el índice de selección. Al igual que en el ensayo anterior, los clones experimentales tuvieron un excelente comportamiento, en comparación con el de los testigos. En el Cuadro 6.1.20 se presentan los resultados de un segundo ensayo avanzado de rendimiento, también basado en tres repeticiones, pero con 61 genotipos evaluados. El rendimiento promedio de los mejores quince clones fue casi el doble (8,03 t/ha de materia seca) que el de las variedades testigo (4,67 t/ha), situación similar a lo observado en el Cuadro 6.1.19.

Cuadro 6.1.20. Resultados más relevantes del segundo ensayo avanzado de rendimiento conducido en CIAT-Palmira, en el que se evaluaron 61 genotipos. Se utilizaron tres repeticiones y las parcelas constaban de 25 plantas cada una.

Orden de mérito	Clon	Índice de Cosecha (0-1)	Contenido de mat. seca (%)	Rendimiento		Índice de selección
				Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
Datos de los 15 mejores genotipos						
1	SM 2375-3	0.47	37.9	30.5	11.6	36.51
2	SM 2371-6	0.50	36.5	24.9	8.9	22.63
3	SM 2349-19	0.45	37.3	23.6	8.8	21.28
4	CM 9021-4	0.46	39.0	19.9	7.7	20.72
6	CM 9021-1	0.54	39.5	16.6	6.6	19.20
7	SM 2448-7	0.44	33.8	28.8	9.7	18.44
8	SM 2352-14	0.47	38.1	19.2	7.3	16.73
9	SM 2349-10	0.52	38.8	16.1	6.4	15.22
10	CM 8740-4	0.41	36.8	20.6	7.5	12.78
11	SM 2352-10	0.49	36.0	20.4	7.3	12.44
12	SM 2375-10	0.40	36.4	21.3	7.7	12.34
13	SM 2382-8	0.56	33.4	23.6	7.9	11.78
14	SM 2456-3	0.44	37.3	18.4	6.9	11.53
15	SM 2365-18	0.47	35.0	21.6	7.6	10.52
16	CM 8658-1	0.56	29.9	29.0	8.6	9.64
Promedio		0,48	36,38	22,30	8,03	16,78
Datos de los 6 testigos incluidos						
5	PER 183	0.52	37.5	21.1	7.9	19.84
25	BRA 12	0.43	36.0	17.1	6.2	4.40
32	VEN 77	0.39	36.9	12.6	4.7	-2.06
50	COL 1684	0.47	35.5	7.7	2.8	-12.95
56	COL 1468	0.33	35.7	7.2	2.6	-17.98
59	HMC 1	0.28	32.2	11.7	3.8	-23.47
Promedio		0,40	35,63	12,90	4,67	-5,37
Datos de los 61 genotipos evaluados						
Promedio		0,40	35,30	16,40	5,80	0,00
Mínimo		0,09	29,00	2,80	1,00	-33,17
Máximo		0,56	39,80	30,50	11,60	36,51
CV (%)		12,20	8,60	18,30	20,00	--
DMS (5%)		0,10	7,90	5,30	2,10	--

Los resultados de la prueba regional conducida en CIAT-Palmira, en el que se evaluaron 27 clones élite, se presentan en el Cuadro 6.1.21. Se destaca el clon CM 8370-11 por su alto potencial de rendimiento. Este clon también tuvo un comportamiento sobresaliente en otros

ensayos, como el descrito en el Cuadro 6.1.19 (ensayo avanzado de rendimiento), en el que ocupó el segundo lugar, aunque mostrando nuevamente el más alto rendimiento de materia seca. Este clon no fue incluido en el segundo ensayo avanzado de rendimiento (descrito en el Cuadro 6.1.20), por lo que su comportamiento no puede compararse con los genotipos que participaron en esa evaluación. Es interesante destacar otro clon emparentado (CM 8370-10), que también figuró ente los mejores clones de los Cuadros 6.1.19 y 6.1.21. Así mismo, SM 1241-1 tuvo comportamiento destacado en ambos ensayos.

Cuadro 6.1.21. Resultados más relevantes de la prueba regional conducida en CIAT-Palmira, en el que se evaluaron 27 genotipos. Se utilizaron tres repeticiones y las parcelas constaban de 25 plantas cada una.

Orden de mérito	Clon	Índice de cosecha (0-1)	Contenido de mat. seca (%)	Rendimiento		Índice de selección
				Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
Resultados de los mejores 15 clones						
1	CM 8370-11	0,55	36,6	34,5	12,6	35,14
2	SM 1855-15	0,61	36,9	22,1	8,1	17,67
3	CM 5655-4	0,54	35,2	25,1	8,8	15,63
4	SM 1871-33	0,44	36,0	24,5	8,8	14,34
5	SM 2141-1	0,45	37,1	21,9	8,2	13,65
6	CM 3306-4	0,37	40,8	14,4	5,9	10,29
7	SM 1642-22	0,59	34,4	22,4	7,7	10,28
8	CM 7514-7	0,38	41,0	13,0	5,3	8,89
9	SM 2160-2	0,46	37,5	17,7	6,6	8,33
11	SM 1210-4	0,44	37,0	16,7	6,2	4,71
12	CM 8370-10	0,31	37,7	15,6	5,9	1,52
13	SM 1519-2	0,39	36,8	15,6	5,7	1,02
14	SM 1565-17	0,57	31,5	22,1	7,0	0,74
16	SM 1559-28	0,30	35,4	17,1	6,1	-3,09
18	SM 2074-1	0,62	34,5	13,2	4,5	-3,44
Promedio		0,468	36,56	19,72667	7,16	9,04
Datos de los cinco testigos utilizados						
10	CM 523-7	0,56	34,7	19,6	6,8	5,84
15	PER 183	0,52	32,5	19,7	6,4	-1,52
17	COL 1505	0,38	35,8	15,0	5,4	-3,15
22	BRA 12	0,52	32,3	14,6	4,7	-10,32
27	COL 1468	0,46	29,5	8,0	2,3	-30,78
Promedio		0,488	32,96	15,38	5,12	-7,99
Datos de los 27 genotipos evaluados						
Promedio		0,45	35,3	17,1	6,1	0,00
Mínimo		0,22	29,5	7,6	2,3	35,14
Máximo		0,62	41	34,5	12,6	-30,78
CV (%)		31,7	3,7	23,8	24,4	-,-
DMS (5%)		0,2	3,9	6,1	2,2	-,-

En el Cuadro 6.1.22 se presentan los resultados completos de una segunda prueba regional, conducida en Santander de Quilichao (departamento del Cauca), y con un número más reducido de genotipos (21 materiales evaluados en total, incluyendo a tres testigos). Por proceder de diferentes evaluaciones, existe poca coincidencia entre los materiales evaluados en las dos pruebas regionales. A partir del presente ciclo se comenzará a consolidar el grupo de materiales que alcanza las etapas avanzadas de selección, de modo que todos integrarán una sola prueba regional, la que estará sembrada hasta en 12 ambientes diferentes. Estos materiales fueron severamente afectados por ataques de mosca blanca, tanto en Palmira como en los de Santander de Quilichao.

Cuadro 6.1.22. Resultados más relevantes de la prueba regional conducida en Santander de Quilichao, en el que se evaluaron 21 genotipos. Se utilizaron tres repeticiones y las parcelas constaban de 25 plantas cada una. En negrilla los clones utilizados como testigos.

Orden de mérito	Clon	Índice de cosecha (0-1)	Contenido de mat. seca (%)	Rendimiento		Índice de selección
				Raíces frescas (t/ha)	Raíces secas (t/ha)	
1	SM 2061-12	0,49	34,4	24,0	8,3	26,99
2	SM 2219-11	0,63	32,0	24,5	7,8	26,73
3	CM 8658-1	0,61	31,1	22,9	7,1	19,92
4	MCOL1505	0,61	32,7	17,6	5,8	12,81
5	BRA 489	0,43	37,3	13,9	5,2	10,71
6	CM 6740-7	0,53	33,0	16,7	5,5	8,59
7	SM 2069-1	0,58	30,6	18,5	5,7	7,71
8	CM 849-1	0,58	30,4	18,7	5,7	7,59
9	SM 1881-9	0,54	31,6	16,5	5,2	4,60
10	SM 1871-45	0,53	30,6	17,2	5,3	2,93
11	SM 1245-25	0,52	30,8	17,0	5,2	2,67
12	SM 1860-27	0,53	26,1	21,4	5,8	-0,53
13	SM 1862-16	0,53	31,3	14,7	4,6	-0,57
14	SM 825-9	0,53	30,6	15,2	4,6	-1,45
15	SM 2065-4	0,56	27,6	17,9	4,9	-2,82
16	SM 1870-24	0,57	25,1	20,7	5,2	-3,34
17	SM 1673-5	0,61	27,3	16,8	4,5	-4,15
18	SM 1460-1	0,54	29,8	14,0	4,2	-5,94
19	SM 1812-56	0,54	29,7	13,0	3,8	-8,42
20	CM 523-7	0,45	31,1	12,3	3,8	-9,48
21	SM 1557-26	0,37	32,0	9,7	3,1	-15,73
22	CM 2177-2	0,56	25,6	10,8	2,8	-24,01
23	CM 6438-14	0,29	30,5	8,6	2,6	-25,44
24	CM 6850-2	0,51	26,7	7,8	2,1	-29,41
Promedio		0,53	30,30	16,30	5,00	0,00
Mínimo		0,29	25,10	7,80	2,10	-29,41
Máximo		0,63	37,30	24,50	8,30	26,99
Promedio testigos		0,54	29,80	13,60	4,10	-6,89
CV (%)		11,20	5,90	28,90	29,00	-,-
DMS (5%)		0,10	7,70	10,60	3,30	-,-

En el Cuadro 6.1.23 se presentan los resultados de muestreos secuenciales, a partir de los 7 meses de edad, de 15 materiales élite para las condiciones edafoclimáticas del norte del Cauca–Sur del Valle, particularmente en lo que respecta a suelos ácidos. Esta comparación del comportamiento de los clones, a través del tiempo, se realizó para identificar precocidad y estimar otros parámetros agronómicos y grado de resistencia a plagas y enfermedades bajo diferentes presiones. Es necesario destacar el alto potencial de rendimiento fresco (>40 ton/ha) y con base en materia seca (>14 ton/ha) que siguen expresando los siguientes clones: CM 7951-5; MPER 183; SM 1460-1; SM 1741-1; MBRA 383; SM 1543-16 y SM 1219-9. Se observa, así mismo, la precocidad presentada por muchos de estos clones con la adición de CM 3306-4 y SM 1557-17. Estos resultados corroboran lo reportado para el periodo 1999–2000.

Es importante destacar la estrecha correlación observada en el rendimiento de raíces en peso fresco, entre los datos experimentales obtenidos en esta vitrina y los datos obtenidos a nivel comercial, que han sido de 42 y 35 ton/ha (datos aproximados) respectivamente, para las dos cosechas realizadas hasta el momento. Estos clones (con la excepción de SM 1557-17) han sido incluidos como progenitores en las parcelas de cruzamiento.

Multiplicación de semilla de clones élite

Como en el caso de otros centros de actividad, lo realizado en Valle del Cauca y Cauca no es exclusivamente para estas regiones del país, sino que tienen impacto potencial en otros polos de desarrollo, como el del Magdalena Medio y el eje Tolima–Huila. En el Cuadro 6.1.23 se describen las áreas de multiplicación de semilla a cargo del polo de desarrollo Valle del Cauca y Cauca, la que tiene por destino principal esta región del país, pero que también ha servido para proveer de semilla a otras zonas. Las actividades de multiplicación de semilla se han concentrado en las instalaciones de Agrovélez, atendiendo a los procedimientos fitosanitarios que se estaban implementado en la estación experimental del CIAT en Palmira.

En el inicio de actividades de este polo de desarrollo se presentó el problema de la poca disponibilidad de semilla de clones de uso industrial, principalmente por problemas de tradición, sanidad vegetal (sobre todo por incidencia elevada de “cuero de sapo”) y mayor enfoque hacia los mercados de plaza, los que ofrecen altos precios (en el momento). Estos factores condicionaron que las fuentes de semilla industrial para consolidar la entrega, fueran las siguientes: 1) Finca de Vélez–Gómez Hnos. Ltda., seleccionada como fuente primaria y con la que sólo se logró conseguir el suministro del 50% del total de semilla producida por 30 hectáreas en pie, lo que representaba semilla para unas 120 hectáreas; 2) Algunos semilleros sanos de CIAT; 3) Semilleros de Morales–Cauca para la zona de laderas o trópicos de altura; y 4) Algunos lotes comerciales de la región del Quindío, pero con poca disponibilidad de clones industriales.

Cuadro 6.1.23. Lotes de multiplicación de semilla para los Valles Interandinos, incluyendo los viveros de evaluación para las zonas altas del departamento del Cauca.

Tipo de siembra	Localidad	Clones sembrados	Área (ha)	Observaciones
Ensayo de rendimiento	Morales (Cauca)	34	0,4	Selecciones en ER. 25 plantas parcela.
Multiplicaciones	Agrovélez Jamundi (Valle)	SM 1219-9	3,5	Clones industriales doble propósito para multiplicación. Banco de semilla
		MBRA 383	11,5	
		SM 1460-1	1,6	
		CM 6740-7	4,4	
		SM 1741-1	5,0	
		CM 523-7	1,0	
		SM 909-25	2,3	
		CM 7514-7	2,1	
		SM 653-14	4,9	
		CM 849-1	3,1	
MPER 183	1,1	Clones industriales/doble propósito		
CM 7951-5	0,5			
CM 3306-4	0,5			
SM 1543-16	1,2			
Chir. Manzana	2,7			
HMC1	1,5			
PARRITA	2,7			
Pradera (Valle)	MBRA383 MPER183		2,3	Clones industriales/doble propósito
El Patía (Cauca)	MPER183		1,0	Clones industriales/doble propósito
Dagua (Valle)	MBRA383		0,2	Clones industriales/doble propósito
Florida (Valle)	MPER183	1,0	Clones industriales/doble propósito	
Pradera (Valle)	Pradera (Valle)	MBRA 383	2,5	Clones industriales doble propósito para multiplicación. Banco de semilla
		CM 3306-4	0,2	
		SM 1557-17	0,2	
		SM 1741-1	0,2	
		MPER 183	0,2	
Morales (Cauca)	22 clones	1,5	Clones comerciales y clones para pruebas regionales	
Total			54,8	

Por otra parte, los usuarios potenciales y beneficiarios de la semilla industrial de yuca en el polo de desarrollo norte del Cauca–Sur del Valle se detectaron mediante un previo análisis, cuyos resultados fueron: 1) Alta demanda de semilla de clones industriales para la producción de almidón agrio, tanto en laderas como en zonas bajas y con la coordinación de las siguientes entidades: COPRACAUCA, FIDAR, CETEC, y EMPRATAMBO; 2) Alta demanda de semilla por parte de Almidones Nacionales y a través de Agropecuaria Quilichao, para fines de producción de almidones modificados; 3) Alta demanda para utilización en croquetas y congelados; y 4) Aún una reducida demanda para la utilización en alimentos balanceados, especialmente de uso avícola y porcícola.

Como estrategia para satisfacer las demandas de semilla se decidió que la captación de los requerimientos la hicieran los diferentes miembros del subcomité de la Cadena Avícola, recientemente formado. Posteriormente, la Secretaría Técnica de dicho subcomité asignaría los respectivos cupos de distribución con base en prioridades. Para señalar que, debido a ciertas dificultades presentadas con la entrega de semilla por parte del proveedor primario y la proximidad de terminación del primer ciclo de lluvias en la región, se decidió continuar con esta entrega a partir de mediados de septiembre de 2001, que corresponde al inicio de siembras del segundo semestre. Es importante anotar, que a la empresa Vélez–Gómez Hnos. Ltda. tiene pendiente entregar semilla para unas 47 hectáreas.

Cuadro 6.1.24. Pruebas regionales locales y de otros polos de desarrollo conducidas con semilla producida en los departamentos del Cauca y Valle del Cauca.

Lugar de siembra [§]	Nº de clones	Área sembrada (ha)	Participación semilla para el proyecto
La Cumbre–Valle	30	0,3	30%
El Patía–Cauca	8	1,0	50%
Magdalena Medio (4 pruebas)	8	1,0	30%
Fresno–Tolima (4 pruebas)	3	1,0	30%
Jamundí–Agrovélez	30	0,3	70%
Jamundí–Ochoa	30	0,3	70%
Vijes–Valle	7	0,3	30%

[§] Las pruebas de la Cumbre y Fresno comprenden clones para trópicos de altura (encima de 1.400 m.s.n.m.). Las de Jamundí, incluyen materiales nuevos (reemplazo futuro de los existentes).

6.1.4. Actividades desarrolladas en Sucre y Córdoba

Cuadro 6.1.25. Lotes de multiplicación de semilla para el Caribe húmedo, incluyendo las áreas de evaluación en pruebas regionales.

Tipo de ensayo	Localidad	Clones sembrados	Área (ha)	Observaciones
Pruebas regionales	Corozal (Sucre)	60	0,6	Clones élitos, 25 plantas/parcela y varios ambientes
	Ciénaga Oro (Cba)	60	0,6	
Multiplicaciones	Ciénaga Oro	CM 1433-4	8,0	Clones industriales o doble propósito para multiplicación. Banco de semilla
		CG 1141-1	1,2	
		CG 1141-1	10,0	
	Tolú Viejo	M Ven 25	2,2	Clones industriales o doble propósito para multiplicación. Banco de semilla
		MTai 8	1,7	
		CM 4843	0,9	
SM 1433-4		1,7		
Corozal	CG 1141-1	2,5	Clones industriales o doble propósito para multiplicación. Banco de semilla	
	MTai 8	2,4		
	M Ven 25	4,5		
	CM 4843-1	1,2		
	CM 4919-1	0,6		
SM 1433-4	1,9			
Total			40,0	

Cuadro 6.1.26. Eventos de capacitación y promoción en los que participó el personal de este polo de desarrollo durante el período de tiempo reportado[†].

Fecha Tipo evento	Lugar (N° participantes)	Objetivos y/o actividades realizadas
Abril 2000 Reunión	Valledupar (60)	Análisis sobre cadenas productivas y plan de promoción del cultivo de la yuca.
Mayo 2000 Curso	ICA-Sincelejo (70)	Conferencia sobre manejo de semilla de yuca.
Julio 2000 Día de Campo	CORPOICA-Turipaná (300)	Día de campo para la liberación de 4 variedades de yuca: CORPOICA-Sucreña; CORPOICA-Colombiana; CORPOICA-Caribeña y CORPOICA-Rojita.
Julio 2000 Reunión	ICA-Villavicencio (80)	Conferencia sobre producción y manejo de semilla de yuca.
Noviembre 2000 Simposio	Universidad de Córdoba (80)	Conferencia sobre producción y manejo de semilla de yuca.
Agosto 2000 a febrero 2001 32 Reuniones	Córdoba y Sucre (Variable)	Asistencia a las reuniones de la cadena avícola y subcomités de yuca.

[†] No se incluyen todas las visitas individuales a campos de agricultores, ni la atención a llamadas telefónicas, correo o Internet.

Las actividades en este polo de desarrollo se realizan de manera integrada a las de Barranquilla. Es por ello, por ejemplo, que los resultados de las pruebas regionales conducidas en Sucre y Córdoba ya fueron descritas anteriormente en el Cuadro 6.1.7, pues incluían los mismos genotipos que los ensayos para el Caribe subhúmedo (departamentos de Atlántico y Magdalena). A partir de este polo de desarrollo se iniciaron las actividades para servir el área del Urabá Antioqueño.

En el Cuadro 6.1.25 se detallan las multiplicaciones de semilla realizadas para este polo de desarrollo. Lamentablemente, un lote de semilla para 10 hectáreas que había sido cortada y despachada para un agricultor que se había comprometido a sembrarla, se perdió debido a su incumplimiento. Un evento que, infortunadamente, ocurre con más frecuencia de lo deseable.

Esta región del país se vio privilegiada con la liberación oficial de cuatro variedades de yuca por parte de COORPOICA–Turipaná el día 7 de julio de 2000. Al evento asistieron un grupo muy numeroso de agricultores, investigadores y empresarios de la región. Las variedades liberadas son CORPOICA–Rojita, CORPOICA–Caribeña, CORPOICA–Colombiana, y CORPOICA–Sucreña. Los dos últimos clones son, respectivamente CM3306-19 y CM 3555-6, genotipos que están relacionados con otros materiales de amplia difusión en la Costa y con virtudes agronómicas probadas. Estos materiales se originaron a partir de evaluaciones realizadas en el Proyecto de Mejoramiento Genético del CIAT, y fueron seguidamente evaluadas y seleccionadas por CORPOICA. Las primeras dos variedades son, respectivamente, SGB 765-4 y SGB 765-2, y fueron desarrolladas por CORPOICA siguiendo metodologías de **investigación participativa**. La semilla botánica y las plantas F1C1 que dieron origen a estas variedades fueron producidas por CIAT. El evento para la liberación de estas variedades contó con recursos financieros del CIAT.

6.1.5. Actividades desarrolladas en el Magdalena Medio

Este es un polo de desarrollo que inició sus actividades durante el periodo 1999–2000. Sus progresos se vieron un tanto retrasados, ya que el convenio, inicialmente planteado con la ONG Plan de Paz del Magdalena Medio, no pudo concretarse y en el proceso se invirtió prácticamente 8 meses. Finalmente, se decidió contratar directamente al Ing. Ricardo Sánchez para que se responsabilizara de las actividades de esta región. Por otra parte, las experiencias previas del CIAT en esta zona eran prácticamente nulas, por lo que fue necesario comenzar identificando el tipo de yuca que se adaptaba bien a las condiciones prevalentes.

Estas evaluaciones permitirán identificar con más fundamento clones de yuca adaptados a la región, con rendimientos altos y estables. Debe recalarse que durante el resto del año 2001, se comenzaron a realizar siembras extensivas en apoyo a las iniciativas del sector productivo avícola. También la región está favorecida con el apoyo del Gobierno, con el propósito de aliviar los graves problemas de orden público que la afectan.

Cuadro 6.1.27. Lotes de multiplicación de semilla para el Caribe húmedo, incluyendo las áreas de evaluación en Pruebas regionales.

Tipo de ensayo	Localidad	Clones sembrados	Área (ha)	Observaciones
Pruebas Regionales	Barrancabermeja	22	0,3	Clones industriales o doble propósito
	Regidor	22	0,3	
	San Vicente	22	0,3	
	Sabana de Torres	22	0,3	
Multiplicaciones	San Vicente	CM 6740-7	1,0	Banco de semilla
		CM 523-7	2,0	
Total			4,2	

En el Cuadro 6.1.27 se presentan las siembras realizadas durante el periodo 2000 a 2001, y en el 6.1.28 los eventos de capacitación y promoción. Debe destacarse el curso taller realizado en el mes de noviembre de 2000 con apoyo de la Universidad de la Paz y del Plan de Paz del Magdalena Medio. A este evento asistieron unos 60 técnicos y agricultores de la región, y fue durante su desarrollo que se sembraron las pruebas regionales mencionadas en el Cuadro 6.1.27.

Cuadro 6.1.28. Eventos de capacitación y promoción en la que participó personal de este polo de desarrollo durante el periodo de tiempo reportado¹.

Fecha Tipo de evento	Lugar (Nº participantes)	Objetivos y actividades realizadas
Abril 2000 Reunión	Barrancabermeja (90)	Presentación del proyecto de yuca: avances tecnológicos. Oficialización de la creación del polo de desarrollo Nte. de Santander y Magdalena Medio.
Abril 2000 Promoción	Campos de agricultores (25)	Siembras de parcelas de yuca. Charla introductoria sobre variedades de yuca y manejo agronómico del cultivo.
Noviembre 2000 Curso	Barrancabermeja (60)	Dar a conocer el paquete tecnológico para el manejo del cultivo de la yuca. Áreas temáticas: mejoramiento, selección y almacenamiento de semilla, fertilización, manejo de plagas y enfermedades.
Noviembre– Diciembre 2000 Promoción	Barrancabermeja, San Vicente, Sabana de Torres, Regidor (30)	Inducción sobre montaje y manejo de pruebas regionales de yuca. Práctica de campo: siembra de ensayos.
Diciembre 2000 Reunión	Bucaramanga (30)	Conformación del subcomité de yuca en Santander.
Diciembre 2000 Reunión	Cúcuta (45)	Conformación del subcomité de yuca en el Norte de Santander
Febrero 2001 Gira	Sabana de Torres y San Vicente del Chucurí (28)	Visita a diferentes cultivos de yuca e intercambio con diversos productores. Análisis y discusión de prácticas agronómicas usadas por los diferentes productores visitados.
Marzo 2001 Reunión	Magdalena Medio (20)	Discusión con productores y avicultores sobre el proyecto agroindustrial de yuca y su relación con la cadena avícola.

¹ No se incluyen todas las visitas individuales a campos de agricultores, ni la atención a llamadas telefónicas, correo o Internet.

6.1.6. Actividades desarrolladas en el eje Tolima-Huila

Las actividades desarrolladas en este polo no pueden describirse sin antes realizar un sentido homenaje a quien fuera nuestro amigo y colega **Jairo Bedoya**, quien estuvo a cargo de esta región hasta su fallecimiento en diciembre de 2000. Este lamentable suceso afectó inevitablemente las actividades de este polo de desarrollo, pues sucedió en el momento en que se habían concretado varios convenios, que no alcanzaron a ser oficializados y, eventualmente, se perdieron por la falta de registros. Entre esas actividades cabe destacar la siembra de semilleros y el listado de numerosas actividades de capacitación y promoción realizadas durante el año 2000. La posición de Jairo Bedoya fue ocupada por el Ing. Javier López.

Cuadro 6.1.29. Lotes de multiplicación de semilla para el eje Tolima-Huila, incluyendo las áreas de evaluación en pruebas regionales.

Tipo de ensayo	Localidad	Clones sembrados	Área (ha)	Observaciones
Ensayo de Rendimiento (ER)	Neiva (USCO)	MCOL 1505 MPER 182 SM 1406-1 CM 3306-9 M BRA 383	0,6	Parcelas de observación para estimar potencial de rendimiento y evaluar sistemas de conservación de raíces en fresco. Tamaño de parcela de seis surcos de 25 mts. cada uno.
Multiplicaciones	Neiva (USCO)	CM 523-7 CM 3306-4	2,0 1,0	Banco de semilla. Las raíces fueron utilizadas para evaluar diferentes métodos de conservación. Además, para la evaluación de diferentes sistemas de secado: natural, mixto y artificial.
	Aipe (Huila)	Brasilera	0,3	Banco de semilla
	Campo Alegre (Huila)	Brasilera	4,3	Banco de semilla
Total			8,2	

Cuadro 6.1.30. Eventos de capacitación y promoción en la que participó personal de este polo de desarrollo durante el período de tiempo reportado [‡].

Fecha Tipo de evento	Lugar (Nº Participantes)	Objetivos y/o actividades realizadas
Febrero 2001 Día de campo	USCO Neiva (Huila) (15)	Inducción sobre variedades, selección de semilla y manejo agronómico del cultivo de la yuca. Cosecha de parcelas de evaluación de clones. Reunión con directivos de la USCO.
Abril 2001 Curso	USCO Neiva (Huila) (45)	Áreas temáticas: producción de semilla; preparación de suelos, riego y fertilización; plagas y su control; utilización industrial de la yuca. Práctica de campo.
Abril 2001 Reunión	PROCEAL Neiva (Huila) (5)	Discusión de programación de siembras para el segundo semestre de 2001.

[‡] No se incluyen todas las visitas individuales a campos de agricultores, ni la atención de llamadas telefónicas, correo o Internet.

En cada visita que el Ing. López realiza al polo de desarrollo Tolima y Huila, atiende de 20 a 25 agricultores yuqueros. Adicionalmente, mantiene contacto permanente con el personal de COOPALTOL (Tolima), PROCEAL (Neiva), USCO, CORPOICA y el personal técnico de las UMATAS.

6.1.7. Actividades desarrolladas para el Trópico de Altura

Este agroecosistema se concentra en el departamento del Cauca donde existe una importante industria de almidón agrio o “rallanderías”. La región se caracteriza por la infertilidad de los suelos, topografía montañosa, tenencia de la tierra y presencia de etnias indígenas. Si bien, la actividad yuquera para este tipo de ambientes es bastante restringida (menos del 5% total sembrado), se reconoce el enorme impacto social que el cultivo representa para sus habitantes. Las actividades de mejoramiento genético, por lo tanto, no tienen la magnitud que la realizada para otros ecosistemas, pero son aún considerables teniendo en cuenta el área sembrada con este tipo de *germoplasma*.

En el Cuadro 6.1.31 se describen los viveros y semilleros sembrados con clones de yuca adaptados al trópico alto (entre los 1.400 y 1.800 m.s.n.m.). La mayoría de estas siembras estuvieron localizadas en el departamento del Cauca, que se advierte severamente afectado por una fuerte presión de la mosca blanca. Esto, a su vez, ha resultado en una elevada presencia de materiales contaminados con “cuero de sapo”. En general, estos ambientes conducen a rendimientos comparativamente pobres, debido a las bajas temperaturas predominantes y a la reducida heliofanía, típicas de la región, así como a la reducida fertilidad de los suelos y los pocos insumos que el cultivo recibe. La mayoría de actividades son desarrolladas en los municipios de Morales y Pescador.

Cuadro 6.1.31. Viveros experimentales sembrados para materiales del trópico alto (ambientes entre 1.400 y 1.800 m.s.n.m.).

Localidad §	Nº clones	Tipo de vivero	Área (ha)	Participación del proyecto (%)
Morales	28	Ensayo de rendimiento	0,4	100
Morales	34	Ensayo de rendimiento	0,4	100
Morales	36	Ensayo de rendimiento	0,5	100
Morales	15	Multiplificación de semilla	0,6	100
Morales	27	Multiplificación de semilla	0,6	100
Morales	13	Multiplificación de semilla	0,5	100
Jamundí	16	Vitrina de clones élite	1,0	30
Jamundí	8	Vitrina de clones élite	0,5	50
El Tambo	5	Banco de semillas-1	1,0	30
El Tambo	5	Banco de semillas-2	1,0	30

§ Todas las localidades en el departamento del Cauca (con excepción de Jamundí que está en el departamento del Valle del Cauca).

Cuadro 6.1.32. Viveros establecidos como bancos de semilla para clones adaptados al Trópico de Altura en fincas de pequeños agricultores y como apoyo al convenio con FIDAR.

Localidad [§]	Nº de clones sembrados	Área (ha)	Participación del proyecto (%)
Potreriillo–Pescador	5	0,60	35%
El Pital–Caldono	3	0,40	35%
Quilichao	5	0,31	35%
El Pital–Caldono	5	0,40	35%
Caldono–Pescador	4	0,45	35%
El Socorro–Pescador	6	0,42	35%
La Cumbre	7	0,80	35%
El Turco–Quilichao	5	0,90	35%
El Socorro–Pescador	7	0,50	35%

[§] Todas las localidades en el departamento del Cauca (con excepción de la Cumbre que está en el departamento del Valle del Cauca).

Morales es un municipio caucano, representativo de las condiciones de la meseta de Popayán, seleccionado precisamente por disponer de muchos factores adversos y de estrés, que garantizan la producción de germoplasma mejorado de yuca para la zona de laderas comprendida entre los 1.400–1.800 m.s.n.m., especialmente con resistencia a *Phoma* sp., bacteriosis, adaptación a bajas temperaturas y con alto rendimiento en materia seca para la producción de almidones. En el Cuadro 6.1.33 se presentan los resultados obtenidos en el ensayo avanzado de rendimiento de esta localidad. Para destacar el excelente comportamiento de los clones CM 7190-2; CM 7438-14; SM 850-1; SM 998-3; SM 1053-23; SM 1058-13; SM 1703-17; SM 1946-2 y MCOL 2740 (SATA), con rendimientos en peso fresco por encima de las 25 ton/ha y rendimientos en términos de materia seca por encima de las 11 ton/ha.

Pescador es un municipio caucano caracterizado por ser una importante zona productora de yuca para la industria del almidón agrio, ubicado a una altitud de 1.500 m.s.n.m., con topografía muy ondulada y suelos ácidos infértiles, especialmente de bajo contenido de fósforo. El objetivo de este proyecto, ejecutado por FIDAR con el apoyo del CIAT, fue evaluar, multiplicar y entregar a los agricultores tres nuevos clones mejorados de yuca, desarrollados por el proyecto de Mejoramiento de Yuca del CIAT, tomando como base de comparación el clon regional **algodona**, ampliamente difundido en la región.

En el Cuadro 5.1.32 se describen los distintos semilleros establecidos para esta región, en apoyo a otro proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y ejecutado por la ONG, denominada FIDAR.

Cuadro 6.1.33. Resultados del ensayo avanzado de rendimiento en Morales (departamento del Cauca) con materiales adaptados al Trópico alto.

Clon	Rendimiento raíces frescas (t/ha)	Contenido mat. seca %	Rendimiento mat. Seca (t/ha)	Calidad culinaria (1-5) ¹
CM 6748-3	17,3	40,1	6,9	1,0
CM 7138-12	22,3	37,5	8,3	5,0
CM 7190-2	27,3	40,4	11,0	4,3
CM 7438-6	15,5	38,8	6,0	2,3
CM 7438-14	27,4	38,0	10,4	3,6
CM 8106-4	21,1	41,6	8,8	2,3
SM 709-1	16,6	38,0	10,3	1,0
SM 850-1	27,6	37,6	10,5	1,0
SM 998-3	41,6	38,3	15,9	5,0
SM 1053-23	32,8	36,4	11,9	3,0
SM 1058-13	26,7	40,7	10,8	2,3
SM 1061-5	21,4	40,0	8,56	5,0
SM 1269-6	18,4	34,8	6,4	1,0
SM 1495-22	21,4	40,2	8,6	5,0
SM 1501- 23	17,3	38,5	6,6	5,0
SM 1703-17	31,7	40,3	12,7	1,0
SM 1833-21	26,0	39,2	10,1	1,6
SM 1834-40	16,7	36,6	6,1	4,3
SM 1835-28	22,6	38,8	8,7	5,0
SM 1933-5	27,8	37,5	10,4	3,0
SM 1937-1	30,9	39,5	12,2	5,0
SM 1938-12	24,7	38,8	9,58	3,6
SM 1940-3	28,7	38,0	10,9	3,0
SM 1944-10	26,6	39,1	10,4	2,3
SM 1946-2	25,9	37,9	9,8	3,0
SM 1946-4	23,6	38,8	9,1	1,0
Promedio	24,61	38,67	9,65	3,06
Mínimo	15,50	34,80	6,00	1,00
Máximo	41,60	41,60	15,90	5,00
Testigos incluidos en la evaluación				
MCOL 1522	28,9	35,6	10,2	3,6
MCOL 2061	11,3	37,8	4,2	3,0
MCOL 2261	25,3	35,2	8,9	1,0
MCOL 2740	28,6	36,6	10,4	3,0
CG 402-11	20,5	35,6	7,2	1,0
SM 524-1	17,4	36,9	6,4	5,0
Promedio	22,00	36,28	7,88	2,77
Mínimo	11,30	35,20	4,20	1,00
Máximo	28,90	37,80	10,40	5,00

¹ Calidad culinaria 1 = excelente, 5 = muy indeseable.

Cuadro 6.1.34. Clones de yuca evaluados y multiplicados en banco de semillas de clones adaptados al Trópico de Altura (departamento del Cauca).

Clon	Origen de la semilla	Tipo de siembra	Total de estacas
SM 352-1	Cajibio	Monocultivo	1250
SM 707-17	Cajibio	Monocultivo	750
SM 853-21	Cajibio	Monocultivo	750
<i>Algodona</i>	<i>Pescador</i>	<i>Monocultivo</i>	<i>350</i>
SM 707-17	Cajibio	Monocultivo	575
SM 853-21	Cajibio	Monocultivo	500
SM 352-1	Cajibio	Monocultivo	750

Aunque en esta cosecha, el potencial de rendimiento de este clon regional fue bastante afectado por la enfermedad “cuero de sapo”, contraída por semilla infectada de los campos de los agricultores, los resultados presentados en los cuadros 6.1.34 a 6.1.36 donde se visualiza el orden de preferencia de los agricultores que participaron de la cosecha, evidencian que los clones mejorados de yuca SM 707-17, SM 853-21 y SM 352-1, especialmente los dos primeros, se pueden recomendar para sembrar en la zona de laderas caucanas y ecosistemas similares con alturas comprendidas entre los 1.400–1.800 m.s.n.m., ya que son superiores a la regional algodona por las siguientes razones: 1) mayor potencial de rendimiento y buen contenido de almidón; 2) buen tipo de planta y producción de semilla; 3) aceptable calidad culinaria y posibilidad de uso en los mercados de plaza de la región; 4) mayor precocidad, que permite cosecharlos en menor tiempo; y 5) resistencia a enfermedades, especialmente *Phoma* sp. y Bacteriosis. La preferencia de los agricultores fue determinada siguiendo los lineamientos de investigación participativa desarrollados por el CIAT.

Cuadro 6.1.35. Características morfológicas de los clones adaptados al Trópico de Altura (departamento del Cauca).

Clon	Altura planta (cm)	Altura 1ª ramific. (cm)	Nº de ramific.	Nº de estacas /planta	Forma raíces	Color externo	Color pulpa	Constric. raíces
Algodona	220	75	4	9	Cilíndrica	Med-osc.	Blanco	Pocas
SM 707-17	170	65	3	6	Cónico-cilíndrica	Oscuro	Blanco	Pocas
SM 853-21	255	65	3	7	Irregular	Oscuro	Blanco	Interm.
SM 352-1	170	60	3	8	Irregular	Med-osc.	Blanco	Interm.

Cuadro 6.1.36. Características agronómicas de los clones adaptados al trópico de altura (departamento del Cauca).

Clon	Índice cosecha	Rendimiento raíces frescas (t/ha)	Contenido mat. seca %	Rendimiento Mat. Seca (t/ha)	HCN (1- 9)	Calidad Culinaria (1- 5)
Algodona	0,26	9,4	35,4	3,32	4	1,6
SM 707-17	0,56	34,3	35,5	12,1	4	3,0
SM 853-21	0,48	34,5	35,1	12,1	2	2,8
SM 352-1	0,51	31,8	33,9	10,7	3	2,0

Los agricultores de laderas norte-caucanas, ubicadas por encima de los 1.400 m.s.n.m. enfrentaban un problema: las pocas variedades de yuca adaptadas a sus condiciones no tenían resistencia a la bacteriosis, enfermedad que podía causarles grandes pérdidas, tanto en rendimiento de raíces como en contenido y calidad de almidón. Como solución a este problema, el Proyecto de Mejoramiento de Yuca del CIAT, en sus hibridaciones, decidió utilizar clones de los Llanos Orientales como fuente de resistencia a la enfermedad, tales como MCOL 647 y SG 638-6, entre otros, lo que demoró la obtención de resultados positivos. Sin embargo, después de muchos años de evaluaciones, selecciones y, sobre todo, gracias al apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia en el sostenimiento de estos ensayos, se tienen identificados hasta el momento los siguientes clones con adaptación a laderas por encima de los 1.400 m.s.n.m., no sólo con resistencia a bacteriosis, sino también con excelentes cualidades agronómicas: CG 402-11, CM 7138- 7, SM 524-1, SM 707-17, SM 850-1, SM 856-11 y SM 1846-12.

6.2. Desarrollo y difusión de yucas industriales en seis polos de desarrollo en regiones estratégicas de Colombia

*Reporte Técnico, 2002
Mejoramiento de Yuca, CIAT**

El objetivo general de este proyecto está relacionado con la promoción y el desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca en Colombia. Los objetivos específicos pueden resumirse así: a) mejoramiento genético para producir variedades específicamente para uso industrial o consumo fresco, adaptadas a las condiciones agro-ecológicas de las principales zonas productoras en Colombia, b) multiplicación de semilla de clones superiores; c) promoción del cultivo; d) asesoramiento técnico a productores y procesadores que se interesen en la yuca; e) desarrollo institucional; f) capacitación de personal; g) organización de días de campo, talleres y cursos intensivos; y h) acompañamiento en la gestión de crédito, cuando ello fuera requerido.

En el Cuadro 6.2.1. se presenta un resumen de la programación técnica, en donde se hace una relación de las actividades y metas a lograr para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

6.2.1. Cobertura geográfica

En la Figura 6.2.1., se indican las regiones identificadas para la implementación del proyecto relacionado con el desarrollo y la promoción del cultivo de la yuca en Colombia. Estas regiones son denominadas “*Polos de Investigación y Desarrollo*”. A partir de estos seis polos, se cubren las necesidades de prácticamente todo el territorio nacional atendiendo a los principales factores limitantes para la producción, sean éstos de origen biótico o abiótico, así como las necesidades de los distintos mercados. Los Polos también son utilizados como puntos de apoyo para eventos de capacitación y entrenamiento. También, se caracterizan por representar a una misma eco-región, de modo que los desarrollos tecnológicos generados serían utilizados a lo largo y ancho de los mismos.

6.2.2. Actividades y metas logradas en cada polo de investigación y desarrollo

Las actividades en cada Polo son autónomas y ajustadas a sus peculiaridades, directamente relacionadas con los objetivos y metas para el desarrollo del proyecto. Estas actividades pueden resumirse así:

* Proyecto IP-3. Líder: Hernán Ceballos. Ph.D., Mejoramiento. E-mail: h.ceballos@cgiar.org

Cuadro 6.2.1. Programación técnica para los diferentes Polos de investigación y desarrollo.

Objetivos	Actividades	Metas
1. Evaluación y selección de genotipos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siembra de campos de observación 2. Ensayos de rendimiento 3 Siembra de pruebas regionales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar entre 500 a 1500 genotipos por Polo y seleccionar el 30%, teniendo como criterio producción de raíces, % materia seca, índice cosecha y evaluación planta. 2. Identificar cultivares estables en su producción y de buenas características agronómicas. 3. Sembrar mínimo 4 pruebas regionales por Polo.
2. Multiplicación de variedades industriales y doble propósito de yuca	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incremento de clones élite 2. Establecimiento de hasta 50 has de semilleros, con clones comerciales 3. Siembra semilleros: en convenios con agricultores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de semilla básica para el montaje de mínimo 4 pruebas regionales por Polo. 2. Disponer de semilla de sanidad y calidad garantizada para mínimo 200 has aprox por polo/año.
3. Acompañamiento técnico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asesoría en el establecimiento de lotes industriales de yuca. 2. Visitas técnicas 3. Formulación de recomendaciones 4. Cuantificación de costos de producción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contribuir a incrementar las siembras tecnificadas de yuca en la región. 2. Cumplir con el 100 % de las visitas programadas. 3. Lograr un mayor desarrollo tecnológico del cultivo 4. Elaborar la estructura de costos a nivel regional
4. Capacitación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cursos, conferencias, seminarios 2. Giras 3. Elaboración de boletines técnicos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitar a grupo de técnicos y productores en el manejo agronómico del cultivo de la yuca. 2. Realizar encuentros con agricultores para discutir aspectos relacionados con el manejo de la semilla y el cultivo. 3. Elaborar un boletín técnico sobre recomendaciones para el manejo agronómico del cultivo de la yuca
5. Fomento a la relación con el sector privado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer contacto con diferentes entidades a nivel regional. 2. Participar en reuniones gremiales. 3. Promover la siembra de yucas industriales y/o doble propósito. 4. Asesorar en la consecución de créditos y firma de contratos forward. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contribuir al establecimiento de alianzas estratégicas entre el investigador, el productor y el procesador de yuca. 2. Promover la consolidación de la cadena yuca regionalmente. 3. Promover la conformación de asociaciones de productores 4. Contribuir al otorgamiento de créditos y firma de contratos "Forward" entre productores y procesadores.

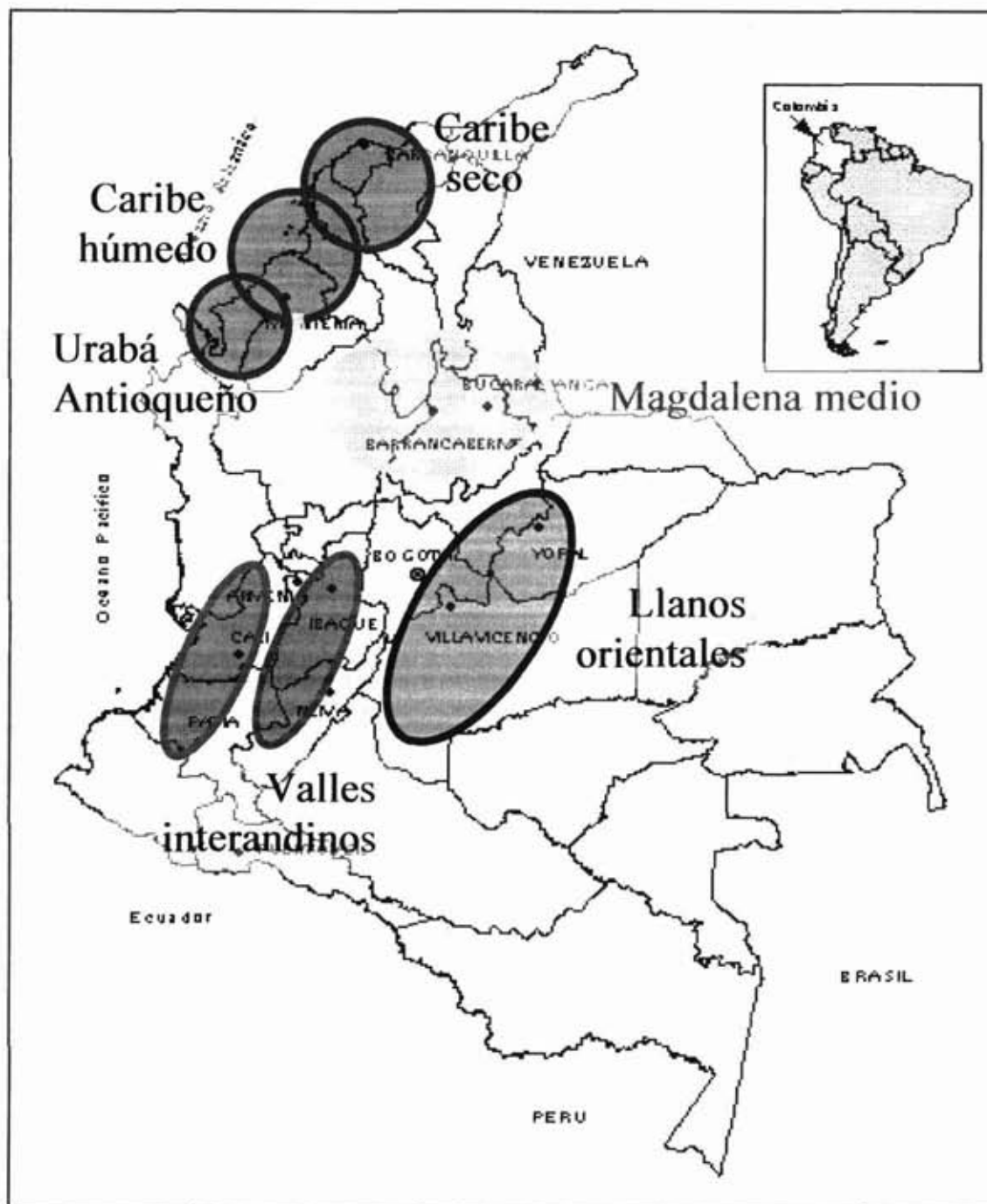


Figura 6.2.2. Ubicación Polos de investigación y desarrollo del cultivo de la yuca en Colombia.

6.2.3. Mejoramiento genético: identificación de variedades

Algunos cambios y decisiones de importancia fueron integrados al proyecto de Mejoramiento genético de la yuca. En primer lugar, se introdujeron cambios significativos en el esquema de mejoramiento utilizado hasta ahora, lo que ha permitido un acopio de mayor información con relación a la calidad de los padres a utilizar en la generación de nuevos cruzamientos y una evaluación más temprana de clones potencialmente candidatos a convertirse en nuevos cultivares. En segundo lugar, se reevaluó el concepto de “*yuca doble propósito*” para orientar los objetivos en la producción de variedades de yuca para consumo fresco y procesos industriales de productos para consumo humano, o bien para su utilización en la producción de almidón y productos derivados o en la alimentación animal. Para el primer objetivo, se necesita principalmente calidad, mientras que para el segundo la variable de mayor interés es la productividad.

Para el período objeto de este informe, fueron sembrados cinco campos de observación en los diferentes Polos. Para el caso de los Polos del Tolima-Huila y Magdalena medio esta actividad es nueva, lo que va a permitir seleccionar, a partir de una población segregante y altamente variable, los clones que mejor se adapten a las condiciones de estas ecoregiones y que permitan satisfacer las necesidades de la industria o del mercado fresco. Hasta el presente, por medio de la selección directa o investigación adaptativa se han identificado variedades de alto potencial de rendimiento y estabilidad en su producción, como MTAI 8, CM6754 y SM 1411-5, para el Caribe Colombiano, con rendimientos promedios de raíces frescas superior a 25 t/ha y de materia seca superiores a 9.5 t/ha, las que actualmente se encuentran en el programa de multiplicación. Para la región de la Orinoquía existen numerosos materiales con un excelente comportamiento, como es el caso de las variedades CM 6740-7 y Brasileira. Además, se tiene una nueva generación de variedades CM 4574-7, SM 1821-7 y SM 1859-26, con altos rendimientos de materia seca. También, para la región del eje Tolima-Huila y Norte del Valle del Cauca se identificaron algunos clones promisorios como SM 1557-17, SM 1219-9 y SM 1741-1, con rendimientos comerciales superiores a las 30t/ha.

6.2.4. Polo Atlántico y Magdalena-Caribe Subhúmedo (Barranquilla)

Las siembras en esta ecoregión, principalmente en el departamento del Atlántico, se vieron afectadas por las condiciones de sequía imperantes en los meses de mayo y junio, que presentaron una precipitación promedio de 64.7mm, inferior en 25%, 74% y 51% a la registrada para estos mismos meses en los tres últimos años. Lo anterior, causó pérdidas en algunos de los ensayos sembrados y regular germinación en otros, hecho que justifica aún más la idea de conseguir un lote de 3 a 4 hectáreas con riego para las siembras futuras.

En el Cuadro 6.2.2. se presenta una lista de los diferentes ensayos actualmente sembrados y en el Cuadro 6.2.3. la cantidad de semilla entregada. Con relación a los ensayos, estos se encuentran en la etapa de crecimiento y salvo los problemas causados por la sequía su

desarrollo vegetativo es normal. De los lotes de multiplicación sembrados en el 2001 se obtuvo semilla para 339 has. Esta semilla sirvió para apoyar la continuación o el inicio de diferentes proyectos productivos de yuca en la Costa y otras regiones del país (Tolima y Huila, Magdalena Medio y en Tamalameque-Cesar).

Cuadro 6.2.2. Ensayos sembrados en el ecosistema Caribe subhúmedo (Costa Norte) ciclo 2002-2003.

Ensayo	Localidad	No. de Genotipos	No de Reps	Observaciones
F1	CIAT-Palmira	2266	1	Nuevo esquema plantas en el campo por 10 meses
Campo de Observación	S. Tomás	2267 (8)	1	Campo de observación de acuerdo con esquema actual.
Campo Observación dialélico	S. Tomás	237	1	Selecciones provenientes del ensayo dialélico
ER: Ensayo avanzado de Rendimiento	Pitalito	64 (25)	3	Selecciones de los Exp. 1, 2, 3 sembrados en Pitalito.
EPR Ensayo Preliminar de Rendimiento	Pitalito	300 (10)	3	Tres experimentos, con 100 genotipos cada uno. Selecciones C.O. S. Tomás ciclo 2001.
Multiplicación Clones	Pitalito	157	1	Incremento clones de ensayo avanzado y preliminar de rendimiento
Semilleros	Pitalito S. Tomás	Varios Clones	1	M Ven 25, SM 1438-2 SM 1411-5, SM 1433-4 SM 1127-8, M Tai 8
Ensayo dialélico	Pitalito	1080(1)	3	Cada clon en cruza dialélicas representado por tres plantas (tres repeticiones)

* Entre paréntesis se tiene el número de plantas por parcela.

Cuadro 6.2.3. Semilla producida y distribuida por el Polo Atlántico y Magdalena. Abril de 2002 a octubre de 2002.

Clon	No. Hectáreas
M TAI 8	250
CM 4919-1	15
CM 6754-8	4
M Ven 25	10
SM 1127-8	10
Otros Clones	50
Total	339

En cuanto al área sembrada con yuca industrial, en los departamentos de Atlántico y Magdalena (Cuadro 6.2.4.), es importante resaltar un creciente uso de la yuca industrial y doble propósito con aproximadamente 2000 has para el año 2002, que representa un incremento del 25 % y 122% con relación a los ciclos agrícolas 2001 y 2000,

respectivamente. Como se observa en el Cuadro 6.2.5., el 45 % de la siembra de clones tipo industrial corresponde a Industrias del Maíz, 47% a pequeños y medianos agricultores, algunos de los cuales ya han establecido convenios de venta de la yuca producida a industrias del maíz, y 2.3% para concentrados del Norte, área igual a la sembrada por el CIAT. En el caso de Concentrados del Norte, la disminución de las áreas sembradas se debe a problemas que se les han presentado en el proceso de secado de la yuca, principalmente porque su sistema, que combina tanto el secado natural como el artificial, no es muy eficiente cuando se tienen grandes cantidades de raíces para procesar; situación que se complica en épocas de lluvias.

Para en ciclo agrícola 2003 el área proyectada a sembrar es de 5400 has con yuca industrial, de las cuales 3000 has serán sembradas en el departamento del Magdalena y las restantes en el departamento del Atlántico. Es de anotar que para el ciclo 2001 el incremento del área sembrada estuvo distante de las inicialmente proyectadas (2500has), lo cual fue ocasionado por la reducción del área en el departamento del Atlántico, pues muchos agricultores y ganaderos comprometidos con el proyecto desistieron de ello por las condiciones irregulares de lluvias para un adecuado establecimiento del cultivo.

Cuadro 6.2.4. Área sembrada con yuca industrial en Atlántico y Magdalena-2002.

Organización/Agricultor	Clones	Hectáreas establecidas	Municipio Departamento
Industrial del Maíz S.A.	M Tai 8 CM 4919-1 M Ven 25	667	Ciénaga Magdalena
Industrial del Maíz S.A.	M Tai 8 CM 4919-1 M Ven 25	302	Atlántico
Concentrados del Norte	M Tai 8	45.5	Atlántico
Gabriel Cabrales	CM 4919-1	40	Luruaco Atlántico
CIAT: Diferentes ensayos y bancos de semilla	Varios Clones	55	Pitalito y S. Tomás Atlántico
La Colorada Media Luna Varios Agricultores	M Tai 8 CM 4919-1 CM 4843-1 CG 1141-1	600	Media Luna Magdalena
Ordenes de compra firmada entre Industrias del Maíz y Agricultores	M Tai 8 CM 4919-1	150	Atlántico
Proyecto Atlántico-finca las Caras Vía Polonuevo Baranoa	M Tai 8 CM 4919-1	150	Baranoa Atlántico
Total		2009.5	

6.2.5. Polo Sucre y Córdoba (Caribe húmedo)

En este Polo de investigación y desarrollo se presenta un incremento significativo del área con yuca industrial con 3.600 has, superior en 71% y 260% al área sembrada en los ciclos 2000 y 2001, respectivamente. Adicionalmente, esta área representa el 13.3 % del total de yuca (venezolana, Chiroza y regionales) sembrada para consumo fresco (27.000 has).

En el Cuadro 5 se presenta un resumen de los diferentes ensayos sembrados en este Polo de investigación y desarrollo. Las pruebas regionales 3 y 4 corresponden a una evaluación intermedia entre lo que es un ensayo Avanzado de rendimiento y una prueba regional propiamente dicha. Estos ensayos están formados por clones que, si bien han estado en diferentes evaluaciones en el Caribe subhúmedo, es necesario, antes de descartarlos, evaluarlos en condiciones diferentes en el Caribe húmedo y en el eje Tolima y Huila.

Cuadro 6.2.5. Ensayos sembrados en el ecosistema Caribe húmedo (Sucre-Córdoba) ciclo 2002-2003.

Ensayo	Localidad	No. De Genotipos	No de Reps	Observaciones
ER: Ensayo avanzado de Rendimiento	La Unión (Sucre)	64 (25)	3	Selecciones de los Exp. 1, 2, 3 sembrados en Pitalito.
Prueba Regional 1 y 2	La Unión (Sucre)	42(20)	3	Clones elites provenientes de multiplicaciones en Barranquilla (Pitalito y Santo Tomás)
	Ciénaga de Oro (Córdoba)	42(20)	3	
Ensayo de Patología	Sincelejo (Sucre)	11	3	Ensayo para evaluar la tolerancia o susceptibilidad a Bacteriosis y Superalargamiento. Patología CIAT
Prueba Regional 3 y 4	Montelíbano Puerto Libertador (Córdoba)	30(20)	3	Pruebas establecidas con los clones seleccionados de las pruebas regionales sembradas en el ciclo 2001.
		30(20)	3	
Ensayo clones industriales (CONGELAGRO)	La Unión (Sucre)	11 Parcelas grandes	1	Genotipos: SGB 765-2, CG 1141-1, CM 6119-5, SGB 765-4, Venezolana MCol 1505, CM 3306-3, MCol 2215, SM 1127-8.
Semilleros	Sucre y Córdoba	Varios Clones	1	M Ven 25, MTAI 8, CM 4919-1, CM 4843-1, CM 6754-8 y otros en pocas cantidades.

* Entre paréntesis se tiene el número de plantas por parcela.

Uno de los problemas limitantes para la producción de yuca en el Caribe Húmedo es la alta incidencia de las enfermedades Superalargamiento y Bacteriosis. Por lo anterior, en coordinación con el ICA (área de sanidad vegetal), se estableció un ensayo para evaluar la tolerancia o susceptibilidad de los clones que actualmente se siembran en la región y determinar el efecto en la producción.

En el Cuadro 6.2.6. se presenta el consolidado actual de la semilla entregada como una contribución del CIAT-MADR para el apoyo de los proyectos productivos de yuca en esta ecoregión. Es de observar que de la semilla distribuida, el 88% corresponde a los clones MTai 8, CM 4919-1 y CM 4843-1, y el restante 12% al clon M VEN 25. Esta semilla fue entregada bajo el compromiso por parte del agricultor o entidad beneficiada de entregar como mínimo el 30% de la semilla que se produzca al momento de la cosecha de las raíces.

Cuadro 6.2.6. Semilla producida y distribuida por el Polo de desarrollo Sucre y Córdoba en abril de 2002 a septiembre de 2002.

Clon	Hectáreas sembradas	Beneficiarios
MTai 8	50	Agricultores (6), Umata San Marcos, Cecora, Asodemac
CM 4919-1	48	Agricultores (7), Asodemac
CM 4843-1	41.5	Agricultores (10), Umata San Marcos, Asodemac, Fundecor
M VEN 25	18.5	Agricultores (4)
Gran Total	158	

En el Cuadro 6.2.7 se relacionan los agricultores y los clones para el establecimiento de nuevos bancos de semilla. La importancia de esta actividad es que sirva como embrión para el proceso de multiplicación de semilla de yuca a nivel regional.

Una acción relevante en esta región ha sido la gestión de promoción para la formación de un “trapiche yuquero”, a la fecha la propuesta está consolidada y se encuentra en la etapa próxima a su instalación. El concepto de “trapiche yuquero” consiste en la construcción de facilidades de picado y secado de yuca (preferentemente de tipo artificial) alrededor de las cuales se establecen los cultivos de yuca para proveer de materia prima a la planta de secado.

6.2.6. Polo de Arauca Meta y Casanare

En general las actividades de mejoramiento desarrolladas para varias regiones de Colombia, caracterizadas por la presencia de suelos ácidos y la incidencia e enfermedades como la bacteriosis (*Xanthomonas axanopodis pv manihotis*) y el superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*) se han centralizado inicialmente Villavicencio (departamento del Meta), en las instalaciones de CORPOICA-La Libertad. Muchos de los clones inicialmente evaluados bajo las condiciones de la Orinoquia son luego transferidos a otras regiones como el Norte del departamento del Cauca y la región del Magdalena Medio.

Cuadro 6.2.7. Bancos de semilla establecidos en el Polo de Sucre y Córdoba. Abril de 2002 a septiembre de 2002.

Localidad-Agricultor	Clones sembrados	Área (ha)
Jorge Tulio Celis Planeta Rica (Córdoba)	MTAI 8	5
	CM 4919-1	5
	CM 4843-1	3
	M VEN 25	1
FUNDECOR Montería (Córdoba)	CM 4919-1	5
	CM 4843-1	3
Everto Portillo Valencia (Córdoba)	MTAI 8	5
	CM 4843-1	3.5
ASODEMAC Tierralta (Córdoba)	MTAI 8	8
	CM 4919-1	1
	CM 4843-1	1
Haciendo Cuba Montelíbano (Córdoba)	M VEN 25	3
	CM 6754-8	2
Ángel Osorio La Unión (Sucre)	MTAI 8	2
	CM 4919-1	4
	CM 4843-1	2
	MVEN 25	0.5
	Otros	0.5
Eider Viera Sincelejo (Sucre)	MTAI 8	2
	CM 4919-9	4
	CM 4843-1	1
	Otros	1
Gran Total		62.5

En el Cuadro 6.2.8 se presenta un resumen de los diferentes ensayos actuales en campo. La totalidad de las actividades se concentra en la estación La Libertad de CORPOICA, a excepción de las pruebas regionales, que son sembradas en campos de agricultores, lo que permiten establecer un apropiado dominio de recomendación.

Cuadro 6.2.8. Ensayos sembrados en el ecosistema de los Llanos Orientales en el ciclo 2002-2003.

Ensayo	Localidad	No. de Genotipos	No de Reps	Observaciones
F1	CIAT-Palmira	2645	1	Nuevo esquema plantas en el campo por 10 meses
Campo de Observación Selecciones F1	La Libertad	1239(8)	1	Campo de observación de acuerdo con esquema actual.
Campo de Observación dialélico	La Libertad	261(6)	1	Selecciones provenientes del ensayo dialélico
ER: Ensayo avanzado de Rendimiento	La Libertad	64 (25)	3	Selecciones de los Exp. 1, 2, 3 sembrados La Libertad en dos sitios (Loma7 y Porcinos)
ER: Ensayo avanzado de Rendimiento adicional	La Libertad	56(25)	3	Selecciones de ER avanzado y PR Ciclo 2001-2002. Sembrado en dos sitios contrastantes de La Libertad.
EPR Ensayo preliminar de rendimiento	La Libertad	192 (10)	3	Tres experimentos, con 64 genotipos cada uno. Selecciones C.O. La Libertad ciclo 2001.
Multiplicación Clones	La Libertad	192	1	Incremento clones de ensayo avanzado y preliminar de rendimiento
Semilleros	La Libertad	Varios Clones	1	CM 6740-7,M COL 2237, CM 6438-14, varios clones en PR
Ensayo dialélico	La Libertad	1350(1)	3	Cada clon en cruza dialélicas representado por tres plantas (tres repeticiones)

* Entre paréntesis se tiene el número de plantas por parcela.

Para el ciclo 2002 se produjo semilla para 330 has (Cuadro 6.2.9.) provenientes de lotes sembrados en el 2001 en la estación experimental de CORPOICA – Libertad y en campos de agricultores en el Meta y Casanare. La mayor cantidad de semilla producida y entregada a agricultores correspondió a la variedad Reina (CM 6740-4), con el 36% del total.

Cuadro 6.2.9. Semilla producida en el año 2002. Polo Arauca Meta y Casanare.

Cultivar	No. Hectáreas
CM 6740-7	120
M COL 2237	75
CM 6834-14	10
HMC1	75
Otros Clones promisorios	50
Total	330

60 % producida en Meta y 40% en Casanare.

6.2.7. Polo sur del Valle, norte del Cauca

Por razones logísticas, en este Polo se encuentran concentradas las actividades del Proyecto de Mejoramiento de Yuca en las instalaciones del CIAT en la recta Cali-Palmira. Adicionalmente, al desarrollo de proyectos especiales relacionados con la yuca en las áreas de patología, entomología, biotecnología y procesos agroindustriales, en Palmira se generan los nuevos cruzamientos y la semilla necesaria para el establecimiento de los campos de observación. También, se da el apoyo logístico para el desarrollo de las diferentes actividades, y se cuenta con una equipo técnico presto a responder a cualquier eventualidad de tipo técnico y agronómico que se presente en alguno de los Polos.

La mayor producción de yuca se concentra en el departamento del Cauca, principalmente en la región sur, destinada principalmente a la producción de almidón agrio. La producción de este tipo de almidones se ha visto un poco afectada por la introducción de yuca precedente del Ecuador y almidones provenientes de Tailandia a precios inferiores con los que se comercializa en Colombia. La situación anterior ha sido ampliamente discutida y analizada en diferentes reuniones programadas por el Polo de desarrollo y el comité de PROYUCA, en las que se ha enfatizado la importancia del uso de las variedades mejoradas de yuca como parte de la estrategia para aumentar la competitividad, proceso para el cual hay que impulsar los bancos de semilla con uso en las zonas de laderas o trópicos de altura. Adicionalmente, se discutió la necesidad de uniformizar los estándares de calidad del producto que se ofrece, pues la variación en calidades dificulta su comercialización, y establecer vínculos con las empresas que utilizan esta materia prima en la elaboración de sus diversos productos para consumo humano.

En el Cuadro 6.2.10 se presenta un resumen de los diferentes ensayos sembrados tanto en el CIAT como en la estación de Santander de Quilichao. Es importante mencionar que para este ciclo agrícola se continuó con la veda para la siembra de yuca en el CIAT. La experiencia del 2001 fue muy positiva, lográndose una reducción significativa en la incidencia de la mosca blanca. Para este ciclo las siembra se iniciaron en agosto 20, con un periodo de duración de las siembras de un mes y medio. En conjunto con todos los responsables de siembra en el CIAT se determinó plantar en el Centro sólo material debidamente certificado como libre de la enfermedad cuero de sapo. Para llevar un control riguroso de las diferentes siembras en Palmira, toda siembra deber ser previamente consultada. Lo anterior, nos permitió sembrar en el CIAT únicamente material proveniente de similla sexual, vitroplantas y las selecciones F1 provenientes de semilla sexual y sembradas en Cenicaña en el 2002.

Las demás siembras se realizaron en el CIAT-Santander de Quilichao y en campos de agricultores en los municipios de Caloto, Popayán y Florida.

Cuadro 6.2.10. Ensayos sembrados en el Polo Sur del Valle y Norte del Cauca, ciclo 2002-2203.

Ensayo	Localidad	No. de Genotipos	No Reps	Observaciones
F1	CIAT-Palmira	2168	1	Nuevo esquema plantas en el campo por 10 meses
Campo de Observación Selecciones F1-Valles	CIAT-Palmira	1761(8)	1	Campo de observación de acuerdo con esquema actual.
Campo de Observación Selecciones F1-Tolima-Huila	CIAT-Palmira	608(8)	1	Campo de observación de acuerdo con esquema actual.
Ensayo clones dialelo	S. Quilichao		3	Selecciones provenientes del ensayo dialélico y CO-Henry
Multiplicación clones	CIAT-Quilichao	100(6)	1	Selecciones del campo de observación en el CIAT
Multiplicación clones	CIAT-Quilichao	55(6)	1	Selecciones del EPR (Exp. 1) en el CIAT.
Viveros experimentales	Popayán, Caloto, Florida	498	1	Material con alto potencial agronómico. Incluye, 460 clones del banco de germoplasma
Multiplicación clones de raíces amarillas	CIAT-Quilichao	15	1	Clones de multiplicación en ciclo anterior.
Pruebas regionales	Quilichao	28(25)	3	Pruebas regionales para Valles Interandinos y trópicos altos.
	Popayán	29(25)	3	
	Caloto	28(25)	3	
	Florida	28(5)	3	

Entre paréntesis se tiene el número de plantas por parcela.

La entrega de semilla se hizo con prioridad a proyectos que involucraban asociaciones o grupos de agricultores, tales como el de la UMATA de Morales y el proyecto PLANTE/Almidones Nacionales, cuyas metas futuristas siguen siendo la siembra de 3.000 has de yuca en el norte del Cauca, con uso principal en almidones modificados. En el Cuadro 6.2.11 se presenta la relación de semilla entregada entre marzo de 2002 a septiembre de 2002; correspondiendo el mayor porcentaje, a MBRA 383 con el 31% del total entregado (81.0 has). En este segundo semestre se espera entregar semilla para unas 120 has más.

En el campo de las perspectivas, es importante anotar el gran impulso de las siembras en la región del Patía, ecosistema equilibrado biológicamente y que ofrece un gran potencial, pero se requiere con urgencia de evaluaciones de diferentes clones a través del establecimiento de pruebas regionales, pues en reciente visita técnica se pudo observar la gran altura que alcanzan los materiales de yuca introducidos, lo cual propicia un severo volcamiento de las plantas. Por consiguiente, se requiere de la selección de clones con potencial y menos altos. La estrategia incluye la evaluación de clones de otros ecosistemas como la Costa Atlántica.

En cuanto a semillero, hasta la fecha se han sembrado 28.2 has de semillero (Cuadro 6.2.12) y se espera llegar a las 60 has a finales del presente ciclo de siembra, teniendo en cuenta que la yuca en esta región, al igual que otras en Colombia, se siembra en los dos semestres agrícolas.

Cuadro 6.2.11. Semilla producida Polo Sur del Valle Norte del Cauca.

Cultivar	No. agricultores beneficiados	Has sembradas
MBRA 383	8	25
MPER 183	2	2
SM 1219-9	2	11
SM1557-17	11	14
SM 1460-1	5	9
HMC 1	2	5.0
CM 7951-5	2	2
SM 909-25	2	2
SM 1543-16	1	5.0
Otros Clones	10	6.0
Total	45	81

Cuadro 6.2.12. Semilleros comerciales establecidos en convenio con agricultores.

Lugar se siembra	No. de Clones	Hectáreas Sembradas
Robles - Valle	3	5.2
Caloto - Cauca (finca de los Medina)	4	12.0
Caloto - Cauca (J. Cuenca et al)	5	3.0
Pradera (Luis Alfonso Escobar)	1	1.0
Popayán (Rodrigo Hernández)	9	1.2
Morales - Cauca (L. E. Muelas)	2	1.2
Salvajina - Cauca (Umata Morales)	3	4.6
Total		28.2

6.2.8. Polo Eje Tolima y Huila

Las actividades en este Polo de desarrollo se enfocaron, inicialmente, al establecimiento de algunas pruebas regionales, incluyendo clones de la Costa, los Llanos y clones de adaptación específica, para las condiciones del Valle del Cauca. En estas pruebas se identificaron clones de buen comportamiento, ofreciendo una buena oportunidad para mejorar la productividad en la región, mientras se puedan identificar clones mejor adaptados a esta ecoregión.

En el 2001 se sembró la semilla F1 para sembrar por primera vez un Campo de observación específico para el Tolima-Huila. Sin embargo, para la época en que este material estuvo disponible, no fue posible conseguir un lote con riego, optándose por sembrar dicho campo en Palmira-CIAT, en espera que para el primer semestre del 2003 sea posible su evaluación en esta ecoregión. En el Cuadro 6.2.13 se presenta el resumen de las actividades en ejecución.

Cuadro 6.2.13. Ensayos sembrados en el Polo Eje Tolima y Huila, ciclo 2002-2203.

Ensayo	Localidad	No. de Genotipos	No Reps	Observaciones
F1	CIAT-Palmira	725	1	Nuevo esquema plantas en el campo por 10 meses
Campo de observación Selecciones F1-Tolima-Huila	CIAT-Palmira	608(8)	1	Este campo fue sembrado en Palmira. Se espera sembrarlo en el 2003 en Tolima-Huila.
Semilleros	Tolima -Huila	6		MPER 183, Brasilera, MBRA 12, P13, Catumare.
Pruebas regionales	Palermo Vereda el Juncal	18	3	Evaluación de clones de la Costa. Villavicencio y Palmira

Entre paréntesis se tiene el número de plantas por parcela.

En el Cuadro 6.2.14 se presentan los resultados de la prueba regional cosechada en Natagaima Tolima. El rendimiento promedio de raíces fue de 21 t/ha, con un máximo de 33.4 t/ha para el cultivar CM 4843-1, y un mínimo de 6.8 t/ha para el cultivar CM 849-1. Los porcentajes de materia seca variaron de 36.6 % para MTai 8 a 16.9 % para CM 849-1. Estos resultados muestran el buen comportamiento de algunos clones, como el CM 4843-1, MTai 8 y SM 1219-9, adaptados a la región del Caribe. Lo anterior nos permite mejorar la productividad, mientras se puedan obtener clones de mejor adaptación a esta región.

Cuadro 6.2.14. Resultado de la prueba regional sembrada en Natagaima Tolima.

Cultivar	Altura planta de planta	Rendimiento T/ha	% de Materia seca	Materia seca t/ha	Índice de cosecha
CM 4843-1	195	33.4	35.7	11.93	0.68
SM 1219-9	205	31.8	29.9	9.53	0.74
CM 7951-5	175	27.6	29.3	8.07	0.68
MBRA 383	200	26.4	30.6	8.08	0.63
MTAI 8	152	25.6	36.6	9.38	0.73
SM 1557-17	247	24.9	21.6	5.38	0.58
MPER 183	140	23.4	20.5	4.79	0.64
SM 653-14	232	22.7	30.0	6.82	0.66
SM 1433-4	160	22.6	34.9	7.88	0.64
MVEN 25	143	20.3	29.0	5.88	0.67
Máximo	247	33.4	36.6	11.9	0.7
Mínimo	117	6.8	16.9	1.2	0.5
Media	169	21.0	29.5	6.3	0.6
Desv. Est.	36	6.7	6.0	2.5	0.1

En cuanto a bancos de semilla, se sembraron 51.1 has en convenio con agricultores, bajo el esquema 30/70 es decir, el 30% de la semilla que se produzca al momento de la cosecha de

las raíces, será para el agricultor y el 70% para el convenio CIAT-MADR. El criterio que se siguió fue el de elegir agricultores de profesión o que tuvieran la agricultura como actividad principal para garantizar un buen manejo de la semilla. También, se buscó una ubicación estratégica de los lotes a fin de tener mejor control sobre el desarrollo de los cultivos y dentro de las zonas potenciales para el cultivo de la yuca.

6.2.9. Norte de Santander y Magdalena Medio

La amplitud de esta región ha llevado a una evaluación constante y sistemática de clones para uso industrial en diferentes ambientes característicos de esta ecoregión. A la fecha, cultivares como MTai 8, SM 653-14 y CM 4843-1, de adaptación al Caribe Subhúmedo, han mostrado un buen potencial productivo con rendimientos en fresco superiores a 30 t/ha y de materia seca superior a las 10 t/ha.

Para el presente año, se generó material para la siembra de un campo de observación en esta región; lo que ofrecerá la oportunidad de seleccionar a partir de una población segregante y altamente variable los clones que mejor se adapten a esta región. En el Cuadro 6.2.15 se presenta el resumen de las actividades en ejecución.

Cuadro 6.2.15. Bancos de semilla establecidos en el Polo Eje Tolima y Huila, abril de 2002 a septiembre de 2002.

Localidad-Agricultor	Clones sembrados	Área (ha)
Ricardo Reinoso	Brasilera	3.5
San Luis	MBRA12	4.5
	MPER 183	4.0
Solfalia Patiño	P-13	1.0
El Guamo	CATUMARE	1.0
Eduardo Alvira	MPER 183	1.5
El Guamo	MBRA 12	2.5
	CATUMARE	2.0
C. Cárdenas	P-13	2.0
Coello	MPER 183	1.0
	P-13	3.0
Libardo Guzmán	Brasilera	2.0
Miguel Abadía	MPER 183	2.0
Chicoral	Brasilera	1.6
U. del Tolima (Armero)	MBRA 12	4.0
P.C. González	Brasilera	1.0
Méndez	P-13	10.0
Fabio Campos (Chaparral)	P-13	1.0
Lucho Escobar (ortega)	P-13	3.5
Coagrotarquí (Tarquí)	P-13	51.1
Total		

En este Polo, al igual que lo acontecido en Córdoba y Sucre, las pruebas de evaluación de rendimiento, corresponden a una evaluación intermedia entre lo que es un ensayo avanzado

de rendimiento y uno Regional. Se trata de materiales que, si bien han estado en numerosas pruebas, que incluyen materiales élitos, nunca pudieron sobresalir de una manera convincente. Por lo anterior, antes de descartarlos están siendo evaluados en los ambientes antes mencionados: Magdalena Medio y Caribe Húmedo.

Para el presente ciclo se han establecido en convenio con agricultores, asociaciones de agricultores y entidades como Procal, Fundación Catatumbo, Petrosantander, 80 has de semilleros (Cuadro 6.2.16.). Adicionalmente, y con semilla del clon Mtai 8 proveniente del Caribe Subhúmedo, se han sembrado 120 has en el municipio de Tamalameque.

Cuadro 6.2.16. Ensayos sembrados en el Polo Norte de Santander-Magdalena Medio, ciclo 2002-2203.

Ensayo	Localidad	No. de Genotipos	No Reps	Observaciones
F1	CIAT-Palmira	741	1	Nuevo esquema plantas en el campo por 10 meses
Campo de observación Selecciones F1 Magdalena Medio Semilleros	San Vicente de Chucurí	700(8)	1	Campo de observación esquema actual sembrado en la San Vicente-Ricardo Rueda
Pruebas evaluación de rendimiento	Varias	3		HMC1, MTai 8. MVEN 25
	San Vicente	40	3	Evaluación de clones de la
	Sabana de Torres	40	3	Costa-Caribe Subhúmedo

Entre paréntesis se tiene el número de plantas por parcela.

Cuadro 6.2.17. Bancos de semilla establecidos en el Polo Norte de Santander-Magdalena Medio, abril de 2002 a septiembre de 2002.

Localidad-Agricultor	Clones sembrados	Área (ha)
Asociación Santa Clara	HMC 1	3.0
Cúcuta	MTAI 8	2.0
Procal-Asozulia-CIAT (Tibú))	MTAI 8	5.0
Procal-Fund Catatumbo-CIAT	MTAI 8	5.0
Los Patios	HMC1	3.0
Ricardo Rueda (San Vicente)	HMC 1	6.0
Alberto Álvarez (San Vicente)	HMC 1	14.0
Petrosantander	MTAI 8	10.0
Sabana de Torres	HMC 1	8.0
	MVEN 25	2.0
Apraya – Yarima	HMC 1	5.0
Productores – Cimitarra	HMC 1	7.0
Productores – Puerto Boyacá	HMC 1	10.0
Total		80.0

6.2.10. Eventos de capacitación

El objetivo central de esta actividad está relacionado con la capacitación en producción y procesamiento de la yuca, buscando una mayor eficiencia en los sistemas productivos y atendiendo a los cuidados necesarios de los recursos naturales. También implica la promoción de las actividades relacionadas con este proyecto.

En el Cuadro 6.2.17 se presenta un resumen de los diferentes eventos realizados durante el 2002. En el caso de los cursos, generalmente son planificados en coordinación con CLAYUCA y la participación de los diferentes coordinadores del Polo, de acuerdo con el sitio de realización del evento. Los temas desarrollados en estos cursos cubren aspectos relacionados con el mejoramiento genético, cultivares recomendados, manejo de material de siembra, suelos y fertilización, plagas y enfermedades, su manejo y su procesamiento.

Las giras de capacitación tienen como objetivo permitir el conocimiento e intercambio de ideas entre agricultores de diferentes regiones productoras de yuca en Colombia.

En cuanto a seminarios y reuniones, se ha participado dictando conferencias sobre diferentes temas relacionados con la producción y el procesamiento de la yuca con fines industriales y doble propósito. Adicionalmente, se ha apoyado significativamente la conformación de los sub-comités técnicos de yuca, brindando apoyo logístico y asesoramiento técnico en las reuniones programadas. También, se han establecido vínculos y convenios de cooperación con diferentes industrias y asociaciones de agricultores que utilizan la yuca como materia prima en sus procesos productivos, especialmente para el establecimiento de lotes para fines de producción de semilla.

Otra actividad bien importante está relacionada con la atención a productores interesados en el cultivo de la yuca; actividad que se realiza tanto en las oficinas del CIAT-Cali, como en las regiones donde se cuenta con personal. Esta actividad, que representa inmensa inversión de tiempo, es bien justificada, pues a partir de esta atención es que surgen los colaboradores que después promueven el cultivo de la yuca en sus respectivas regiones.

Cuadro 6.2.17. Actividades de capacitación, Convenio CIAT-MADR – abril a noviembre de 2002

Fecha	Tipo de evento	Responsable y/o entidades participantes	Lugar	No participantes	Objetivo y/o actividades realizadas
Abril 30/02	Conferencia	CIAT-ICA Cereté	ICA-Cereté	20	Capacitar a Ing. agrónomos sobre el manejo del cultivo de la yuca para producir semilla.
Abril 17/02	Reunión técnica	CIAT-UMATA	Puerto Boyacá	15	Presentación del Polo y discusión sobre la viabilidad del proyecto de yuca en la región (Productores)
Abril 23/02	Conferencia	CIAT	CIAT	15	Presentación actividades del programa de Mejoramiento y Genética en Yuca
Mayo 6/02	Conferencia	CIAT	V/vicencio-Sta. Rosa	35	Aspectos generales sobre el cultivo de la yuca (estudiantes)
Mayo 7/02	Conferencia	CIAT	V/vicencio-Sta Rosa	30	Variedades de yuca y manejo agronómico (estudiantes)
Mayo 8/02	Conferencia	CIAT	V/vicencio-Sta Rosa	40	Manejo de semilla de yuca (estudiantes)
Mayo 9/02	Reunión técnica	CIAT-PROYUCA	CIAT-Cali	25	Análisis de la problemática en industria del almidón agrio
Mayo 22/02	Conferencia	CIAT - ICA Santander	ICA-Santander	50	Manejo de semilla de yuca: asistentes UMATAS, ONG's, ICA
Junio 4/02	Conferencia	CIAT	Corpoica-La Libertad	12	Manejo agronómico del cultivo de la yuca (técnicos del SENA)
Junio 6/02	Conferencia	CIAT	Corpoica-La Libertad	10	Variedades y manejo agronómico de la yuca (Agricultores)
Junio 7/02	Conferencia	CIAT	Corpoica-La Libertad	11	Manejo agronómico del cultivo de la yuca (Agricultores)
Junio 8/02	Gira	CIT	Yopal-Aguazul-Tauramena	10	Variedades, prácticas de manejo y selección de semilla de yuca: práctica de campo.
Junio 17/02	Capacitación	CIAT-Petrosantander	Sabana de Torres	10	Capacitación en picado y secado natural de yuca (agricultores)
Junio 25/02	Taller	CIAT-CLAYUCA	CIAT-Cali	27	Capacitación sobre el cultivo de la yuca industrial
Junio 27/02	Reunión	Procal S.A.-CIAT	El Zulia (N. Santander)	45	Presentación del proyecto de yuca y análisis de su viabilidad técnica y económica para la región del Zulia.
Junio 28/02	Conferencia	CIAT-CLAYUCA	CIAT	27	Presentación y análisis de costos de producción de yuca en los diferentes polos de desarrollo
Julio 7/ 02	Capacitación	CIAT-J. Lenis	Polonuevo	15	Variedades de yuca y manejo agronómico.

Fecha	Tipo de evento	Responsable y/o entidades participantes	Lugar	No participantes	Objetivo y/o actividades realizadas
Julio 7-9/02	Taller	CIAT	S. Quilichao		Taller de propagación rápida de yuca: manejo de semilla
Julio 20/02	Conferencia	CIAT-CECORA	Montería	45	Selección y manejo de semilla de yuca (agricultores)
Julio 25/02	Reunión	CIAT-PROYUCA	CIAT-Cali	20	Análisis de la problemática de las importaciones de almidón de yuca.
Agosto 20/02	Taller	CIAT-Proyecto Plante-	S. Quilichao	9	Manejo y control de mosca blanca-práctica de campo
Agosto 26/02	Taller	CIAT-CECORA	Montería	12	Reconocimiento y manejo de la Bacteriosis y Superalargamiento en yuca (Agricultores)
Sep 3-6/02	Curso	CLAYUCA-CIAT	Bucaramanga	40	Capacitación en sistemas modernos de producción y procesamiento de la yuca (técnicos y agricultores).
Sep 23/02	Seminario	CIAT-U Caldas-Clayuca	U. caldas (Manizales)	35	Presentación de la conferencia: Mejoramiento de yuca en el CIAT y la yuca en la alimentación animal.
Sep 27/02	Reunión	CIAT-Clayuca-Alcaldía Tamalameque y Secretaría de desarrollo Minero Valledupar	Valledupar	12	Se definieron las actividades para el desarrollo del proyecto de yuca, el acompañamiento técnico por parte de Ciat y de Clayuca y el compromiso para la instalación de una planta de secado de yuca.
Oct. 8-9/02	Curso	CLAYUCA-CIAT	Yopal (Casanare)		Variedades de yuca: manejo y selección del material de siembra
Nov 6-8/02	Gira	CIAT-DARCO (ONG)	CIAT-Armenia	30	Conocer desarrollos tecnológicos del cultivo de la yuca en otras regiones del país.

6.3. Establecimiento y evaluación de una planta piloto para producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal

*Paola Rengifo
Ricardo Florián**

Para efectos de la presentación de este informe, se agruparon las actividades realizadas en el proceso de evaluación técnica y económica de la planta piloto en tres fases:

1. Instalación, evaluación y ajuste de las condiciones de operación de los equipos.
2. Actividades complementarias.
3. Actividades de promoción y divulgación de la tecnología del proceso.

6.3.1. Instalación, evaluación y optimización de las condiciones de operación de los equipos de la planta piloto

Montaje e instalación de los equipos

En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- ❑ Finalización de la construcción de equipos: 30 junio de 2000.
- ❑ Pruebas de equipos en Bogotá: 4 a 13 de julio de 2000.
- ❑ Llegada de los equipos al CIAT–Palmira: 17 de julio de 2000.
- ❑ El montaje se realizó del 17 al 30 de julio de 2000, por parte de Industrias Protón Ltda., en las instalaciones del Proyecto Agroempresas Rurales (Centro Internacional de Agricultura Tropical–CIAT).
- ❑ La puesta en marcha y primer ajuste de los equipos en vacío se realizó del 1 al 15 de agosto, con el fin de dejar los equipos a punto para iniciar los ensayos con yuca fresca.

Diagrama de flujo y descripción del proceso

La operación de la planta piloto se inició con un proceso basado en el diagrama de flujo de la Figura 6.3.1.

* Estudiantes de Ingeniería Agrícola. Universidad del Valle, convenio Universidad Nacional, sede Palmira. Trabajo de tesis realizado en CLAYUCA.

A continuación se registran, en forma cronológica (Cuadro 6.3.1), las actividades desarrolladas de julio de 2000 a marzo de 2001.

Cuadro 6.3.1. Registro de las actividades realizadas durante la evaluación de la planta piloto productora de harina integral de yuca para el consumo animal.

Fecha		Prueba	Actividades	Capacidad procesamiento (kg/h)	Yuca procesada (kg)	Observaciones
Mes	Día					
Junio 2000	30		Finalización de la construcción de equipos.			
Julio 2000	4 al 13		Pruebas de equipos en Bogotá.			
Julio 2000	17		Llegada equipos a CIAT.			
Julio 2000	17 al 30		Montaje e instalación.			
Agosto 2000	1 al 15		Puesta en marcha y ajuste de equipos en vacío.			
Agosto 2000	17	1	Pruebas individuales en los equipos.		400	Caidas frecuentes de la presión de vapor.
Agosto 2000	18	2			355	Evaluación de eliminación de CN con variedad CM340-30.
Agosto 2000	19	3			270	Evaluación de eliminación de CN con variedad MVEN-25.
Agosto 2000	23	4	Pruebas de ajuste.		400	
Agosto 2000	25	5			355	
Agosto 2000	28	6			270	

Fecha		Prueba	Actividades	Capacidad procesamiento (kg/h)	Yuca procesada (kg)	Observaciones	
Mes	Día						
Agosto 2000	30	7			700	Obstrucción en válvulas rotativas.	
Septiembre 2000	1	8			750		
Septiembre 2000	4	9			350		
Septiembre 2000	6	10		150	650		
Septiembre 2000	7	11		150	200		
Septiembre 2000	8	12		150	525		
Septiembre 2000	11	13		100	425	Se inicia la reparación del primer tramo de tubería de vapor.	
Septiembre 2000	19	14		190	575		
Septiembre 2000	21 y 22			Pruebas preliminares de tamizado para la obtención de almidón a partir de la harina de yuca de la planta.			Selección y reparación de equipos.
Septiembre 2000	26	15		Prueba de ajuste.	125	330	Se descarta definitivamente el lecho fluidizado.
Junio 2000	30		Finalización de la construcción de los equipos.				
Octubre 2000	2 al 26		Primera calibración de lámparas infrarrojas para la determinación de humedad en harina de yuca. Planificación y realización de obras para ensayos de recirculación de harina.				

Fecha		Prueba	Actividades	Capacidad procesamiento (kg/h)	Yuca procesada (kg)	Observaciones
Mes	Día					
Octubre 2000	2 al 26		Evaluación de los equipos de desintegración (tritador y rallador) para la obtención de almidón por vía seca y húmeda. Preparación de la práctica de secado para el Curso Internacional de CLAYUCA.			
Octubre 2000	30	16	Prueba de recirculación de harina.	150	300	Obstrucción en válvulas y tornillo alimentador.
Noviembre 2000	04	17		150	300	
Noviembre 2000	06	18		150	300	
Noviembre 2000	10	19		200	350	Práctica de secado para el Curso Internacional.
Noviembre 2000	14 al 17		Segunda calibración de balanzas infrarrojas para 5 niveles de humedad. Ensayo del procesamiento de follaje. Preparación de informes y mantenimiento de la planta.			
Noviembre 2000	20 al 26		Modificación en el diseño original de la planta.			

Fecha		Prueba	Actividades	Capacidad Procesamiento (kg/h)	Yuca procesada (kg)	Observaciones
Mes	Día					
Noviembre 2000	27 y 28	20	Pruebas de ajuste.			Obstrucción en la criba del rallador.
Noviembre 2000	29	21		150	450	
Noviembre 2000	30	22		150	425	
Diciembre 2000	01	23		190	475	
Diciembre 2000	04	24		210	400	Desgaste de las cuchillas del rallador y cambio de cara.
Diciembre 2000	06	25		285	850	
Diciembre 2000	07	26		200	1175	
Diciembre 2000	11 al 15		Reparación del último tramo de la tubería de vapor.			
Diciembre 2000	20	27	Pruebas de ajuste.	200	600	Máximo caudal de entrada de aire y alta velocidad de rotación en secadores.
Diciembre 2000	21	28		200	800	
Enero 2001	5 y 6		Revisión de seguridad industrial en la planta y planificación de reformas.			
Febrero 2001	7 al 12		Reubicación del ciclón 2 y cambio de cuchillas del desintegrador.			
Febrero 2001	13	29	Pruebas de ajuste.	200	525	Ruptura de cuchillas del desintegrador. Se suspendió la prueba.
Febrero 2001	14		Reparación del desintegrador.			Se colocaron de nuevo las cuchillas antiguas.

Fecha		Prueba	Actividades	Capacidad procesamiento (kg/h)	Yuca procesada (kg)	Observaciones
Mes	Día					
Febrero 2001	15	30	Prueba de ajuste.	200	700	Corto circuito en el motor del transportador de banda. Se suspendió la prueba.
Febrero 2001	16 al 20		Instalación de seis interruptores de emergencia para el apagado de la planta (seguridad) e instalación de las nuevas cuchillas en el desintegrador.			Se hizo nuevo cableado del circuito eléctrico de la banda transportadora.
Febrero 2001	22	31	Prueba de ajuste.	200	875	Se operó el desintegrador a 2.000 rpm, no funcionó bien. Se suspendió la prueba.
Febrero 2001	23	32		200	1100	
Febrero 2001	28	33	Prueba de ajuste.	200	900	
Marzo 2001	2 al 4		Se desmonta el desintegrador y el tornillo alimentador.			Se envía el desintegrador a Industrias Protón Ltda.
Marzo 2001	2 al 30		Rediseño del rotor del desintegrador.			Construcción de las nuevas cuchillas.

Nota: El total de yuca procesada durante este periodo fue de 16.520 kg; y la capacidad de procesamiento lograda 200 kg/h.

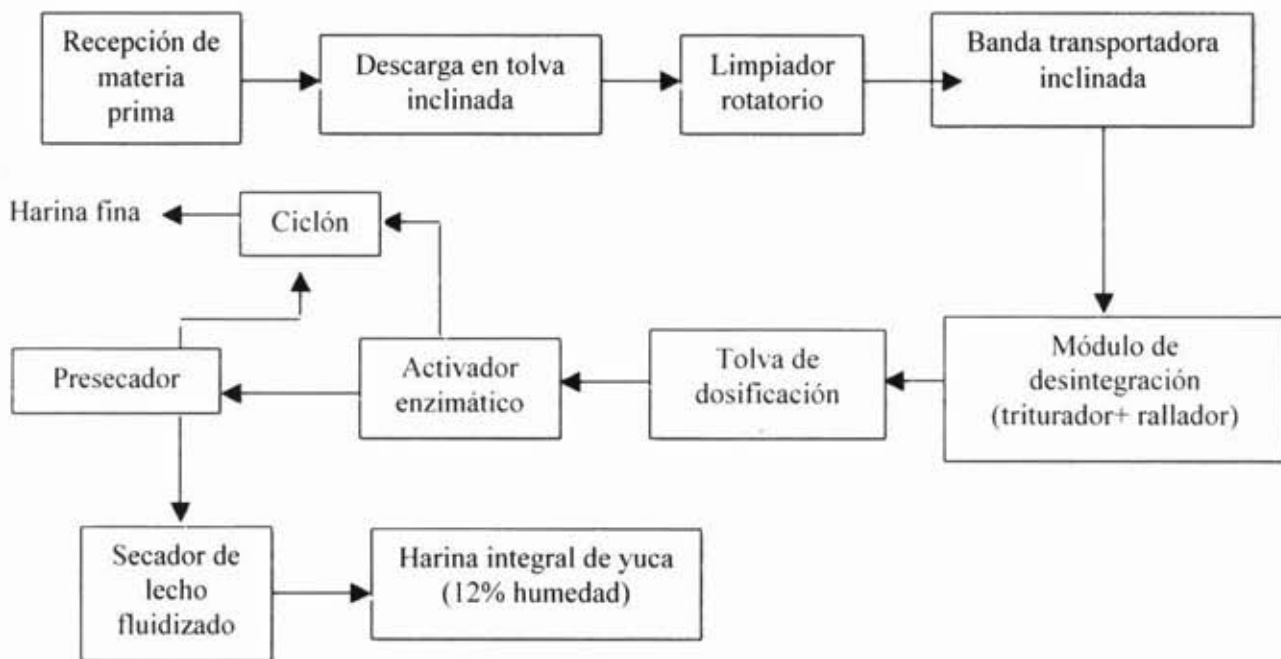


Figura 6.3.1. Diagrama de flujo de la planta piloto (diseño original).

A continuación se describe cada una de estas etapas:

Recepción

Las raíces de yuca, en sacos de 25 kg, se descargan en la boca de entrada de la bandeja inclinada de recepción. Las raíces, con ayuda de un operario, se deslizan sobre la superficie de esta bandeja, desprendiendo trozos de tierra y barro adheridos a las raíces. Este material puede ser recogido y utilizado como abono orgánico.

Limpieza

Las raíces entran luego en un tambor de barrotos, que gira a baja revolución y tiene un ángulo mínimo de inclinación. Las raíces rotan en conjunto con el tambor, liberando rápidamente la tierra y el barro adheridos a su superficie (Figura 6.3.2). El barro y la tierra se descargan por la zona inferior del tambor. Al final del período de giro del tambor, las raíces son recibidas en una banda transportadora que las eleva a la unidad de desintegración (Figura 6.3.3).



Figura 6.3.2. Limpieza de raíces.



Figura 6.3.3. Banda transportadora.

Desintegración de las raíces

Esta fase del proceso consta de dos etapas continuas. La primera es la reducción de tamaño de las raíces por medio de un triturador que las transforma en pequeñas partículas. La segunda fase se lleva a cabo mediante un rallador, que desintegra estas partículas para destruir toda la pared celular del parénquima, corteza y pulpa, generando una masa más homogénea (Figuras 6.3.4 y 6.3.5) que cae a una tolva localizada en la parte inferior de esta unidad. La tolva tiene en su fondo un tornillo sin fin que dosifica la cantidad de masa que debe entrar al activador enzimático.



Figura 6.3.4. Rallador.



Figura 6.3.5. Triturador.

Activación enzimática

Esta etapa se realiza con el fin de optimizar la eliminación del cianuro. La enzima Linamarasa actúa sobre la estructura del glucósido cianogénico en condiciones de atmósfera controlada, con el fin de lograr la máxima velocidad en la reacción y, finalmente, llegar a liberar el ácido cianhídrico, para bajar el grado de toxicidad de la harina integral.

Esta operación se realiza en el cilindro superior que tiene 0,60 m de diámetro y 3,5 m de longitud, en cuyo interior se encuentra un eje con aletas, encargado de remover el producto (Figura 6.3.6). El principio de operación de este reactor enzimático está basado en el contacto directo del producto con el aire a una temperatura determinada, calentado por un intercambiador de calor que se alimenta con vapor. Este aire caliente entra en contacto con la masa del producto que está en movimiento mecánicamente dentro del reactor. El ácido cianhídrico se volatiliza en las corrientes de aire y es retirado del sistema a través de un ciclón de separación que descarga a la atmósfera.

También se muestra (Figura 6.3.6) la ubicación que tuvieron los ventiladores en el diseño inicial de la planta. En ella no hay generación propia de vapor, ya que se utilizó la línea de vapor generada en la sección de calderas del CIAT.

Presecado

El equipo utilizado y su principio de operación es igual al descrito en la sección anterior (activación enzimática).

La operación se lleva a cabo en el cilindro inferior y en ella se continúa con la eliminación de agua y compuestos cianogénicos de la masa de yuca (Figura 6.3.6). En esta misma Figura se muestra la nueva posición de los ventiladores que suministran aire a estos dos cilindros.



Figuras 6.3.6. Vista general del activador enzimático y del presecador, se muestra la ubicación de los ventiladores que suministran el aire caliente.

Secado, aclimatación y empaçado

En esta última parte se pretendía que el producto, ya en forma de harina, terminara de secarse hasta alcanzar un contenido de humedad del 12% al 13% y un nivel aceptable de contenido de cianuro. Este proceso de secado se trató de realizar mediante un secador de lecho fluidizado que, en su última sección, efectuaba la aclimatación de la harina para llevarla a temperatura ambiente. El producto seco debía salir a través de una válvula rotativa, tipo esclusa, para luego ser empaçada.

Calentamiento del aire de secado

El aire caliente requerido en los procesos de secado se genera en los intercambiadores de calor de tubos aleteados que se alimentan por el vapor generado de la caldera del CIAT, localizada a unos 400 m de la planta piloto.

En el Cuadro 6.3.16 se encuentra registrado el consumo de combustible de la caldera del CIAT y el costo cargado al proyecto por concepto del gasto de ACPM.

Ciclones de separación

La planta presenta dos ciclones de separación:

- El ciclón número 1 tiene como función realizar la separación de las partículas que son arrastradas por los flujos de aire de salida del activador y del presecador. Estos flujos de aire salen a una temperatura promedio de 60°C. Los sólidos arrastrados se precipitan al disminuir la velocidad del aire a la entrada del ciclón y, por diferencia de densidades, el aire se evacúa por la parte superior del ciclón y los sólidos se recogen en un empaque de polipropileno en el extremo inferior cónico del ciclón donde se encuentra localizada una compuerta de guillotina.
- El ciclón número 2, localizado al final del transporte neumático, tiene como función realizar la separación del sólido transportado y descargarlo al secador. El sólido se evacúa a través de una válvula rotativa tipo esclusa que, a su vez, alimenta la harina al secador.

Se presenta (Figura 6.3.7) una vista general de la planta piloto mostrando la localización del lecho fluidizado (diseño inicial) y se muestra (Figura 6.3.8) el detalle del mismo secador.



Figura 6.3.7. Posición del lecho fluidizado en la planta piloto.



Figura 6.3.8. Secador de lecho Fluidizado.

6.3.2. Pruebas de ajuste y validación de la planta con el diseño inicial

Análisis de resultados

Durante esta etapa se realizaron 15 pruebas en el período comprendido del 17 de agosto al 26 de septiembre de 2000 (Cuadro 6.3.1), con el fin de ajustar los equipos y optimizar las condiciones de operación de la planta.

El lecho fluidizado, con el cual se pretendía bajar la humedad de la harina del 35% al 12%, no funcionó adecuadamente ya que las humedades obtenidas no fueron menores al 20%.

Con el propósito de mejorar la eficiencia energética, el equipo estaba provisto de un sistema de recirculación de aire caliente que permitía utilizarlo desde el extremo final del lecho hasta el punto de entrada de la harina al equipo, pero no estaba dotado de un sistema de separación neumática que recuperara las partículas finas arrastradas por el aire de secado. Esto ocasionaba la acumulación de gran material fino en los intercambiadores de calor y dificultaba la transferencia de calor al aire de secado.

Los datos obtenidos (Cuadro 6.3.2) se presentan en dos ensayos (pruebas 14 y 15) en los que la planta funcionó continuamente. Se observa en los resultados que no se alcanzaron los porcentajes adecuados de humedad final en la harina del ciclón y en la harina final.

Cuadro 6.3.2. Pruebas de producción de harina de yuca en la planta piloto (diseño inicial).

Condiciones de operación	Catumare–Negrita	Negrita
Presión (psi)	62	75
Capacidad (kg/h)	190	125
Velocidad alimentación (Hz)	12,5	8
Velocidad activador (Hz)	38	38
Velocidad presecador (Hz)	60	60
Temp. entrada activador (°C)	110	103
Temp. entrada presecador (°C)	95	93
Temp. salida activador (°C)	75	50
Temp. salida presecador (°C)	55	55
Balance de masa (kg)		
Harina final	105	77
Harina ciclón	45	22
Limpieza (tierra y cascarilla)	14,5	7
Otros		15
Contenido de humedad (% b.h.)		
Yuca fresca	67	59
Masa activador enzimático		
Harina presecador	34	32
Harina ciclón	31,8	28,7
Harina final	33,9	24

Prueba:	14	15
Fecha proceso:	19–sep–00	26–sep–00
Variiedad	Catumare–Negrita	Negrita
Cantidad procesada (kg)	574	323

Nota: Los valores presentados se obtuvieron a partir de promedios tomados cada 30 minutos.

Eficiencia del sistema para eliminar cianuro

Con el fin de verificar la eficacia del proceso para reducir el cianuro inicial de las raíces, se hizo un seguimiento al contenido de CN del producto en las pruebas del 18 y 19 de agosto de 2001, desde la misma desintegración hasta la salida del ciclón que descargaba al secador de lecho fluidizado.

Los Cuadros 6.3.3 y 6.3.4 junto con sus respectivas figuras 6.3.9 y 6.3.10 muestran el descenso del contenido de CN total y CN libre a través de las etapas del proceso.

Cuadro 6.3.3. Determinación de CN total y CN libre en la prueba con la variedad CM-340.

Muestra	CN total (ppm)	CN libre (ppm)
Yuca fresca	482	64
Masa rallada	392	320
Activador	130	112
Presecador	76	66
Producto final	62	57

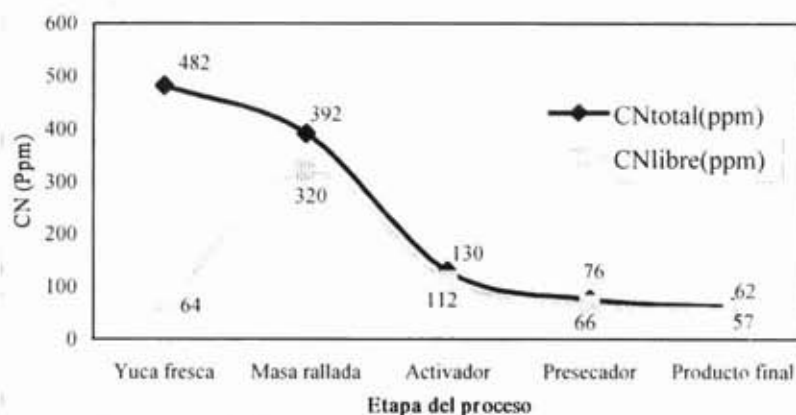


Figura 6.3.9. Variación del contenido de HCN por etapa del proceso para la variedad C340-30.

Cuadro 6.3.4. Determinación de CN total y CN libre en la prueba con la variedad MVEN-25.

Muestra	CN total (ppm)	CN libre (ppm)
Yuca fresca	810	214
Masa rallada	756	699
Activador	218	68
Presecador	69	59
Producto final	60	48

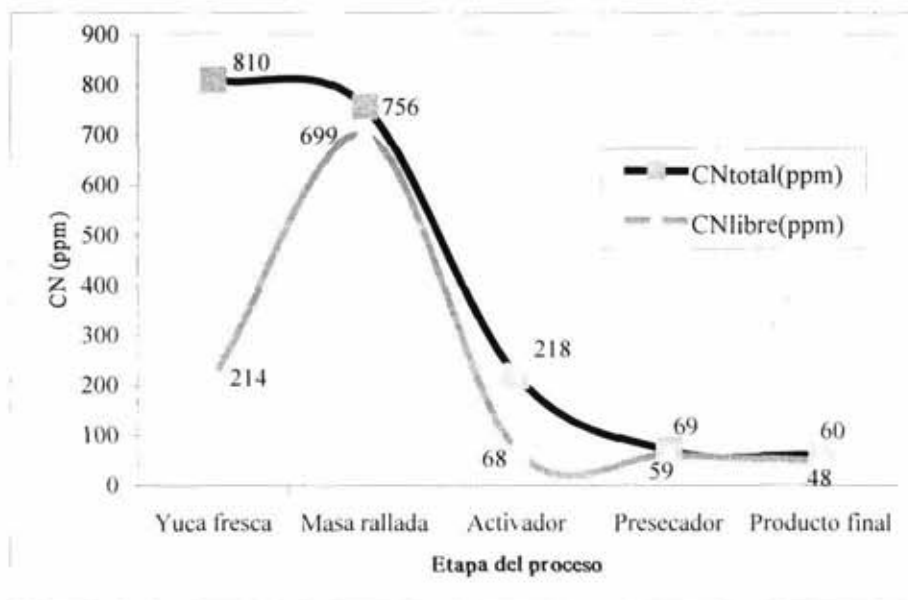


Figura 6.3.10. Variación del contenido de HCN por etapa del proceso para la variedad MVEN-25.

En la prueba 2, donde se procesó la variedad CM340-30, los contenidos iniciales de CN total y libre en las raíces frescas fueron 482 ppm y 64 ppm, respectivamente. En la etapa de rallado el CN total bajó a 392 ppm y el CN libre, que forma parte del CN total, alcanzaba valores de 320 ppm (Figura 6.3.9). Esto significa que la trituration y la desintegración estaban destruyendo eficazmente las paredes celulares, propiciando las condiciones necesarias para que la enzima Linamarasa entrara en contacto con los glucósidos cianogénicos para desdoblarlos y producir el ácido cianhídrico, compuesto volátil que al final abandona la masa de yuca. Este proceso de eliminación continúa en las siguientes etapas hasta llegar a valores inferiores a 70 ppm de CN total. En el Anexo 2 se muestra los resultados del análisis realizado en el laboratorio de Agroempresas Rurales.

En la prueba 3, en la que se empleó la variedad MVEN-25, se presentó el mismo fenómeno. El CN total inicial fue 810 ppm y el CN libre alcanzó un valor de 214 ppm. En la etapa de rallado el CN libre alcanzó los 699 ppm; al final los contenidos estuvieron por debajo de los 70 ppm (Figura 6.3.10).

Inconvenientes observados en la operación de los equipos

Durante el desarrollo de estas pruebas se realizaron las siguientes observaciones:

Limpieza

En las temporadas de lluvias, esta operación puede llegar a ser ineficiente debido a que las raíces llevan adheridas gran cantidad de barro, lo que podría afectar la calidad del

producto final. Se debe considerar la posibilidad de contar con una planta de tratamiento de lodos para la estimación final de los costos de inversión y de operación.

Triturado

En esta operación no se presentaron mayores inconvenientes, salvo contadas ocasiones en las que la tolva de alimentación del equipo se atascó por la presencia de raíces muy largas. Cuando esto ocurrió los problemas se solucionaron de forma rápida y satisfactoria. La banda transportadora debe contar con un dispositivo en el tramo final para corregir la posición de entrada de raíces muy largas a la boca de entrada al triturador.

Rallado

Este período fue el más crítico e ineficiente del proceso en la fase de pruebas, debido a los continuos atascamientos presentados en este punto, que se debieron, generalmente, a que la masa de yuca se secaba y gelatinizaba en la parte externa de la criba a causa del paso de aire caliente proveniente del activador enzimático. Este problema de atascamiento se ha solucionado satisfactoriamente, llenando primero la tolva del tornillo alimentador y luego manteniendo una carga constante de masa rallada hacia el activador para evitar el paso del aire caliente.

Secado

En muchas ocasiones se presentaron obstrucciones en las válvulas y conductos que intercomunican estos secadores, que obligaban a la suspensión total de los ensayos. El diseño ineficiente de estas partes, unido a una disminución en la presión de vapor, hace que las válvulas se obstruyan con la masa de yuca que llega allí con una humedad más alta que la esperada con el diseño original. Cuando se presentaron estos inconvenientes, las válvulas dosificadoras se desmontaron para retirar la masa que se encontraba dentro de ellas. Esta labor demandaba más de 30 minutos.

Desde un principio se decidió utilizar el vapor proveniente de las calderas del CIAT para calentar el aire de secado. La tubería que conducía el vapor en ese momento hasta la planta se encontraba en mal estado, ya que había sido instalada 20 años atrás. Por lo tanto, los tramos rotos ocasionaron muchas fugas y bajas en la presión del vapor que dificultaron, en varias ocasiones, el desarrollo normal de las pruebas de ajuste. El servicio de vapor también es compartido con algunas secciones del CIAT lo que también reforzó el deficiente suministro y la baja presión de vapor.

Los inconvenientes se han corregido con el cambio de algunas partes de la tubería y la puesta en marcha de la otra caldera que se dispone para emergencias, con el fin de garantizar la presión de 70 psi. Obviamente, esto ha traído un sobrecosto en el consumo de ACPM por la operación paralela de las dos calderas.

Lecho fluidizado

La inclusión de este tipo de equipo en el diseño original de la planta no fue una buena opción, debido a que no cumplió su función, ya que en lugar de fluidizar y secar el producto proveniente del transporte neumático, lo dispersaba hacia las paredes sin que hubiera extracción de humedad. Además, la acumulación de partículas finas en los intercambiadores de los ventiladores por falta de un ciclón que se encargara de la separación de éstas, tornó muy ineficiente el proceso de transferencia de calor y mantenimiento.

6.3.3. Pruebas de recirculación del producto utilizando el activador enzimático y el presecador

De acuerdo con el comportamiento que tuvo la planta hasta ese momento, se tomó la decisión de prescindir del secador de lecho fluidizado y realizar algunos ensayos con un proceso de recirculación, que consistía en pasar dos veces el producto o la harina húmeda por los secadores cilíndricos y el transportador neumático hasta conseguir un 12% de humedad final.

Para tal fin se contemplaron algunas modificaciones. Se conectó un tornillo sin fin directamente al tornillo alimentador por debajo de la plataforma del desintegrador y se separó el ciclón pequeño del lecho fluidizado para recibir el producto semiseco a la salida del transporte neumático, con el fin de recircularlo nuevamente por los mismos secadores cilíndricos.

Resultados

Se probaron cargas de 150 y 200 kg/h, con las que se logró obtener harinas con humedades finales del 5% y 9%, respectivamente, en las condiciones de operación de la planta. Por medio de la recirculación no se logró llegar a la capacidad de 250 kg/h. A continuación se presentan (Cuadros 6.3.5 y 6.3.6) los resultados de dos pruebas basadas en recirculación.

Cuadro 6.3.5. Resultados de la prueba 18 de recirculación de producto

Tiempo (min.)		Promedio
Equipo		
Activador enzimático	Entrada	110,71
	Salida	67,86
Presecador	Entrada	99,29
	Salida	53,86
Transporte neumático		75,71
Activador enzimático	Entrada	90,00
	Salida	48,33
Presecador Segundo pase	Entrada	88,33
	Salida	88,33
Transporte neumático		76,67
Presión de vapor (psi)		67,71
Presión de vapor del recirculado (psi)		50,67
Balance de masa (kg)		
Raíces de yuca fresca		300,0
Limpieza		15,0
Ciclón		44,3
Harina final		36,4
Otros		

Fecha: Noviembre 06 de 2000

Carga: 150 k/h

Prueba: 18

Velocidad de Operación (Hz)	
Tornillo alimentador	10,0
Activador enzimático	38,0
Presecador	60,0
Activador segundo pase	38,0
Presecador segundo pase	60,0
Curva de humedad del producto	
Humedad (%)	
Raíces de yuca fresca	59,48
Activador enzimático	52,13
Presecador	38,63
T. neumático	28,38
Activador segundo pase	19,80
Presecador segundo pase	5,14
Harina ciclón	4,56
Harina final	5,42

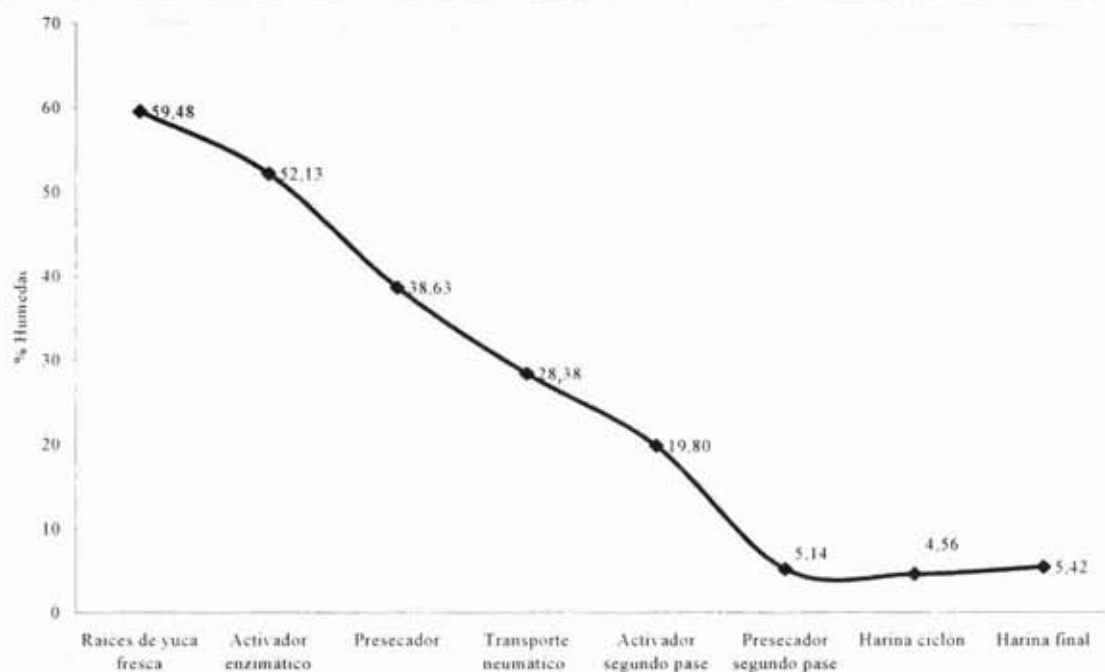


Figura 6.3.11. Curva de humedad del producto a través de las etapas del proceso. Prueba: 18.

Cuadro 6.3.6. Resultados de la prueba 19 de recirculación del producto.

Tiempo (min.)		Promedio
<i>Equipo</i>		
Activador enzimático	Entrada	109
	Salida	66,9
Presecador	Entrada	93,3
	Salida	56,9
Transporte neumático		51,9
Activador enzimático Segundo pase (1)	Entrada	108
	Salida	53,4
Presecador segundo pase (1)	Entrada	99
	Salida	45
Transporte neumático (1)		77
Presión de vapor (psi)		68
Presión de vapor recirculado (psi)		63,4

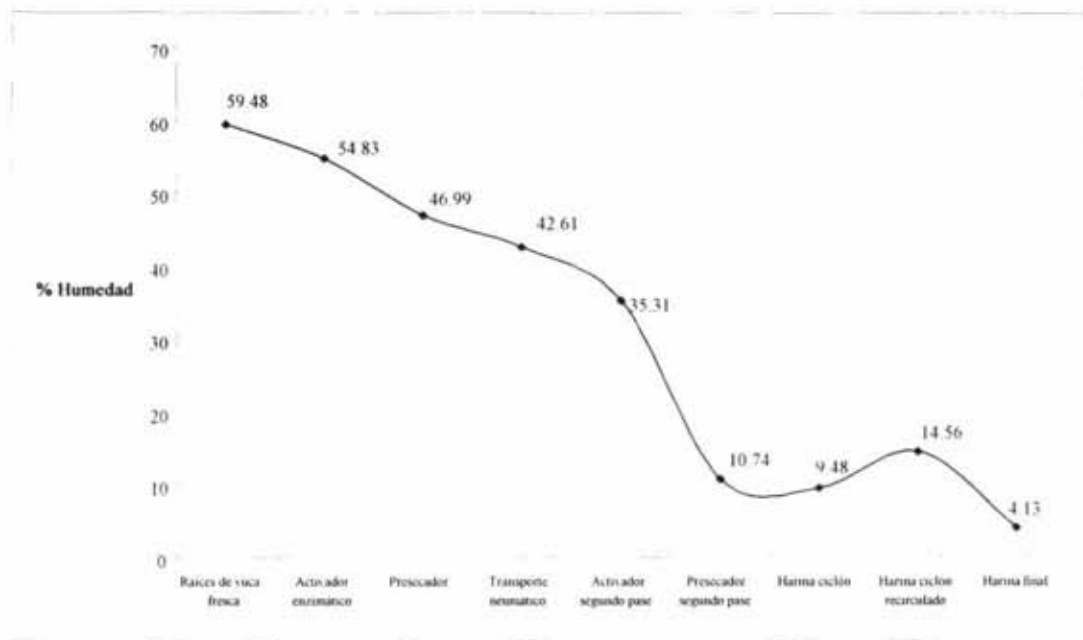
(1) Estos valores corresponden a tiempos entre 240 a 390 minutos.

Balance de masa (kg)	
Raíces de yuca fresca	337,5
Limpieza	10,0
Harina ciclón	15,0
Harina final	78,0
Harina ciclón pase 2	48,0

Curva de humedad del producto

Velocidad de Operación (Hz)	
Tornillo alimentador	13,0
Activador enzimático	43,0
Presecador	61,0
Activador segundo pase	43,0
Presecador segundo pase	61,0

Humedad (%)	
Raíces de yuca fresca	59,48
Activador enzimático	54,83
Presecador	46,99
T. neumático	42,61
Activador segundo pase	35,31
Presecador segundo pase	10,74
Harina ciclón	9,48
Harina ciclón recirculado	14,56
Harina final	4,13



Fecha: Noviembre 10 de 2000
 Carga: 200k/h
 Prueba: 19

Figura 6.3.13. Curva de humedad del producto a través de las etapas del proceso.

6.3.4. Montaje e instalación de un secador cilíndrico y un atemperador de la harina (diseño modificado)

Con base en los resultados de las pruebas de recirculación se confirmó que era posible obtener harina seca utilizando un secador cilíndrico adicional, modificando el diseño original con la eliminación del lecho fluidizado.

De acuerdo con lo anterior, CLAYUCA, con recursos propios, aprobó la construcción de dos cilindros adicionales y un ciclón para la separación de finos en reemplazo del secador de lecho fluidizado. El primer cilindro se encargaría de continuar el secado del producto proveniente del presecador, y el segundo enfriaría la harina hasta la temperatura ambiente. El ciclón se encargaría de realizar la separación de sólidos de los flujos de salida del aire del secador, del enfriador y del atemperador.

Entre los días 21 al 26 de noviembre de 2000, Industrias Protón Ltda. se encargó del montaje e instalación de los nuevos componentes de la planta (Figura 6.3.13). Seguidamente, se puede apreciar (Figura 6.3.14) una vista general de la planta y (Figura 6.3.15) y el diagrama de flujo del nuevo proceso de la planta (diseño modificado).



Figura 6.3.13. Secador y atemperador.

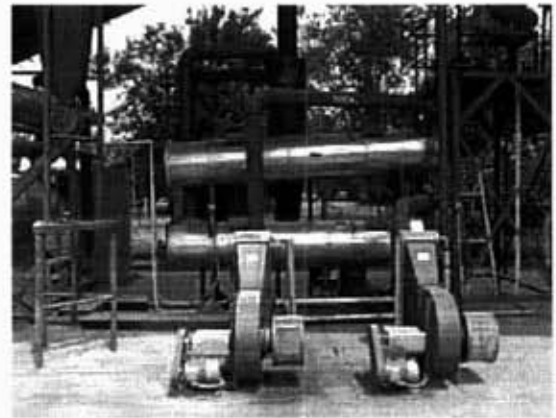


Figura 6.3.14. Vista general planta modificada.

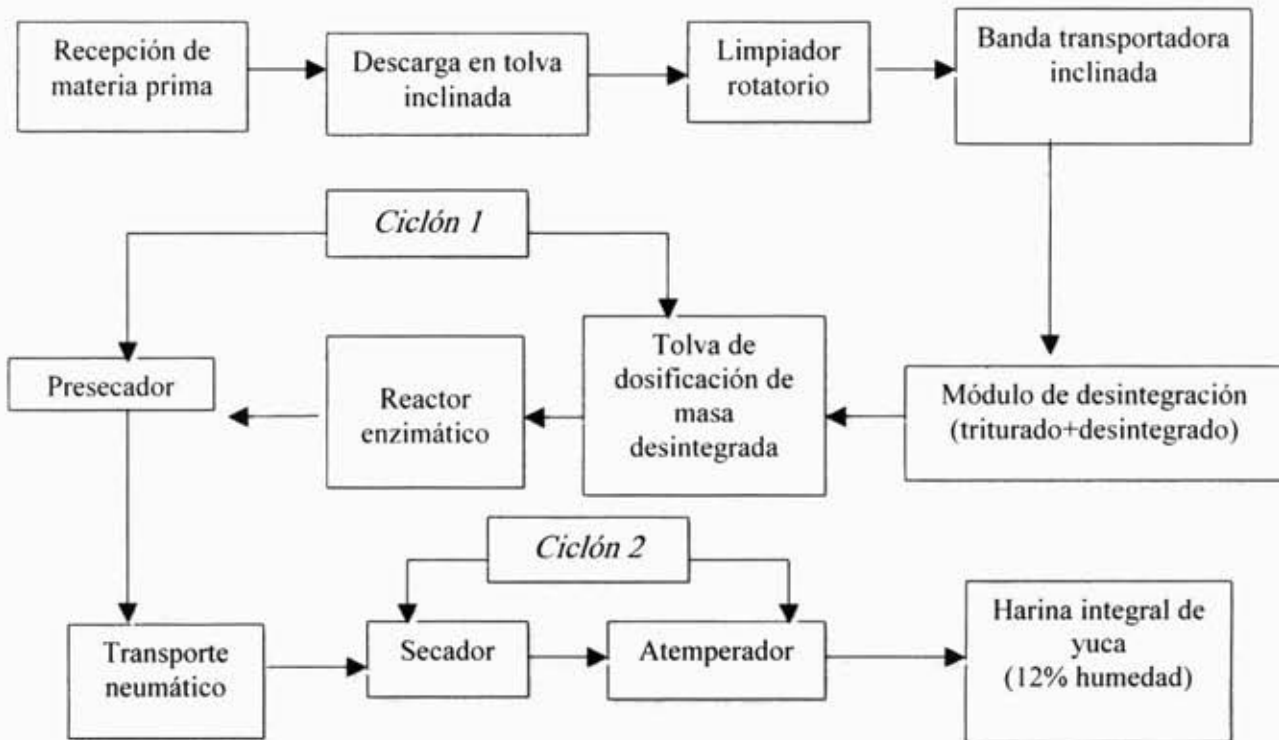


Figura 6.3.15. Nuevo diagrama de flujo de la planta piloto (diseño modificado).

El nuevo secador cilíndrico tendría la función de llevar el producto hasta un contenido de humedad final del 12%, y el cilindro atemperador aclimataría la harina hasta la temperatura ambiente. El aire que contiene el agua evaporada del producto tiene salida a

través del nuevo ciclón (ciclón 2), donde se depositan las partículas de harina que alcanzan a escapar del secador y del mismo aclimatador.

6.3.5. Pruebas de ajuste y validación de la planta (diseño modificado)

Desde el 27 de noviembre hasta el 21 de diciembre de 2000 se realizaron varias pruebas con capacidades entre 150 y 200 kg/h (Pruebas 20 al 28).

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos en esta fase muestran que la mayor cantidad de producto seco se obtuvo por el ciclón 2 que recoge el material fino del secador y del atemperador. Alguna porción importante salió por el primer ciclón. Para disminuir esta cantidad de material fino se manejaron diferentes condiciones de operación, tratando de controlar el contenido de humedad y la calidad del producto final por medio del flujo del aire caliente y la velocidad de rotación de los cilindros de secado.

En los Cuadros 6.3.7 y 6.3.8 se presentan los resultados obtenidos en las pruebas 27 y 28 realizadas con caudales máximos y con combinación de velocidades de rotación mínima y máxima respectivamente.

Igualmente, se muestra (Figuras 6.3.16 y 6.3.17) el comportamiento en el contenido de humedad del producto a través de las etapas del proceso para estas pruebas. A pesar del manejo de las condiciones de operación, la cantidad de material fino que salió por los ciclones fue muy semejante a las pruebas anteriores.

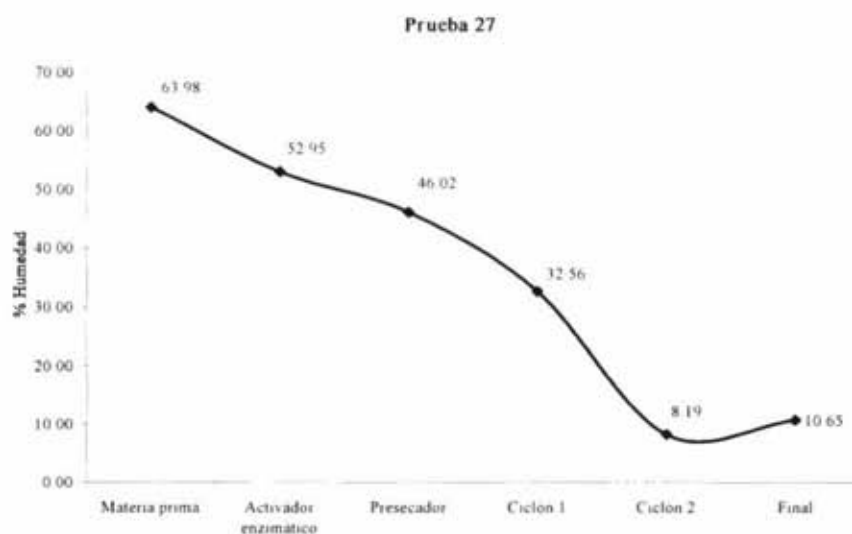


Figura 6.3.16. Curva de humedad del producto a través de las etapas del proceso.

Observaciones a los equipos

Basándose en los resultados obtenidos en las nuevas pruebas de ajuste, a continuación se discuten algunos aspectos importantes con relación al funcionamiento de los equipos.

Triturado y rallado

En esta etapa de la planta piloto con diseño modificado, se presentó otro inconveniente relacionado con el desgaste de los extremos de algunas cuchillas del desintegrador. La operación con las cuchillas desgastadas producía un porcentaje de material que no era rallado y que tapaba las perforaciones de la criba, evitando el paso del resto de la masa rallada. Todo este material se calienta con el giro del desintegrador y se gelatiniza con las altas temperaturas generadas por la fricción. Las cuchillas se desmontaron y se acoplaron de nuevo, pero por el lado opuesto de la sierra. Esto mejoró notablemente el funcionamiento del desintegrador y la finura del material.

Secadores

Aunque los operarios de la caldera del CIAT han procurado brindar un servicio adecuado de vapor para la planta, aún se presentan problemas de caídas en la presión del sistema, porque el vapor también es utilizado por otros proyectos del CIAT.

Por otro lado, se han seguido presentando atascamientos en el ducto que conecta el activador y el presecador a pesar de que, en esas ocasiones, no hubo caídas de presión de vapor. La sección de este conducto debe ampliarse para no frenar el flujo del producto, aún cuando la humedad sea alta.

El ciclón 2 tiene la función de recoger las partículas finas que extrae el flujo de aire caliente del secador y el atemperador. En las pruebas de diciembre de 2000 que se realizaron con altas r.p.m. y máximos caudales se incrementó, no sólo la salida del material fino, sino también de la harina gruesa, efecto que se producía continuamente durante las pruebas anteriores.

Cuadro 6.3.7. Prueba de ajuste de la planta con cilindros adicionales aplicando máximos caudales y mínima velocidad de rotación a una carga de 200 kg/h (ensayo No.27).

Temperatura C		
Equipo		*Promedio
Activador enzimático	Entrada	111,67
	Salida	66,67
Presecador	Entrada	88,22
	Salida	55,00
Transporte neumático		83,89
Secador	Entrada	116,67
	Salida	95,00
Atemperador	Entrada	26,44
	Salida	33,89
Presión de vapor		72,22
Humedad relativa de aire (%)		63,00
Bulbo seco (Tbs)		26,44
Bulbo húmedo (Tbh)		21,22

*Promedio de datos tomados cada 30 minutos

Velocidad de operación (Hz)	
Tornillo alimentador	13,5
Activador enzimático	28,0
Presecador	39,0
Secador	53,0
Atemperador	60,0

Temperatura del producto (°C)	Promedio
Activador enzimático	35,3
Presecador	33,87
Ciclón 1	34,25
Ciclón 2	38,5

Ventilador	Q(m3/s)
Activador	0,630
Presecador	0,728
Transporte neumático	0,283
Secador	0,639
Atemperador	0,486

Curva de humedad del producto	
	Humedad (%)
Materia prima	63,97
Activador enzimático	52,95
Presecador	46,02
Ciclón 1	32,56
Ciclón 2	8,19
Final	10,65

Balance de materia (kg)	
Materia prima	600,0
Limpieza	25,0
Producto final	8,5
Ciclón 1	91,0
Ciclón 2	137,2
Otros	5
Rallo/triturador	9,0

Fecha: Diciembre 20 de 2000

Carga: 200 kg/h

Prueba: 27

Cuadro 6.3.8. Prueba de ajuste de la planta con cilindros adicionales aplicando máximos caudales y máxima velocidad de rotación a una carga de 200 kg/h.

Temperatura C		
Equipo		*Promedio
Activador enzimático	Entrada	115,83
	Salida	62,50
Presecador	Entrada	91,33
	Salida	55,33
Transporte neumático 1		83,83
Secador	Entrada	115,83
	Salida	85,83
Atemperador	Entrada	26,25
	Salida	35,00
Presión de vapor (psi)		75,33
Humedad relativa del aire (%)		67,83
Bulbo seco (Tbs)		26,25
Bulbo húmedo (Tbh)		21,25

Temperatura del producto (°C)	Promedio
Activador enzimático	37
Secador 2	35,25
Ciclón 1	35,25
Ciclón 2	39

Fecha: Diciembre 21 de 2000
 Carga: 200 kg/h
 Prueba: 28

Curva de humedad del producto	
	Humedad (%)
Materia prima	75,01
Activador enzimático	73,22
Presecador	61,05
Ciclón 1	42,92
Ciclón 2	12,69
Final	

Balance de materia (kg)	
Materia prima	800
Limpieza	22
<i>Producto final</i>	
Ciclón 1	87
Ciclón 2	247
Otros	15
Rallo/triturador	12

Ventilador	Q (m ³ /s)
Activador	0,579
Presecador	0,838
Transporte neumático	0,443
Secador	0,385
Atemperador	0,564

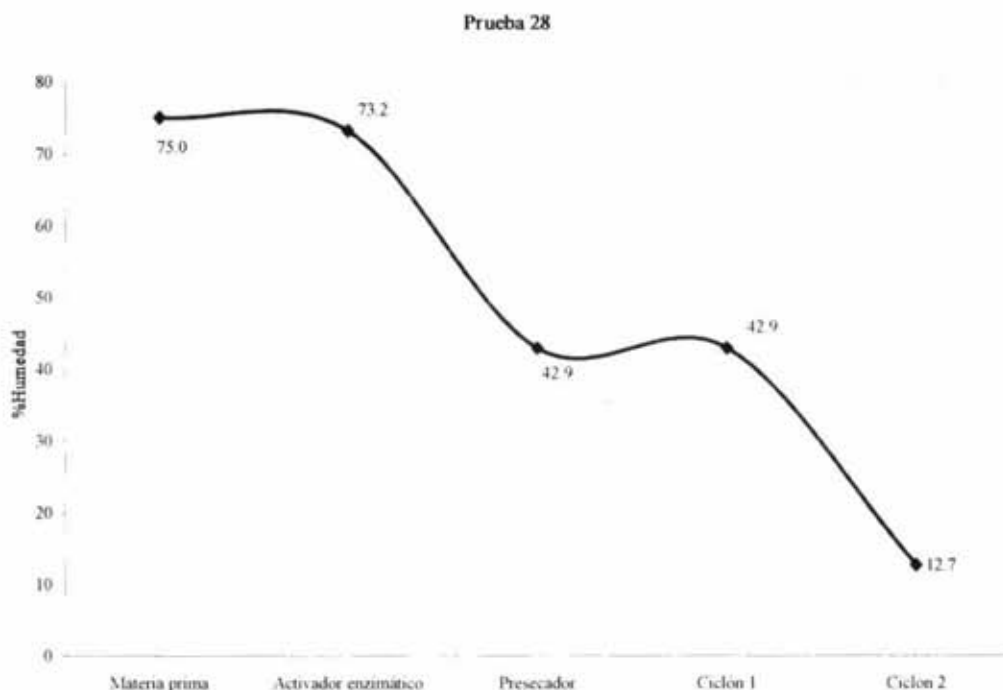


Figura 6.3.17. Curva de humedad del producto a través del proceso.

Reconexión del ciclón 2 al atemperador y adaptación de nuevas cuchillas al desintegrador

De acuerdo con los resultados de las pruebas de ajuste anteriores, se decidió modificar la posición del ciclón 2 y conectar su descarga al extremo inicial del atemperador, en el mismo punto donde se descarga el producto que proviene del secador.

También se construyeron nuevas cuchillas para el desintegrador en acero al carbono, lo que les dio mucha dureza y resistencia al desgaste. Las cuchillas se afilaron por medio de un mecanismo que incluía el corte con un dispositivo láser. El diseño incrementó notablemente el área de corte. El cambio de las cuchillas se llevó a cabo con el fin de obtener un producto más fino y uniforme en el tamaño de sus partículas para mejorar la eficiencia del secado.

Pruebas de ajuste para evaluación del ciclón 2 y del desintegrador con cuchillas nuevas (segunda modificación del diseño inicial)

Una vez que fueron establecidas las condiciones de operación para cada equipo, se realizaron cinco pruebas de ajuste (29 a 34) entre el 12 de febrero y el 2 de marzo de 2001.

Funcionamiento de los equipos

Las cuchillas se rompieron en la prueba 29. Al parecer, el material no fue sometido a un tratamiento térmico como revenido (tratamiento para aliviar carga de tensiones) lo que lo hizo frágil frente al esfuerzo de corte lateral (torsión) por impacto con el producto triturado. En la prueba 30, con las cuchillas anteriores, hubo una falla en el sistema eléctrico de la banda transportadora.

Con las nuevas cuchillas se realizaron las pruebas 31 y 32, pero en la prueba 33 volvieron a fallar por la misma razón anterior.

A pesar de que algunas pruebas no terminaron en la mejor forma, se comprobó que el cambio de posición del ciclón 2 estuvo acertado, ya que el flujo del material seco se regularizó y uniformizó a través de la salida por la válvula de descarga del atemperador.

Con las nuevas cuchillas del desintegrador, el equipo estaría listo para realizar las últimas pruebas con las que se ajustarían finalmente los balances de masa y energía para calcular después los costos de operación.

Análisis de los resultados

Se observa (Cuadro 6.3.9) que manteniendo condiciones de operación a presiones de vapor óptimas como las presentadas en la prueba del 22 de febrero, podemos obtener un producto con las características deseadas.

Cuadro 6.3.9. Prueba de ajuste de la planta con reconexión del ciclón 2 al atemperador y desintegrador con nuevas cuchillas.

Equipo		Promedio	Velocidad de Operación (Hz)	
Activador enzimático	Entrada	111	Tornillo alimentador	13.8
	Salida	62	Activador enzimático	28.0
Presecador	Entrada	91.3	Presecador	39.0
	Salida	54.5	Secador	44.0
Transporte neumático		81	Atemperador	60.0
Secador	Entrada	118.5	Balance de materia (kg)	
	Salida	86	Materia prima	875
Atemperador	Entrada	25.39	Limpieza	15.0
	Salida	30.2	Producto final	332.5
Presión de vapor (psi)		71.4	Ciclón 1	37.0
Humedad relativa del aire (%)		70.4		
Temperatura de bulbo seco		25.39		
Temperatura bulbo húmedo		21.51		

Fecha de proceso: 22 de febrero de 2001 Carga: 200 kg/h

Prueba: 32

Se observan (Figura 6.3.18) las curvas de secado del producto, que muestran los cambios en el contenido de la humedad en función del tiempo a medida que circula por cada uno de los equipos de secado. Estas curvas se determinaron tomando muestras del producto de acuerdo con el tiempo de residencia en cada uno de los secadores.

También se logró observar que, para contenidos de humedad de yuca fresca entre el 65% y el 70%, el secado no es muy eficiente al utilizar estas mismas condiciones de operación; por lo tanto, creemos que se requerirá incrementar los tiempos de residencia en cada uno de los secadores, mediante la disminución en las RPM de las paletas de cada secador.

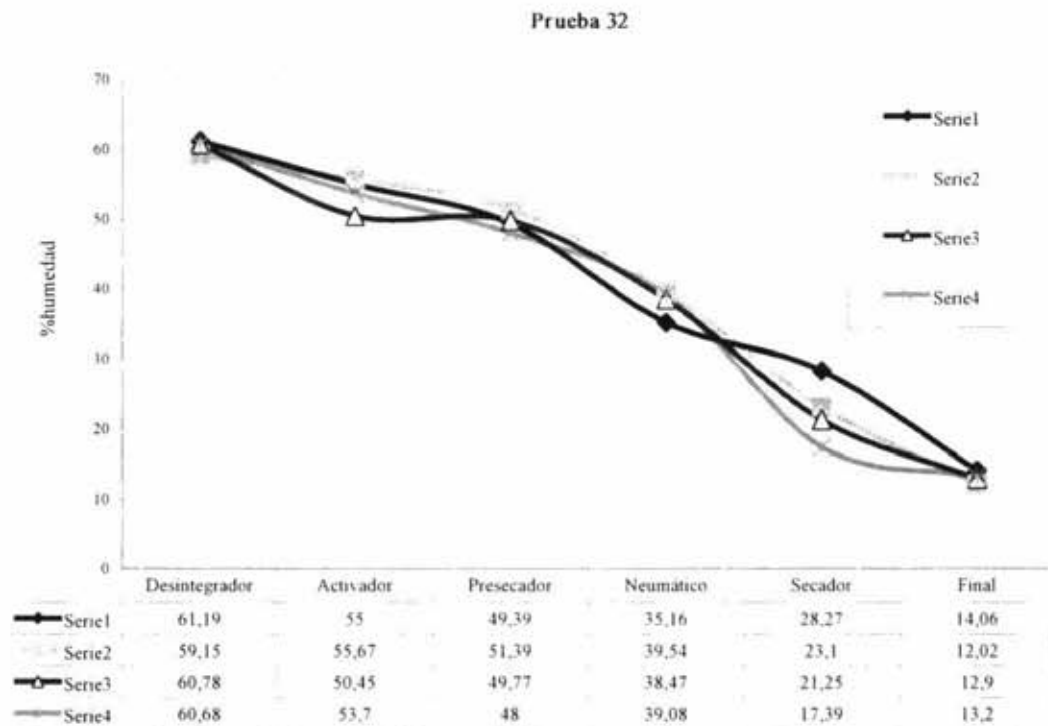


Figura 6.2.18. Curvas de secado para el proceso del 22 de febrero.

Rediseño del rotor del desintegrador

En vista de las continuas roturas de las cuchillas por la pérdida de agua en los separadores de madera durante largas horas de operación, Industrias Protón Ltda. decidió modificar totalmente el diseño del desintegrador.

Este nuevo diseño se basó en definir un rotor, 100% en acero (Figura 6.3.19). Cada disco se cortó con láser. Posteriormente, a estos discos se les realizó un entramamiento de los dientes de corte y, finalmente, fueron templados y revenidos. Como la masa del rotor aumentó, se vio la necesidad de trabajar con un eje soporte de mayor diámetro, al igual

que un motor eléctrico de mayor capacidad. Esto conllevó a una modificación en la estructura de la caja del desintegrador y su base, respectivamente. Todas estas modificaciones fueron realizadas por Industrias Protón Ltda. sin costo alguno para CLAYUCA.

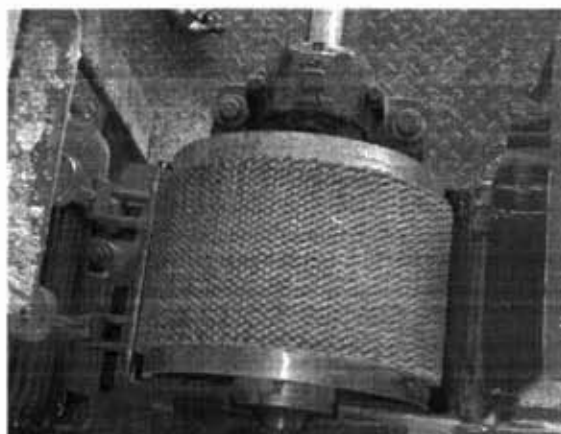


Figura 6.3.19. Diseño del rallador.

En el período del 30 de mayo al 15 de junio de 2001 se realizaron los ensayos finales en la planta piloto con el nuevo desintegrador.

6.3.6. Actividades anexas

Evaluación del triturador y el desintegrador como componentes de una tecnología de obtención de almidón por vía seca

Con el fin de evaluar la capacidad de la unidad de desintegración (triturador y desintegrador) de la planta para liberar el gránulo de almidón del parénquima de las raíces frescas, se realizó un ensayo preliminar en el que se probó cada máquina por separado y la combinación de las dos, tal como se opera en la planta, procesando 50 kg por equipo. El almidón producido se cuantificó tomando muestras de 1 kg de producto, al que se le agregaron 8 lt de H₂O, para el caso de la extracción por vía húmeda. Para la extracción por vía seca, el resto del material se secó en forma natural y se sometió, posteriormente, a molienda y tamizado (tamiz de 106 μ). A continuación (Cuadros 6.3.10 y 6.3.11) se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Cuadro 6.3.10. Resultados de la obtención de almidón por vía húmeda.

Prueba	Peso	Peso seco del almidón extraído (g)		
	Muestra (g)	Rallado	Triturado	Combinado
1	1000	274,5		
2	1000	273,1		
3	1000		76,3	
4	1000			266,7
5	1000			265,3

Cuadro 6.3.11. Resultados de la obtención de almidón por vía seca.

Prueba	Peso muestra (g)	Peso seco del almidón extraído (g) (tamiz 106 μ)
Triturado	1000g	476,08
Rallado	1000g	601,33
Combinado	1000g	562,51

En esta primera evaluación, el rallador tuvo un buen desempeño, pues se logró una recuperación mayor del 27% en almidón seco, al 12% de humedad, mientras que en una rallandería normal sólo se alcanza un 22% como cifra promedio. En la combinación del triturador más el rallador se alcanzó también una extracción mayor del 26%, que es también un buen resultado.

Por la vía seca se alcanzaron extracciones mayores al 60%, por debajo de una apertura de 106 μ . Se supone que de esta cantidad de producto obtenido, aproximadamente 80% corresponde a almidón, igualando las cantidades de almidón obtenidas por vía húmeda. El resto del material corresponde a fracciones de fibra y cáscara que logra pasar el tamiz, ya que fueron finamente molidos. Estos trabajos preliminares servirán como base para los proyectos futuros en la planta piloto.

Calibración de un método rápido para la determinación de la humedad en harina de yuca

Con el fin de medir regularmente la humedad en el proceso, se realizó la calibración de dos equipos para la determinación de la humedad: un horno con ventilación forzada a 70°C y una lámpara infrarroja.

Esta metodología ya había sido desarrollada anteriormente en el CIAT para determinar los valores de humedad en trozos de yuca y fue retomada para esta investigación. Los dos equipos se calibraron con base en el mismo liofilizador del laboratorio del Proyecto de Mejoramiento de Yuca que funcionó a -10°C y vacío absoluto.

Estas determinaciones se realizaron sobre muestras con niveles de humedad en un rango entre 45% y 8%. Para el horno de convección forzada y la lámpara infrarroja se aplicaron las mismas condiciones de operación que habían sido establecidas con anterioridad (lectura a las 10 horas para el horno y 15–20 minutos para la lámpara, con una intensidad de corriente de 1,5 amperios).

En los Cuadros 6.3.12 y 6.3.13 se registran los valores de humedad de las muestras para las dos calibraciones realizadas.

En los Cuadros 6.3.14 y 6.3.15 se muestran los resultados de los análisis de regresión lineal para la primera y segunda calibración respectivamente.

El valor de humedad en las pruebas se ha controlando rápidamente con la lámpara infrarroja y sus valores se corroboran, finalmente, con muestras en el horno de convección.

Evaluación de la seguridad industrial de la planta piloto

Con el fin de mejorar la seguridad en la planta piloto se realizaron varias reuniones con funcionarios de la oficina de Salud Ocupacional del CIAT para formular las medidas que deberían tenerse en cuenta, y proponer la construcción e instalación de algunos elementos adicionales a los equipos.

Cuadro 6.3.12. Valores de humedad de las muestras de harina para la primera calibración del horno de convección forzada a 70 °C y una lámpara infrarroja a 1,5 amperios, realizada en la segunda semana de octubre de 2000.

Nivel de humedad	Lámpara infrarroja	Liofilizador	Horno 70°C
1	48,00	46,03	47,10
	45,50	46,57	47,22
	48,50	45,90	47,17
	47,00	45,71	47,18
	48,50	45,98	47,05
	44,00	46,44	47,13
	47,00	46,34	47,22
	45,50	46,46	47,11
	46,00	45,74	47,00
	46,00	45,89	46,88
	46,50	45,54	46,86
2	41,00	45,58	46,88
	34,00	34,78	33,30
	48,50	34,49	33,82
	48,50	34,68	33,96
	38,00	34,72	33,50
	43,00	34,49	33,99
	34,00	34,46	33,66
	32,50	34,79	33,66
	30,00	34,46	33,53
	48,00	33,53	33,70
	35,00	33,67	33,53
	34,50	34,20	33,70
	36,00	34,19	33,60
3	11,00	7,07	4,77
	7,00	7,25	6,02
	11,50	7,68	6,00
	9,50	6,95	6,12
	6,50	7,21	5,88
	11,00	7,19	5,87
	7,00	7,26	6,40
	8,00	6,67	6,69
	9,00	6,78	6,92
	8,50	6,76	6,75
	7,00	6,08	6,65
	9,00	6,35	6,77

Nivel de humedad	Lámpara infrarroja	Liofilizador	Horno 70°C
4	16,50	15,90	15,47
	12,00	16,45	15,19
	17,50	15,79	15,36
	16,50	15,02	15,99
	18,00	11,65	15,55
	16,00	15,78	15,51
	14,50	15,84	15,29
	11,50	16,07	15,29
	19,50	16,07	15,25
	17,50	23,24	15,61
	17,50	19,72	15,67
	19,00	5,73	15,57
	5	17,00	7,46
15,50		15,45	15,00
17,00		15,49	14,98
17,50		15,15	15,25
17,00		14,56	15,17
17,00		15,53	14,98
16,50		15,54	15,26
15,00		15,66	14,29
17,00		15,99	14,29
17,00		15,98	14,60
16,00		15,81	14,90
19,00		15,92	14,85
6	17,00	12,90	12,94
	15,50	14,24	13,37
	15,50	14,57	13,56
	16,50	13,96	13,61
	15,00	14,29	11,97
	17,00	14,43	12,75
	14,00	14,26	12,77
	12,00	14,09	12,43
	15,00	12,46	12,52
	12,50	13,35	13,15
	14,00	12,59	13,52
	14,00	13,59	12,54

Cuadro 6.3.13. Valores de humedad de las muestras de harina para la segunda calibración del horno de convección forzada a 70 °C y una lámpara infrarroja a 1,5 amperios realizada en la segunda semana de noviembre de 2000.

Nivel de humedad	Liofilizador	Horno70°C	Lámpara 1	Lámpara 2
1	40,319	40,278	45	43
	40,675	40,179	43	42
	40,238	40,995	45	43
	40,972	40,675	45	43
2	32,107	31,673	35	35
	32,341	32,104	34	34
	32,072	32,040	35	34
	32,607	31,746	36	33
3	11,454	10,902	7	10
	12,314	10,990	14	19
	11,431	9,325	14	12
	10,558	10,317	14	13
4	2,979	2,888	6	6
	3,297	2,883	7	5
	2,886	3,184	52	5
	3,088	2,982	5	7
5	9,911	4,482	7	3
	5,060	4,482	8	6
	4,975	4,283	8	8
	4,582	4,382	8	8

Cuadro 6.3.14. Análisis de regresión lineal para la primera calibración del horno a 70°C y la lámpara infrarroja vs un liofilizador a -10°C a 0 mm de Hg de vacío ($Y = A + BX$)

Parámetro	Horno (y) vs Liofilizador(x)		Lámpara(y) vs Liofilizador(x)	
	Valor	Error	Valor	Error
	A	-1,03184	0,22631	1,29867
B	1,03224	0,00859	0,96782	0,01904
R	0,99773		0,98896	
SD	0,98526		2,06529	
N	68		60	
P	<0,0001		<0,0001	

Cuadro 6.3.15. Análisis de regresión lineal para la segunda calibración del horno a 70°C y la lámpara infrarroja vs un Liofilizador a -10°C a 0 mm de Hg de vacío.

Parámetro	Horno (x) vs Liofilizador (y)		Lámpara 1 (x) vs Liofilizador (y)		Lámpara 2 (x) vs Liofilizador (y)	
	Valor	Error	Valor	Error	Valor	Error
	A	1,075150	0,43090	-1,14429	0,78458	-1,11218
B	0,976664	0,01822	0,94196	0,02982	0,96848	0,03843
R	0,996881		0,9911		0,98613	
SD	1,246161		2,10267		2,62167	
N	20		20		20	
P	<0,00001		<0,0001		<0,0001	

La lista de observaciones y sugerencias de Salud Ocupacional del CIAT fue la siguiente:

- ❑ Instalación de una malla protectora que cubra los rodamientos del lado derecho del cilindro de limpieza.
- ❑ Ampliación de la plataforma que soporta los equipos de triturado y rallado, para facilitar el tránsito durante las labores de inspección y mantenimiento.
- ❑ En el rallador, se requiere asegurar los tornillos que sujetan la carcasa mediante pasadores, ya que se pueden aflojar por la vibración del equipo durante su operación.
- ❑ Instalación de una escalera fija debajo de la tolva del tornillo alimentador para la vigilancia constante que se requiere en este equipo durante el proceso.
- ❑ Inclinación de la escalera vertical que se utiliza para el acceso a la plataforma de los equipos de triturado y rallado.
- ❑ Instalación de interruptores en zonas estratégicas de la planta para facilitar el apagado inmediato de los equipos en caso de accidente.
- ❑ Establecimiento de cubiertas de seguridad que dificulten el acceso al tablero de control para personas extrañas a la planta del proceso.
- ❑ Recubrimiento de la tubería de conducción que lleva aire caliente a los secadores 1 y 2 (activador enzimático y presecador), y del transporte neumático.
- ❑ Instalación de una plataforma para acceso a los cilindros de secado (activador enzimático, presecador y secador) que facilite su monitoreo, la toma de muestras de harina y la inspección.

- ❑ Instalación de cubiertas protectoras en las tuberías de conducción de vapor y eléctrica, que se encuentran a nivel del suelo en la sección del presecador.
- ❑ Prolongación de las guardas del sistema de transmisión del secador 2 (presecador).
- ❑ Instalación de una línea telefónica.
- ❑ Adición de tubería o manguera a las válvulas de alivio y purga de la tubería de vapor, para descargar el vapor hacia la parte externa de la planta.
- ❑ Ubicación estratégica de un extintor tipo ABC.
- ❑ Establecimiento de una señalización adecuada en la planta piloto.
- ❑ Cubrimiento de la cabeza de los ejes de los secadores y el atemperador.
- ❑ Instalación de una cubierta protectora al eje de la válvula de salida del producto final.

Con respecto a la seguridad del personal, tanto de los operarios de la planta como de los visitantes, se les debe hacer las siguientes recomendaciones:

- ❑ Toda persona que visite la planta debe usar un protector auditivo (desechable) y un casco.
- ❑ Utilización del equipo completo de protección personal (mascarilla respiratoria, protectores auditivos y casco) por parte de los operarios.
- ❑ Restringir el acceso al área de la planta sólo al personal operativo.
- ❑ Establecer los manuales de procedimientos para cada operación.

6.3.7. Promoción y divulgación por medio de prácticas, visitas y cursos de capacitación

CLAYUCA ha puesto, permanentemente, a disposición del público interesado en este tipo de tecnología, toda la información pertinente por medio de la programación de visitas para personas del sector industrial, agrícola y académico.

Entidades como las Umata de Casanare, Palmira, Cúcuta, CORPOICA, Alcaldías de Yopal y Agua Azul, funcionarios de la ONG CEMILLA, la Universidad del Valle, la Universidad Santiago de Cali, Industrias del Maíz, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, la Junta Directiva del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), la Junta Directiva de FENAVI y los socios nacionales e internacionales, participantes de la Segunda Reunión Anual del Comité Técnico y Ejecutivo de CLAYUCA, han participado en demostraciones de la planta piloto.

Se utilizaron las instalaciones de la planta piloto para apoyar el *Primer Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca*, en el que se dictó el módulo sobre Manejo poscosecha de la yuca, en el que los participantes tuvieron la oportunidad de realizar una práctica de secado artificial, comparando diferentes sistemas de secado de yuca (ver Anexo 1).

6.3.8. Egresos e ingresos del proyecto planta piloto

Consumos de ACPM por el servicio de vapor

En el cuadro (Cuadro 6.3.16) se aprecian los datos sobre el consumo de ACPM que ha generado la operación de la planta piloto durante el desarrollo de las pruebas de ajuste. El promedio de consumo de ACPM del CIAT se ha fijado en 120 galones por día, a la planta se le ha cobrado todo el consumo por encima de esta cantidad.

Cuadro 6.3.16. Consumo de ACPM por operación de la planta piloto.

Fecha	Consumo (hr.)	Combustible (gal.)	Valor (US\$)
Ago. 20–21/00	16,40	230,00	328,00
Ago. 23/00	1,80	25,00	36,00
Ago. 25/00	5,30	75,00	106,00
Ago. 28/00	5,30	75,00	106,00
Ago. 30/00	5,70	80,00	114,00
Sep. 04/00	1,80	25,00	36,00
Sep. 06/00	2,50	35,00	50,00
Sep. 07/00	1,00	15,00	20,00
Sep. 08/00	4,30	60,00	86,00
Sep. 19/00	1,00	15,00	20,00
Sep. 26/00	1,80	25,00	36,00
Oct. 05/00	0,40	5,00	8,00
Oct. 30/00	2,20	30,00	44,00
Nov. 01/00	2,20	30,00	44,00
Nov. 10/00	4,30	60,00	86,00
Nov. 16/00	2,20	30,00	44,00
Nov. 27/00	2,20	30,00	44,00
Nov. 28/00	5,00	70,00	100,00
Nov. 29/00	2,30	30,00	46,00
Nov. 30/00	0,40	5,00	8,00
Dic. 04/00	1,40	20,00	28,00
Dic. 05/00	4,30	60,00	86,00
Dic. 06/00	2,20	30,00	44,00
Dic. 07/00	5,70	80,00	114,00
Total	81,70	1140,00	1634,00

Origen de la yuca fresca procesada en la planta piloto

Durante este período se procesaron aproximadamente 16.520 kg de yuca fresca, de los que 15.210 kg han sido adquiridos del Proyecto de Mejoramiento de Yuca y el resto los ha aportado CLAYUCA. El precio que se pagó por cada kg de yuca fresca fue de \$70 sin arrancar, lo que resultó en un costo de \$1.064.700 por concepto de materia prima.

Gastos por mano de obra

Para operar la planta ha sido necesario contar con personal de campo para cosechar los 16.520 kg de yuca fresca, y con el personal de planta integrado por estudiantes de tesis y un operario.

Cuadro 6.3.17. Ventas de yuca seca (al 31 de diciembre del 2000).

Comprador	Yuca seca (kg)
Rubén Darío Estrada	2.000
Proyecto alimentación animal	150
Empleada de CIAT	100
Proyecto alimentación animal	3.000
Total	5.250
Stock en la bodega	3.500

Se muestran (Cuadro 6.3.17) las ventas de la harina de yuca que se produjo en la planta piloto. Estos recursos fueron reutilizados por CLAYUCA en actividades de la planta piloto.

Anexo 1
Fotografías de las actividades de divulgación



Figura 6.3.20. Visita del Sr. Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, Dr. Rodrigo Villalba.



Figura 6.3.21. Visita de la junta directiva del CIAT.



Figura 6.3.22. Visita de los participantes de la Segunda Reunión de Comité Técnico y Ejecutivo de CLAYUCA.



Multidisciplinario.

Figura 6.3.23. Curso

6.4. Efecto de fuentes órgano-minerales y minerales en la producción sostenible de yuca

Álvaro Andrés Albán Tello,
Jorge Camilo Narváez Rodríguez**,
Raúl Madriñán Molina***,
Luis Fernando Cadavid López*

6.4.1. Introducción

Desde tiempos inmemorables, los agricultores reconocen el efecto benéfico que los residuos orgánicos y, en especial, las excretas o estiércoles tienen sobre las propiedades del suelo y, por ende, sobre la productividad agrícola (Luque, 1997). La importancia de la materia orgánica en suelos con uso agrícola se observa en la estructura, la aireación, el drenaje, la capacidad de retención de humedad y la capacidad de intercambio catiónico (Gómez, 2000).

El uso indiscriminado de cualquier fertilizante, ya sea de origen orgánico, mineral o sintético, puede causar perjuicios al ecosistema y a los cultivos, ya sea por la presencia de altas concentraciones de elementos en el suelo, que luego pasan a las aguas corrientes o subterráneas ocasionando contaminación, o por el desbalance nutricional que pueden presentar los cultivos, con la consecuente reducción de las cosechas (Pérez, 1998).

La composición de las excretas animales es variable y está influenciada por la especie, la raza del animal, la edad, la alimentación, el tratamiento dado al estiércol mismo, entre otros (López, 1974). Los fertilizantes órgano-minerales se basan en el principio de que la descomposición de la masa vegetal, infestada de micro y meso-organismos, permite la formación de humus y la liberación de sales minerales que contienen los principales nutrientes para las plantas; el humus que se produce se combina con las sales minerales, lo que genera una asociación que se denomina fertilizante orgánico-mineral, el cual se puede formar naturalmente en el suelo (Burbano, 2001).

El cultivo de la yuca posee gran importancia en el trópico por el valor energético de las raíces, aunque en ciertos países, las hojas se utilizan como componente básico en la dieta de millones de personas (CIAT, 1980). La ventaja que ofrece este cultivo es su capacidad de producir en suelos degradados, tolerar la sequía y resistir las plagas y enfermedades (Howeler y Cadavid, 1985; Cadavid, 1995). Además, se caracteriza por su diversidad de usos: en alimentación humana, alimentación animal, producción de almidones, alcohol y otros usos industriales (CIAT, 1980).

* Ing. Agrónomo. Tesis. Universidad Nacional, Palmira. alvaroalban75@hotmail.com

** Ing. Agrónomo. Tesis. Universidad Nacional, Palmira. jcnr115@hotmail.com

*** Ing. Agrónomo. Director de Tesis. Docente Universidad Nacional, Palmira.

rmadriñan@palmira.unal.edu.co

Ing. Agrónomo. CLAYUCA, CIAT. l.fcadavid@cgiar.org

La investigación tuvo como objetivo desarrollar, adaptar y evaluar la viabilidad técnica de sistemas sostenibles de producción de yuca basados en el uso de la gallinaza como fuente orgánica de fertilizante, complementada con abonos minerales. También se determinó el efecto de dosis de gallinaza evaluando la respuesta y niveles midiendo peso de raíces (frescas y secas), porcentaje de materia seca, parte aérea (fresca y seca) y actividad microbiana (producción de CO₂).

6.4.2. Materiales y métodos

El ensayo se realizó en tres sitios del departamento del Valle del Cauca (Cuadro 6.4.1), con diferentes características químicas y físicas del suelo (Cuadro 6.4.2).

Cuadro 6.4.1. Características de los sitios de ensayo.

Características	Jamundí	Buga	Caicedonia
Coordenadas geográficas	03°15'50" Lat. norte 76°32'40" Lon. oeste	03°54'08" Lat. norte 76°18'10" Lon. oeste	04°20'15" Lat. norte 75°49'56" Lon. oeste
Hacienda	Santo Domingo	Sena	El Carare
Altura (m.s.n.m.)	970	967	1150
Temperatura (°C)	23	23.6	23
Precipitación media anual (mm)	1987	1129	1693
Relieve	plano	Plano	Ondulado
Orden	Inceptisol	Vertisol	Inceptisol

Cuadro 6.4.2. Análisis fisico-químico de suelos en los sitios donde se realizaron los ensayos (Laboratorio del CIAT).

Descripción	Jamundí	Buga	Caicedonia
pH	5.03	6.3	5.54
C%	3.5	0.81	1.49
M.O	6.0	1.53	2.57
P- Bray (ppm)	5.3	40.2	49.8
K (me/100g)	0.72	0.11	0.38
Ca (me/100g)	5.86	8.33	5.42
Mg (me/100g)	1.4	5.5	0.7
Al (me/100g)	0.26	-	0.21
Na (me/100g)	-	0.22	-
B (ppm)	0.54	0.35	0.39
S (ppm)	95.5	41.9	46.2
Zn (ppm)	3.28	4.08	9.47
Arena (%)	25.13	33.86	55.04
Limo (%)	26.05	27.37	20.92
Arcilla (%)	48.82	38.77	24.03
textura	Ar	Fr-Ar	Fr-Ar-A
D. aparente (g/cm ³)	1.10	1.58	1.34

Para el establecimiento del experimento se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, que consta de 4 tratamientos (Cuadro 6.4.5) con 4 repeticiones para cada variedad

(Cuadro 6.4.3) y sitio. Con los datos obtenidos para cada cultivar en las diferentes regiones, se realizó un análisis de varianza al 5% de significancia, usando el diseño de bloques completamente al azar; y en cada región se realizó un análisis de varianza (ANOVA) combinando los cultivares sembrados en ella; las variables analizadas fueron: actividad microbiana del suelo, rendimiento de raíces y follaje, con el fin de comparar entre ellas los resultados obtenidos.

Cuadro 6.4.3. Cultivares utilizados en el experimento.

Jamundí	Buga	Caicedonia
MCOL 2758	MCOL 1505	MCOL 2737
CM 523-7	MCOL 2758	HMC-1
SM 909-25	CM 523-7	

Se enviaron muestras de gallinaza para análisis químico (Cuadro 6.4.4) y así poder evaluar su contenido fertilizante. Esta se aplicó un mes después de la siembra junto con los abonos de síntesis, en banda sencilla y tapado.

Cuadro 6.4.4. Caracterización química de las gallinazas empleadas

Descripción	C	N	P	K	Ca	Mg	S	C/N
%								
Avicauca (Jamundí)	28.0	2.14	2.74	2.93	9.71	1.21	0.45	13.1
Chipayá (Jamundí)	31.5	3.92	2.55	3.55	8.61	1.10	0.56	8.0
El limón (Buga)	35.0	1.67	2.51	2.59	12.7	0.78	0.38	21.0
Caloto (Buga)	23.0	3.0	2.16	2.7	13.6	0.84	0.48	7.7
Pura (Caicedonia)	19.0	2.58	3.71	3.75	13.1	1.48	0.90	7.8
Tuluá (Caicedonia)	23.0	1.72	0.99	1.63	2.53	0.49	0.26	13.4

De acuerdo con la caracterización de la gallinaza, el análisis del suelo y el requerimiento del cultivo se formularon los tratamientos (Cuadro 6.4.5), con una dosificación diferente de gallinaza y de la mezcla física de fuentes minerales; Las variables evaluadas en el ensayo fueron: peso fresco y seco de raíces (t/ha), materia seca de raíces(%), actividad microbiana (μg de CO_2/gss); para la determinación de esta variable se debe tomar una muestra proveniente de la superficie del suelo, libre de residuos. Luego se desarrolla esta actividad por medio del método de CAB, cuyo principio básico es realizar la estimación del dióxido de carbono evolucionado durante la incubación del suelo en un sistema cerrado. El dióxido de carbono es retenido en una solución de NaOH, posteriormente titulada con HCl (Cadena 1998).

Para el análisis de la información obtenida en el ensayo, se usó la prueba de Duncan al 5% de significancia, además del análisis de SAS.

Cuadro 6.4.5. Tratamientos por sitio.

	Jamundí	Buga	Caicedonia
T1	Testigo	Testigo	Testigo
T2	2200 kg de gallinaza Chipayá + 10 kg de bórax / ha)	2000 kg de gallinaza limones + 92 kg de úrea + 10 kg de bórax / ha)	2540 kg de gallinaza pura + 10 kg bórax/ ha)
T3	2000 kg de gallinaza Avicauca + 24 kg de úrea + 10 kg de bórax / ha)	1850 kg de gallinaza Caloto + 45.2 kg úrea + 10 kg bórax / ha)	3810 kg gallinaza Tulúa + 63.4 kg de Sulfato de Magnesio + 10 kg bórax/ ha)
T4	250 kg de Difosfato de amonio + 10 kg de bórax / ha)	163 kg de úrea + 100 kg de Cloruro de Potasio + 10 kg bórax /ha)	250 kg Sulfato de magnesio + 142 kg úrea + 10 kg bórax/ ha)

6.4.3. Resultados y discusión

Efecto de la aplicación de fertilizante órgano-mineral y mezcla física de fuentes minerales y sintéticas orgánicas en el rendimiento de raíces de yuca

En los cultivares MCol 2758, CM 523-7, SM 909-25 en un Inceptisol, situado en Jamundí, Valle del Cauca, Colombia.

El Cuadro 6.4.6, muestra el efecto de los abonos órgano-minerales y la mezcla física sobre el rendimiento de raíces de yuca para la variedad MCol 2758. Estadísticamente no hubo diferencias significativas, aunque se encontró efecto positivo de la fertilización órgano-mineral (T3) y la mezcla física, sobre el rendimiento de raíces frescas, secas y % MS de raíces.

Se incrementó el peso fresco (PFR) y peso seco (PSR) con la fertilización, independientemente de la fuente. Las plantas fertilizadas con el abono órgano-mineral acumularon mayor cantidad de materia seca (%MS), el mayor rendimiento se obtuvo con la mezcla física (29.6 t/ha y 12.2 t/ha de raíces frescas y secas, respectivamente, comparando con 22 t/ha y 9 t/ha sin fertilización).

La variedad CM 523-7 presentó diferencias significativas de PFR, mientras que para PSR y %MS no hay diferencias. Sin embargo, hubo ligero efecto positivo de la aplicación órgano-mineral sobre el rendimiento de raíces y la acumulación de %MS. El tratamiento 4 incrementó su (PFR) en 4.5 t/ha, el (PSR) en 2.26 t/ha y en 1.37 (% de MS) entre los tratamientos órgano-minerales, el tratamiento (2) manifestó un efecto positivo sobre el (PFR), (PSR) y (% MS)

En la variedad SM 909-25 no se observaron diferencias significativas, aunque se manifestó un ligero efecto positivo de los tratamientos órgano-minerales (Avicauca) y mezcla física de fuentes minerales sobre el incremento del peso (1.5 t/ha y 4.5 t/ha respectivamente). Sin embargo, no hubo respuesta significativa con relación al testigo, pero sí con el tratamiento órgano-mineral (Chipayá)

Con base en peso fresco, la variedad SM 909-25 registró el rendimiento más alto (41.75 t/ha) para el tratamiento (4), comparando las otras dos variedades, el rendimiento promedio fue de 28 t/ha.

Sin tener en cuenta el cultivar, el tratamiento (4) fue el más significativo seguido del tratamiento (3), que influyeron positivamente sobre los parámetros evaluados, posiblemente el tratamiento (3) es el que más se aproxima en respuesta con la mezcla física formulada para suplir las necesidades del cultivo.

Cuando el abono orgánico se complementó con la mezcla física, favoreció el rendimiento, posiblemente por la buena relación C/N que presenta este material, conjuntamente con la mezcla física que ayuda a acelerar el proceso de mineralización, beneficiando a los microorganismos para que trabajen en los procesos de mineralización y humificación y, por otro lado, suministrando a la planta nutrientes en forma oportuna, reduciendo la relación C/N.

Los valores más bajos de los parámetros evaluados, se presentaron donde faltó fertilización aunque estos no varían mucho entre tratamientos, posiblemente debido al manejo homogéneo e intensivo; sin embargo, las variaciones que se presentaron en las tres variedades estuvo sujeta a la incertidumbre de los patrones naturales de lluvia, a la variación en la fertilidad del suelo, al ataque de plagas y enfermedades. El adecuado suministro de fósforo en los tres niveles de fertilización, aumentó la producción de raíces.

Cuadro 6.4.6. Datos de cosechas de raíces de yuca, en Jamundí, Valle del Cauca, Colombia.

Jamundí									
Cultivares	MCol 2758			CM 523-7			SM 909-25		
	PFR	PSR	MS	PFR	PSR	MS	PFR	PSR	MS
Tratamientos	t/ha		%	t/ha		%	t/ha		%
T1	21.9 a	8.9 a	40.7 a	22.7 b	9.32 a	41.0 a	37.2 a	15.9 ba	42.5 a
T2	24.2 a	10.8 a	44.5 a	25.6 ba	10.7 a	41.4 a	37.0 a	15.0 b	40.8 a
T3	26.3 a	10.9 a	41.5 a	21.9 b	8.6 a	39.3 a	38.7 a	16.6 ba	42.7 a
T4	29.5 a	12.1 a	40.7 a	27.2 a	11.5 a	42.4 a	41.7 a	17.2 a	41.2 a

En los cultivares MCol 1505, MCol 2758, CM 523-7, en un Vertisol, situado en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

El Cuadro 6.4.7, muestra el efecto de la aplicación del fertilizante órgano-mineral y mezcla física sobre el rendimiento de raíces de yuca para el cultivar MCol 1505. Estadísticamente no hay diferencias significativas, en ninguno de los parámetros evaluados; sin embargo, se observa un ligero efecto positivo de la fertilización sobre (PFR), (PSR) y (% MS) independiente de la fuente.

Las plantas fertilizadas con el abono órgano-mineral, gallinaza Limones (T2) y gallinaza Caloto (T3) acumularon mayor cantidad de (%MS) que los tratamientos (1) y (4). Los tratamientos (2) y (4) registraron respectivamente incrementos de 5.6 y 4.3 t/ha en (PFR).

En términos de (PSR) el incremento fue de 2.5 t/ha para el abono órgano-mineral (gallinaza Limones) y 1.84 t/ha para la mezcla física de fuentes minerales (4).

Estadísticamente el cultivar MCol 2758 mostró, en términos de (PFR), diferencias significativas; en cuanto al (PSR), estadísticamente hubo diferencias significativas; los contenidos de (%MS) en los tratamientos órgano-minerales (2) y la mezcla física de fuentes minerales (4) manifestaron un ligero efecto negativo con respecto a los tratamientos (1) y (3). Los valores más bajos para (PFR) y (PSR) se registraron con el tratamiento (1), mientras los más altos con el tratamiento (3); la baja acumulación de (%MS) se evidenció con el tratamiento (2), y la mayor con el tratamiento (3).

Para el cultivar CM 523-7, hubo diferencias altamente significativas en los parámetros evaluados; los tratamientos (3) y (4) fueron las mejores alternativas; para el tratamiento (2) la respuesta fue intermedia (22.04 t/ha), estadísticamente los tratamientos (2), (3) y (4) fueron mejores que el tratamiento (1).

En términos de (PFR) y (PSR) e independiente de las variedades, los tratamientos (3) y (4) mostraron un buen comportamiento; el mejor (% MS) se presentó en el cultivar MCol 1505 con el tratamiento (3); sin tener en cuenta el cultivar, el mejor nivel de fertilización fue el tratamiento (4), no obstante los tratamientos órgano-minerales mostraron un efecto positivo sobre las variables evaluadas.

Entre los tres cultivares, CM 523-7 presentó mayor respuesta, lo que es lógico debido a que esta variedad es muy exigente en Potasio; en Buga el factor limitante fue Potasio y Nitrógeno.

Cuadro 6.4.7. Datos de cosechas de raíces de yuca, en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Buga									
Cultivares	MCol 1505			MCol 2758			CM 523-7		
Tratamientos	PFR	PSR	MS	PFR	PSR	MS	PFR	PSR	MS
	t/ha		%	t/ha		%	t/ha		%
T1	20.26 a	9.12 a	44.8 a	9.12 a	44.8 a	9.12 a	16.5 b	7.2 b	43.1 a
T2	25.85 a	11.65 a	45.0 a	11.6 a	45.0 a	11.6 a	22.4 a	9.8 ba	43.2 a
T3	21.55 a	10.43 a	45.4 a	10.4 a	45.4 a	10.4 a	24.5 a	10.2 a	41.7 a
T4	24.57 a	10.96 a	43.2 a	10.9 a	43.2 a	10.9 a	25.8 a	11.1 a	42.8 a

En los cultivares MCol 2737, HMC-1 en un Inceptisol, situado en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

El Cuadro 6.4.8 reseña el efecto de la aplicación de abono órgano mineral y la mezcla física, sobre el rendimiento de raíces de yuca, para el cultivar MCol 2737, los parámetros evaluados son estadísticamente iguales. El efecto sobre el (PFR) fue significativo aumentando en 9.82 t/ha tratamiento (2), 5.78 t/ha tratamiento (3) y 7.64 t/ha tratamiento (4); se registró mayor acumulación de (%MS) con el tratamiento (3) que acumuló 48.09%.

Analizando los datos de rendimiento del cultivar HMC-1, se puede observar claramente que cuando la yuca no recibe ningún tipo de abonamiento, el rendimiento puede ser mínimo (15.47 t/ha), cuando se involucró el abono órgano-mineral y la mezcla física, el efecto sobre el rendimiento fue altamente significativo. La producción final de yuca pasa de un mínimo de 15.47 t/ha sin fertilización a un máximo de 34.55 t/ha, cuando se fertilizó con abono órgano-mineral y hasta 37.52 t/ha con la mezcla física.

Parece que la mejor fuente órgano-mineral es la gallinaza pura + 10kg de bórax, (T2) con mayor concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y una mineralización más rápida que la fuente Tulúa (T3), de menor calidad. La respuesta química y orgánica se debe al déficit de Nitrógeno en esta clase de suelos (Cuadro 6.4.8)

Cuadro 6.4.8. Datos de cosechas de raíces de yuca, en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Cultivares Tratamientos	Caicedonia					
	Mcol 2737			HMC-1		
	PFR t/ha	PSR	MS %	PFR t/ha	PSR	MS %
T1	28.9 a	13.5 a	46.7 a	15.4 b	6.9 b	44.2 a
T2	38.7 a	17.8 a	45.9 a	34.5 a	15.4 a	44.4 a
T3	34.7 a	16.8 a	48.0 a	22.2 b	9.7 b	43.1 a
T4	36.6 a	16.2 a	44.2 a	37.5 a	17.0 a	45.8 a

En la actividad microbiana (producción de CO₂) a los 8 meses después de sembrado un cultivo de yuca, Manihot esculenta Crantz, en suelos situados en Jamundí, Buga y Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Los resultados obtenidos por la estimación de CO₂ producido por la respiración de los microorganismos del suelo bajo condiciones de laboratorio, se observan en el Cuadro 6.4.9. El promedio de la actividad microbiana en Jamundí, sin tener en cuenta el cultivar, es estadísticamente igual. Los tratamientos presentaron un buen registro de CO₂, el mejor fue el tratamiento (1) con 143.51 µg de CO₂/gss, seguido del tratamiento (4) 129.66 µg de CO₂/gss, 127.12 µg de CO₂/gss tratamiento (3) y 125.53 µg de CO₂/gss tratamiento (2); sin embargo, en los cultivares CM 523-7 y SM 909-25 hay diferencias significativas

que se manifestaron en una baja actividad con los tratamientos (3) y (2) respectivamente, mientras el cultivar MCol 2758 evidencia buena actividad microbiana.

Con respecto a Buga, estadísticamente se observan diferencias significativas para el cultivar MCol 1505, donde hubo mejor actividad en cuanto a los cultivares MCol 2758 y CM 523-7, se registra una actividad regular de los microorganismos, en promedio los tratamientos indican de regular tratamiento (2) a buena actividad microbiana, tratamientos(1), (3) y (4).

En Caicedonia, la actividad microbiana fue estadísticamente diferente para el cultivar MCol 2737 registrando su mejor dato con el tratamiento (4), mientras que en el cultivar HMC-1 no hubo diferencias, y la mejor actividad se obtuvo con el tratamiento (1). En promedio el registro de CO₂ es muy bajo, sólo el tratamiento (4) está ligeramente por encima de una buena actividad (122.95 µg de CO₂/gss)

La variación en la producción de CO₂ puede estar influenciada por las propiedades físicas y químicas de los suelos en estudio. Tal es el caso de Buga y Caicedonia donde se presentan bajos contenidos de materia orgánica (Cuadro 6.4.9), posiblemente se deba al manejo dado a los residuos de cosecha, valores que pueden estar afectando la mineralización del Carbono y por lo tanto la evolución del CO₂.

En Caicedonia, se obtuvo en general una baja actividad microbiana, los suelos de esta región presentan influencia de cenizas volcánicas. Según Howard y Howard (1996) citado por Orozco (1999), suelos de este tipo presentan tasas de mineralización muy bajas debido especialmente a la composición mineral, presencia de alófanos o aluminio reactivo que inmovilizan fracciones orgánicas provenientes de la descomposición, haciéndolas inaccesibles a los microorganismos.

Los valores de CO₂ estimados para los suelos situados en Jamundí se presentan más homogéneamente, comparados con los estimados dentro del mismo estudio, esto es explicable por las características del suelo, su aceptable contenido de nutrientes, excepto el azufre que está alto y su comportamiento en este tipo de suelos es semejante al de la materia orgánica; a través de los procesos de mineralización de la M.O. se libera el azufre orgánico que luego se reduce a formas inorgánicas sulfatadas o sulfhídricas, la mineralización del azufre orgánico sigue el mismo esquema presentado para el nitrógeno orgánico y esto se conoce como el ciclo del azufre, donde las proteínas, péptidos, y otros compuestos azufrados orgánicos son convertidos en aminoácidos, tiosulfatos, tiourea, etcétera.

En un paso más adelante el azufre de los aminoácidos puede ser reducido en ácido sulfuroso (H₂S) u oxidarse a sulfato(SO₄=). Los microorganismos que actúan en estos procesos pueden ser bacterias aeróbicas, como anaeróbicas, heterotróficas, así como hongos. El SO₄= puede ser absorbido por las plantas o puede ser inmovilizado por los microorganismos que lo utilizan nuevamente. El SO₄= puede llegar a ser reducido en

ácido sulfuroso (H₂S) por un mecanismo denominado desulfuración y es lo que ocurre en algunos suelos arcillosos y pesados o también en suelos saturados¹.

Cuadro 6.4.9. Actividad microbiana en yuca, *Manihot esculenta Crantz* a los 8 meses después de sembrada en un suelo situado en Jamundí, Buga y Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

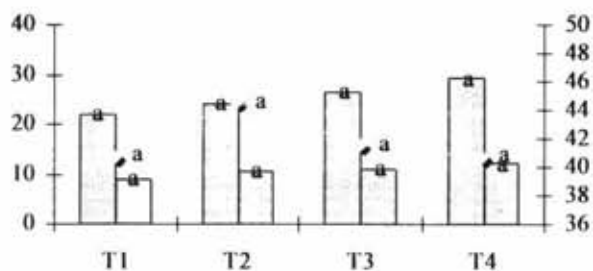
Jamundí	MCol 2758	CM 523-7	SM 909-25	Promedio
Tratamientos		µg de CO ₂ /gramo de suelo seco		
T1	177.4 a	121.3 ba	131.7 ba	143.5 a
T2	159.7 a	142.5 a	74.2 b	125.5 a
T3	146.5 a	74.9 b	159.8 a	127.1 a
T4	113.5 a	149.5 a	125.9 a	129.6 a
Buga	MCol 1505	MCol 2758	CM 523-7	Promedio
Tratamientos		µg de CO ₂ /gramo de suelo seco		
T1	170.2 ba	101.34 ba	107.64 a	126.46 a
T2	149.2 b	98.12 a	88.88 a	112.07 a
T3	171.6 ba	106.61 a	96.05 a	124.74 a
T4	181.8 a	105.78 a	103.72 a	130.42 a
Caicedonia	CM 523-7	HMC-1	Promedio	
Tratamientos		µg de CO ₂ /gramo de suelo seco		
T1	90.4 ba	139.8 a	115.6 a	
T2	106.1 ba	71.7 a	88.9 a	
T3	53.8 b	84.1 a	69.4 a	
T4	150.2 a	95.8 a	122.5 a	

µg: Microgramo., gss: gramo de suelo seco.

¹ Raúl Madriñán Molina (2002), Comunicación personal, UN Palmira.

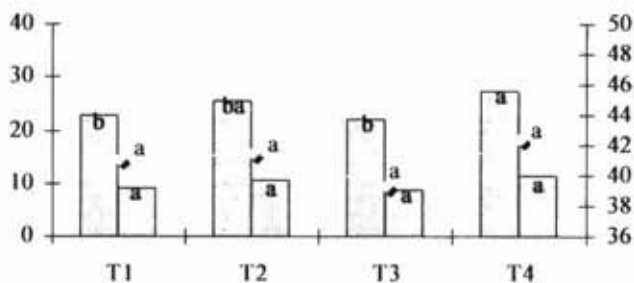
ANEXO 1

cv. MCol 2758 "Parrita"



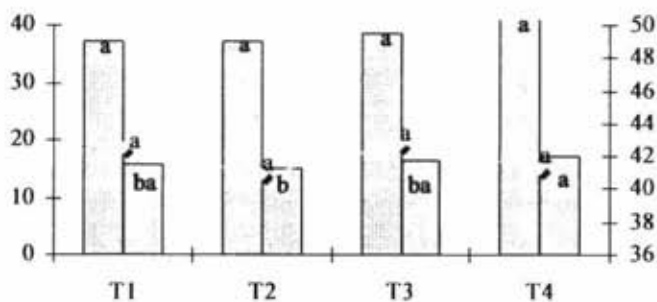
Rendimiento t/ha

cv. CM 523-7 "ICA Catumarc"



% M.S.

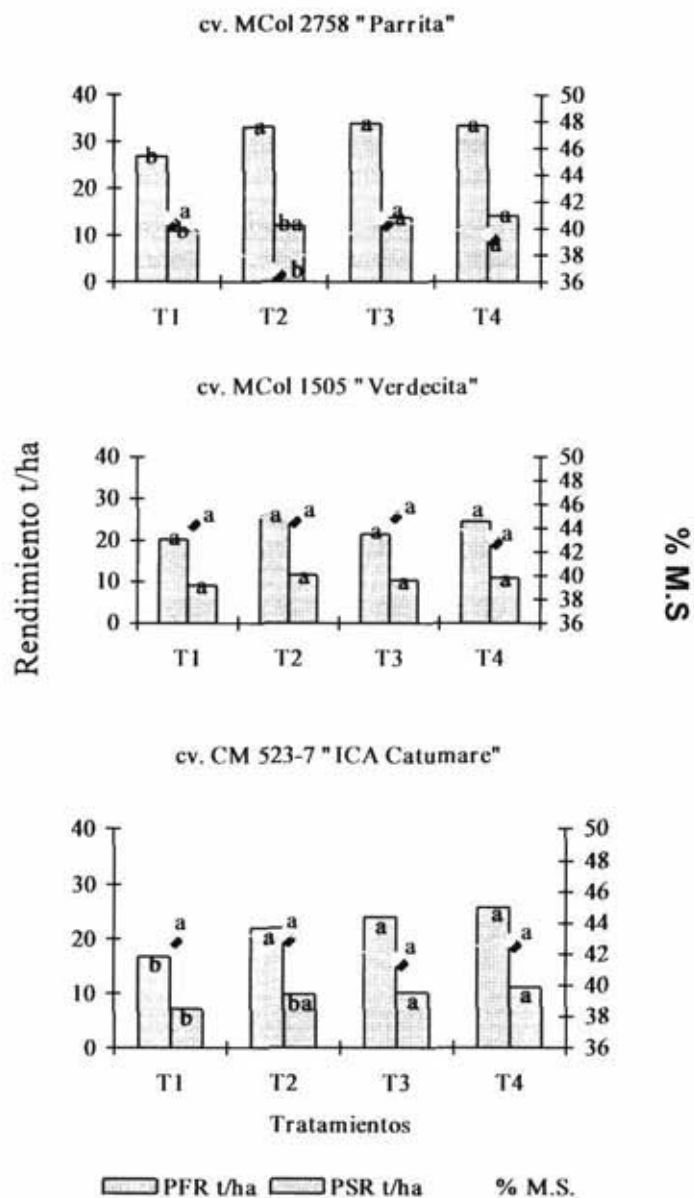
cv. SM 909-25 "Paturra"



Tratamientos

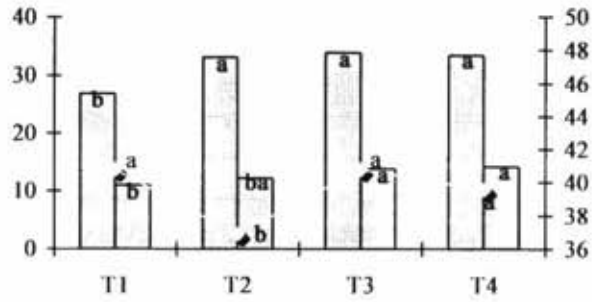
PFR t/ha
 PSR t/ha
 % M.S.

Efecto de la fertilización órgano-mineral y la mezcla física de fuentes minerales y sintéticas orgánicas, en la producción de raíces de yuca en los cultivares MCol 2758, CM 523-7 y SM 909-25 en un Inceptisol situado en Jamundí, Valle del Cauca, Colombia.

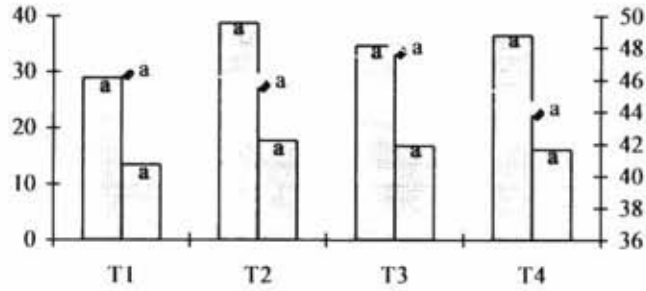


Efecto de la fertilización órgano-mineral y la mezcla física de fuentes minerales y sintéticas orgánicas, en la producción de raíces de yuca en los cultivares MCol 1505, MCol 2758 y CM 523-7 en un Vertisol situado en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

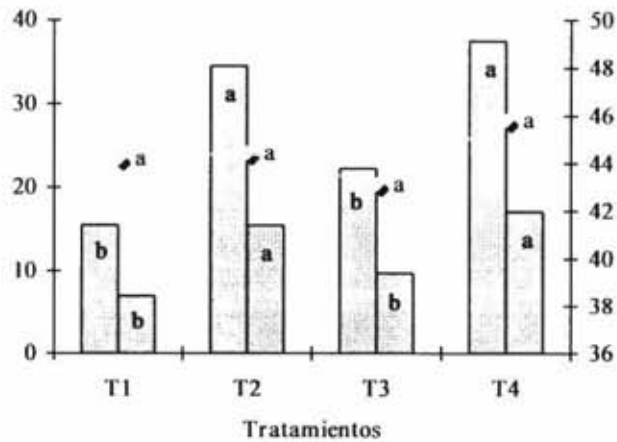
cv. MCol 2758 "Parrita"



cv. MCol 2737 "Brasilera"



cv. HMC-1 "ICA P13"



PFR t/ha
 PSR t/ha
 % M.S.

Efecto de la fertilización órgano-mineral y la mezcla física de fuentes minerales y sintéticas orgánicas en la producción de raíces de yuca en los cultivares MCol 2737, HMC-1, en un Inceptisol situado en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

ANEXO 2



Figura 6.4.1. Vigor de la planta con abono orgánico.



Figura 6.4.2. Raíces con abono orgánico.



Figura 6.4.3. Planta sin fertilización.

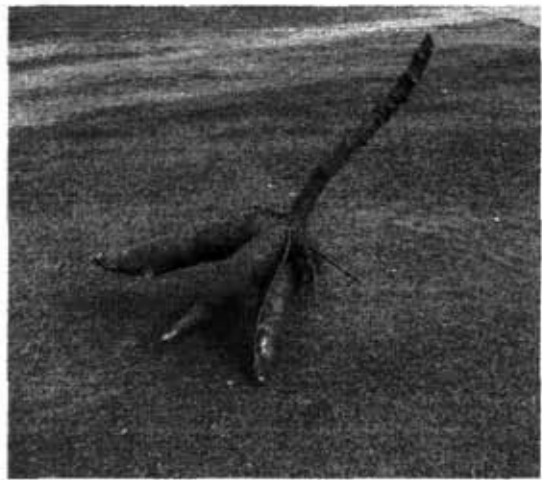


Figura 6.4.4. Raíz sin fertilizar.

6.4.4. Bibliografía

Burbano, O. H. Lo biorgánico en el manejo productivo del suelo. En: Manejo productivo de suelos para cultivos de alto rendimiento. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Palmira.2001.

Cadavid, L. F. Seminario: Fertilidad del suelo y su potencial productivo. En manejo productivo de suelos de laderas cultivadas con yuca. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1995.

Cadena, S. F. Estimación de la biomasa microbiana en suelos de ladera bajo diferentes sistemas de manejo. Acta agronómica. Vol 48, No 3-4, (Jul-dic 1998) p37-42.

CIAT, Yuca. Investigación, producción y utilización. Programa de Yuca. 1980.

Gómez, Z. J. Abonos orgánicos, Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2000.

Howeler, R. H., CADAVID L. F. Prácticas de conservación de suelos para producción de yuca en ladera. Suelos ecuatoriales. Colombia, 1985, V. XIV No 1, pp 303-310.

López, A. Ingredientes de uso común en Colombia en dietas para monogástricos, Bogotá. 1974.

Luque, Oswaldo. Manejo de residuos orgánicos en una agricultura sostenible, jornada de conservación ambiental. Venezuela, 1997.

Pérez, J. C. Utilización de estiércoles en la producción agrícola. Seminario local de agricultura orgánica. 1998.

6.5. Evaluación, producción y calidad del forraje de yuca con corte periódico manual

Diego Fernando Rosero Valencia*

Luis Fernando Cadavid López**

6.5.1. Introducción

El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), se ha expandido a escala nacional gracias a la gran cantidad de usos potenciales que tiene. Uno de ellos es la utilización como forraje para la alimentación de monogástricos (aves y cerdos) y poligástricos (bovinos).

Las hojas de la yuca son ricas en proteínas, carotenos, vitaminas B1, B2, C y minerales; contiene además 3½ veces más grasas y el doble de fibra que las raíces tuberosas (Montaldo, 1985).

La composición nutricional del follaje de yuca varía en cuanto a calidad y a cantidad. A mayor edad fisiológica de la planta, se obtiene menor cantidad de proteínas y mayor contenido de fibra y materia seca. Estos productos determinan la calidad nutricional del follaje y su derivado final para la alimentación animal.

Mientras que las raíces de yuca contienen cerca del 2,3% de proteína cruda, la parte aérea y, especialmente, las hojas presentan altos contenidos que van desde 25-30% comparables con los de alfalfa y otras leguminosas. Por ello, estos órganos representan gran potencial como suplemento de forraje para animales, y su riqueza nutricional depende del tipo de cultivar, época de corte, densidad de siembra y proporción entre hojas (lámina foliar más pecíolos) y tallos.

Según Montaldo y Montilla (1976), cuando el cultivo se destina a la producción de forraje, es posible obtener rendimientos de 150 t/ha/año, éste influenciado por factores externos y por la calidad del material de siembra.

La yuca se clasifica en variedades dulces y amargas, según su contenido de HCN (ácido cianhídrico), que se encuentra en bajas concentraciones en variedades dulces, y altos contenidos de HCN en variedades amargas. La ingestión de variedades amargas (tanto en humanos como en animales), podría producir intoxicaciones, por esto, antes de su consumo se debe hacer algún tratamiento tendiente a eliminar la mayor cantidad de HCN posible.

* Ing. Agrónomo. Universidad Nacional, sede Palmira. Tesis de grado realizada en CLAYUCA. chinoliso@hotmail.com

** Ing. Agrónomo. M.Sc. CLAYUCA, CIAT. l.cadavid@cgiar.org

En muchas regiones del mundo, la producción pecuaria ha aumentado ostensiblemente, lo que ha obligado en nuestro país a importar grandes cantidades de materia prima (maíz, soya, sorgo) para la elaboración de concentrados, aumentando los costos de mantenimiento pecuario. De ésta manera, se abre una oportunidad de emplear el forraje de yuca como suplemento proteico en las dietas de muchos animales.

Por estas razones, se decidió iniciar una investigación encaminada a cumplir con los siguientes objetivos:

- ❑ Identificar diferentes ecotipos o materiales promisorios de yuca, utilizando diferentes densidades de siembra y épocas de corte de cada material para observar su valor nutricional, calidad y cantidad de biomasa producida.
- ❑ Aprovechar el forraje de yuca como suplemento proteico en la alimentación de aves, cerdos y bovinos.

6.5.2. Materiales

El proyecto se instaló en tres sitios: Ayapel (Córdoba, Colombia), Caicedonia y Buga (Valle del Cauca, Colombia) en condiciones climáticas, características físicas y químicas de suelos e inclusive topografías especiales, descritos en el Cuadro 6.5.1. Estos factores bióticos y abióticos permitirán evaluar cultivares locales de yuca forrajera para la alimentación animal (Cuadro 6.5.2), evaluados con tres densidades: 112.000 (0,30 x 0,30 m), 62.500 (0,40 x 0,40 m) y 40.000 plantas/ha (0,50 x 0,50 m) y cortes cada 3 meses hasta completar seis cosechas (Figuras 6.5.1 y 6.5.2).

Cuadro 6.5.1. Análisis de suelos de los tres sitios de ensayo.

Descripción	Ayapel	Buga	Caicedonia
pH	4,8	6,4	5,54
C %	2,49	0,8	1,49
P-Bray (ppm)	3	40,2	49,9
K (meq/100g)	0,05	0,1	0,39
Ca (meq/100g)	0,3	8,3	5,42
Mg (meq/100g)	0,2	5,6	0,74
Al (meq/100g)	2,2	SD	0,21
Na (meq/100g)	SD	0,2	0,03
S (ppm)	SD	42,9	46,20
B (ppm)	0,2	0,4	0,39
Zn (ppm)	1	4,1	9,48
Arena (%)	SD	33,9	55,05
Limo (%)	SD	27,4	20,92
Arcilla (%)	SD	38,85	24,04
Textura	Arcilloso Arenoso	Franco Arcilloso	Franco Arcillo Arenoso

SD: Sin dato.

Cuadro 6.5.2. Materiales promisorios usados en el ensayo.

Variedad/ sitio	Ayapel (Córdoba)	Caicedonia (Valle)	Buga (Valle)
Variedad 1	MTA1 8	MPER 183	MCOL 1505
Variedad 2	CM 4919-1	HMC-1	MCOL 2758
Variedad 3	CM 4843-1	MCOL 2737	CM 523-7



Figura 6.5.1. Preparación de suelo.



Figura 6.5.2. Siembra de semilla.

El diseño experimental utilizado en el ensayo fue bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones (Figura 6.5.3 y 6.5.4).

Para la evaluación de materiales se tuvieron en cuenta variables como:

- Peso fresco en biomasa aérea (t/ha)
- Porcentaje de materia seca
- Proteína cruda *
- Fibra cruda *
- Cenizas *
- Grasas *
- HCN libre +
- HCN total +

** Método de Weende + Método de Essers*

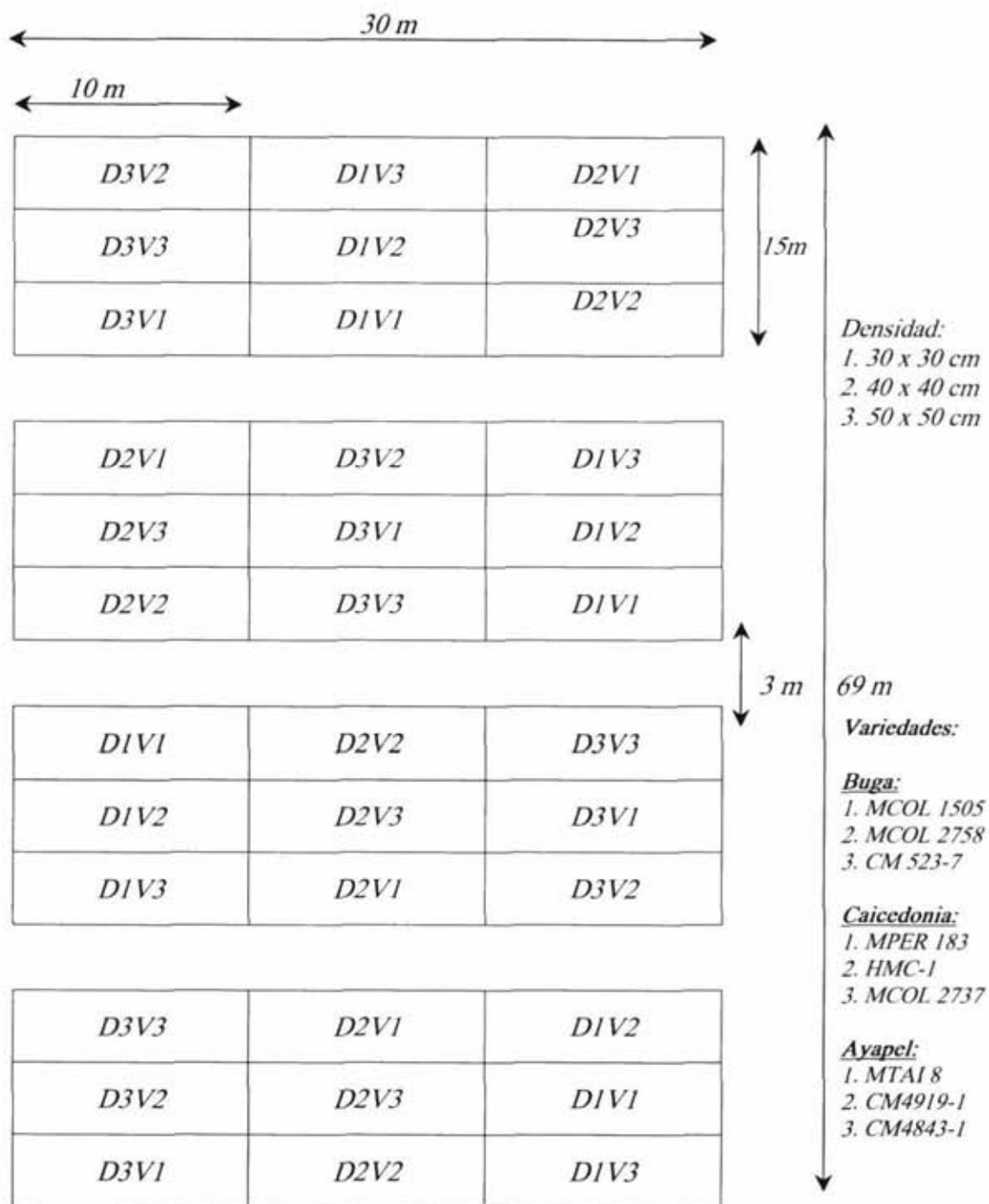
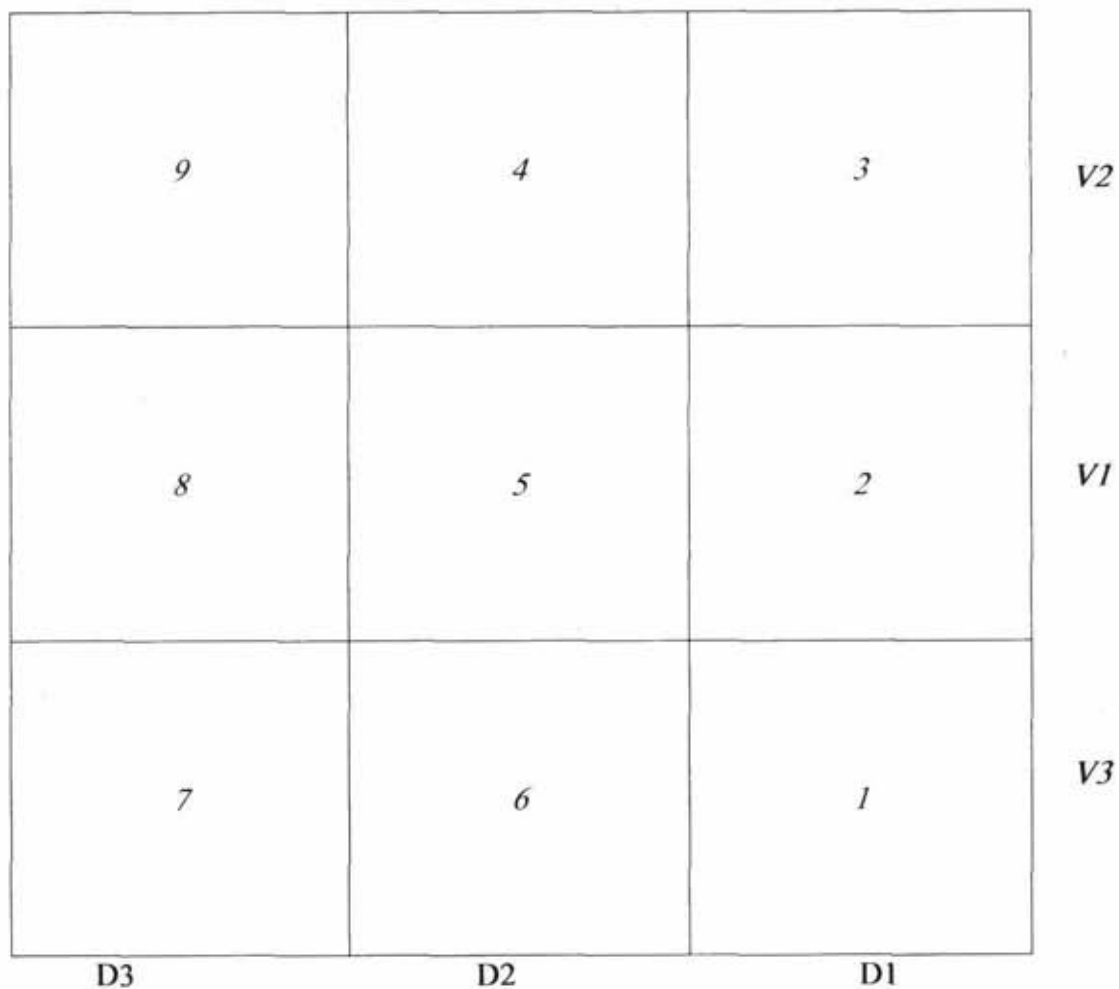


Figura 6.5.3. Distribución de parcelas en lotes sembrados en Buga y Caicedonia (Valle del Cauca).

Variedades nativas: Mona Blanca y Ligerita.



V1. MTAI-8 (roja)

V2. CM 4919-1 (blanca)

V3. CM 4843-1 (negrita)

D1. 30 X 30 cm

D2. 40 X 40 cm

D3. 50 x 50 cm

Figura 6.5.4. Distribución de parcelas en lotes sembrados en Ayapel (Córdoba).

Los sitios donde se llevaron a cabo los ensayos son:

1. **Ayapel:** Finca “Santiago de Compostela”, vereda Escobilla, departamento de Córdoba. Propietario: Agustín Posada (socio de CLAYUCA).
2. **Caicedonia:** Finca “El Carare”, zona rural del municipio de Caicedonia, norte del Valle del Cauca. Propietario: Julián Botero (socio de CLAYUCA).
3. **Buga:** Instalaciones del Centro Agropecuario, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Buga. Director: José Horacio Díaz. (Convenio SENA–CLAYUCA)

6.5.3. Métodos

Cada material se sembró en tres densidades: 112.000 (0,30 x 0,30 m), 62.500 (0,40 x 0,40 m) y 40.000 plantas/ha (0,50 x 0,50 m). El diseño experimental utilizado en el ensayo fue bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones; en Ayapel, se usaron parcelas divididas, cada bloque contenía nueve parcelas con tres variedades y tres densidades.

Las cosechas de forraje se hicieron con intervalos de 3 meses, desde el momento de la siembra, y se evalúan los cuatro primeros cortes correspondientes a 1 año de edad del cultivo. (Cuadro 6.5.3).

Cuadro 6.5.3. Distribución de fechas de corte en los tres sitios del ensayo.

Sitio de ensayo	Fecha de siembra	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Cuarto corte
AYAPEL	16/07/00	21/10/00	24/01/01	15/05/01	23/08/01
BUGA	14/10/00	16/01/01	17/04/01	09/07/01	17/10/01
CAICEDONIA	27/10/00	29/01/01	03/04/01	30/07/01	30/10/01

Se llevaron a cabo cuatro cosechas de forraje de yuca en cada uno de los sitios de ensayo. Se tomaron parcelas experimentales de 70 plantas para la evaluación de los materiales de siembra (Figura 6.5.5), procurando que las plantas cosechadas coincidieran en cada corte. Se usa la parcela experimental para determinar la materia fresca y se hace la conversión a t/ha, de aquí se tomó la muestra para el laboratorio de servicios analíticos del CIAT para su correspondiente análisis proximal.

Las plantas se cortaron manualmente a 40 cm sobre el nivel del suelo, el forraje producido se destinó a la alimentación de rumiantes, de forma directa o ensilado.

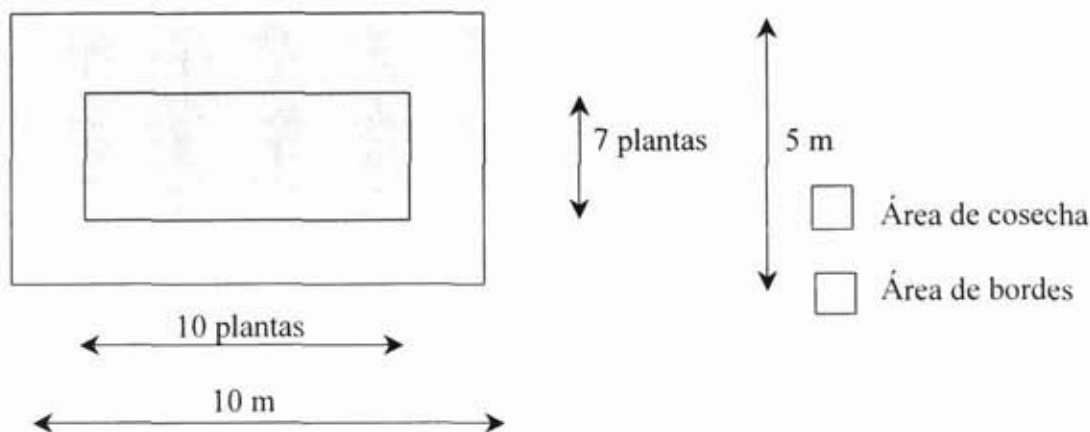


Figura 6.5.5. Diseño de parcelas experimentales.

Las variables evaluadas en el ensayo fueron: Peso fresco en biomasa aérea (t/ha); materia seca (%); proteína cruda (%)*; fibra cruda (%)*; cenizas (%)* extracto etéreo (%)*; HCN libre (ppm)+ y HCN total (ppm)+

* *Método de Weende + Método de Essers*

6.5.4. Análisis de la información

Preparación de terreno

No hubo necesidad de construir caballones, debido a que en ninguno de los sitios hay problemas de alta humedad en el suelo, bastante limitante en la producción de yuca. Se incorporaron algunas malezas al paso del arado de rastra y se dejó el suelo en condiciones de sembrar las estacas (semilla vegetativa) (Figura 6.5.6).

Tratamiento de la semilla

Se protegió la semilla con insecticidas y fungicidas como el Sistemín (300 g), Benlate (300 g), Orthocide (300 cm³), Sulfato de cinc (3 kg) disueltos en 150 litros de agua. Las estacas empacadas en sacos de fique se sumergieron en la solución durante 7 minutos, se dejaron secar al sol y se sembraron.

Siembra

Para identificar las plantas pertenecientes a la parcela experimental, se sembraron las estacas de manera vertical (Figura 6.5.7).



Figura 6.5.6 Preparación del terreno.



Figura 6.5.7 Siembra de semilla.

Aplicación de herbicidas

Se aplicaron como herbicidas preemergentes Karmex (Diurón) para malezas de hoja ancha y Lazo (Alaclor) activo en gramíneas, en dosis de 1,5 kg/ha y 2,5 l/ha respectivamente.

Debido a la dificultad de controlar las malezas en las densidades de siembra del ensayo, a la imposibilidad de aplicar herbicidas sistémicos como el Round Up (Glifosato), se hizo control manual de malezas.

Fertilización

Previo análisis físico y químico de suelos, se hizo una recomendación de fertilización para cada uno de los sitios del ensayo, teniendo en cuenta las reservas existentes en el suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo, se efectuó un mes después de siembra de manera localizada a cada planta. Cabe destacar que se adoptó un plan de fertilización para la producción de raíces tuberosas; debido a que no hay un estándar de fertilización para la yuca forrajera se determinó estimular la producción de biomasa aérea aplicando un refuerzo de nitrógeno.

Control de plagas y enfermedades

Plagas

Gusano cachón de la yuca: La principal plaga del cultivo de yuca es el gusano cachón (*Erinnyis ello*) capaz de consumir grandes cantidades de hojas a lo largo de su ciclo de vida. Las altas poblaciones de este insecto, son perjudiciales para el mantenimiento y rendimiento de la yuca forrajera (Figura 6.5.8). Es posible mantener las poblaciones a niveles bajos mediante la implementación del control biológico con algunos himenópteros predadores como la *Polistes sp*, parasitoides de huevos como *Trichogramma*

spp., *Telenomus sphingis*, *T. Dilophonotae* y *O. submetalicus*; otra opción de control es el uso de entomopatógenos como el *Baculovirus* o también el *Bacillus thuringiensis*. (Bellotti et al, 2001)

Una de las grandes ventajas que ofrece el hecho de realizar los cortes del forraje periódicamente es que los ciclos de reproducción de los insectos, en muchos casos, son interrumpidos por el daño mecánico de las posturas o por la misma eliminación de los individuos.

Hormiga cortadora de hojas. Cuando algunas hormigas como *Atta sp* y *Acromirmex sp* atacan el cultivo, son capaces de causar grandes pérdidas de follaje. (Figura 6.5.9). Una forma de controlar este insecto es manteniendo las bocas de los nidos cubiertas con cal agrícola, aplicando insecticidas por medio de insufladoras o se pueden poner algunas hileras o barreras trampa del mismo cultivo para que el insecto sea atraído hacia ellas y no se concentre sobre el cultivo. En el desarrollo del ensayo se observó la preferencia de las hormigas por aquellas plantas con mayor porte y vigor (barreras trampa que no son cortadas periódicamente) (Bellotti et al, 2001).



Figura 6.5.8. Gusano cachón.



Figura 6.5.9. Hormiga cortadora.

Enfermedades

El único caso de enfermedades que se observó fue en el ensayo de Ayapel, Córdoba, donde el cultivar MTAI-8, después de la tercer cosecha, que presentó superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*).

6.5.5. Metodología

En Ayapel se tomaron subparcelas de 50 plantas (Figura 6.5.10) en la primera cosecha y 25 en la segunda, procurando que las plantas cosechadas coincidan en cada corte (Figura 6.5.11).

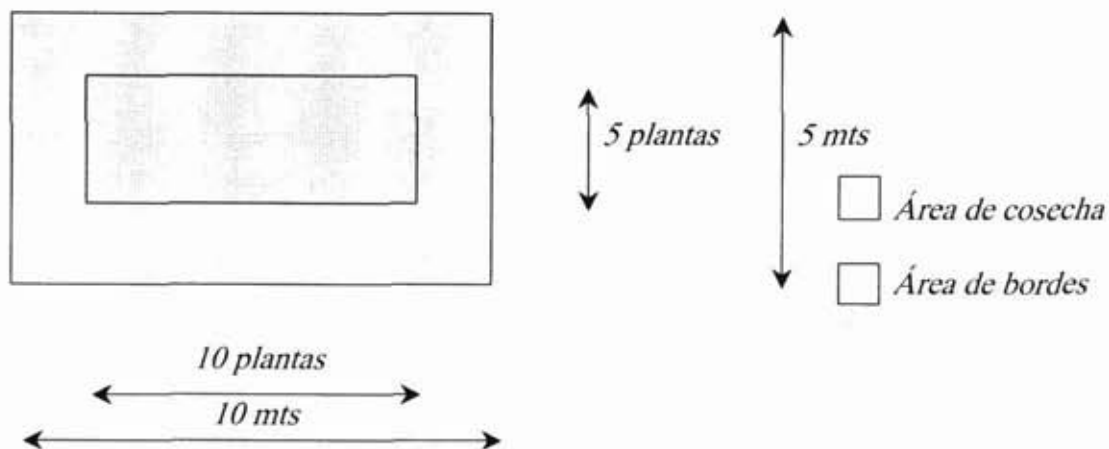


Figura 6.5.10 Área de cosecha en parcelas, primer corte de Ayapel (Córdoba).

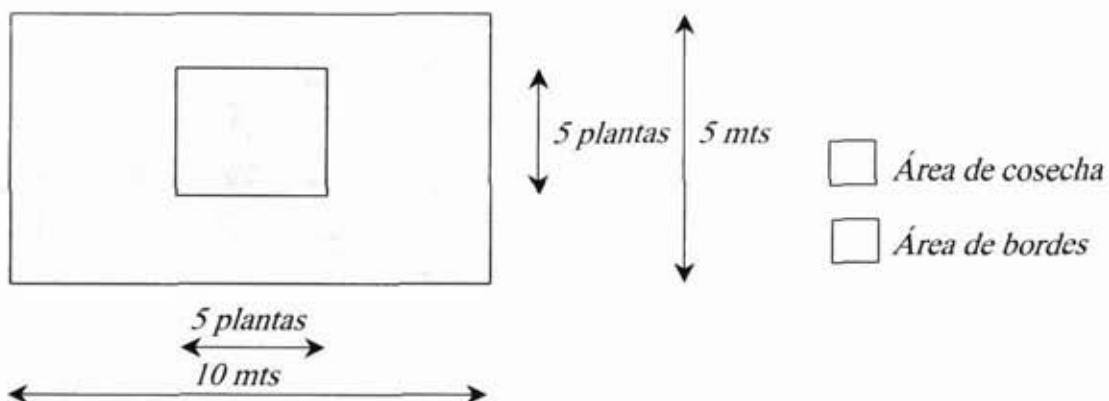


Figura 6.5.11. Área de cosecha en parcelas, segundo corte de Ayapel (Córdoba).

Las plantas fueron cortadas desde 40 cm sobre el nivel del suelo y se recogió el forraje producido para obtener el peso fresco.

6.5.6. Resultados y discusión

Ayapel, Córdoba

Rendimiento de forraje fresco (t/ha): Como se observa en la Figura 6.5.12, en la producción de material fresco se destacó la variedad CM 4843-1 (Negrita) como un material que produce cerca de 92 t/ha/año, comparado con la variedad CM 4919-1 (Roja) descartada por bajo rendimiento (36 t/ha/año en promedio con la densidad de 30x30 cm). En cuanto a la MTAI-8, se puede considerar como material potencialmente utilizable como forrajero. Pensando en un manejo óptimo del cultivo (riego oportuno, adecuada

fertilización, manejo de arvenses), se pueden esperar producciones superiores a 150 t/ha/año.

Como la producción de forraje fresco está estrechamente determinada por la precipitación, el régimen bimodal de distribución de lluvias afectó directamente la producción de biomasa aérea. Así, entre noviembre de 2000 y febrero de 2001, periodo donde no se presentaron lluvias, la producción se redujo de 24 a casi 5 t/ha en la variedad CM 4843-1 sembrada a 30x30 cm (112.000 plantas/ha).

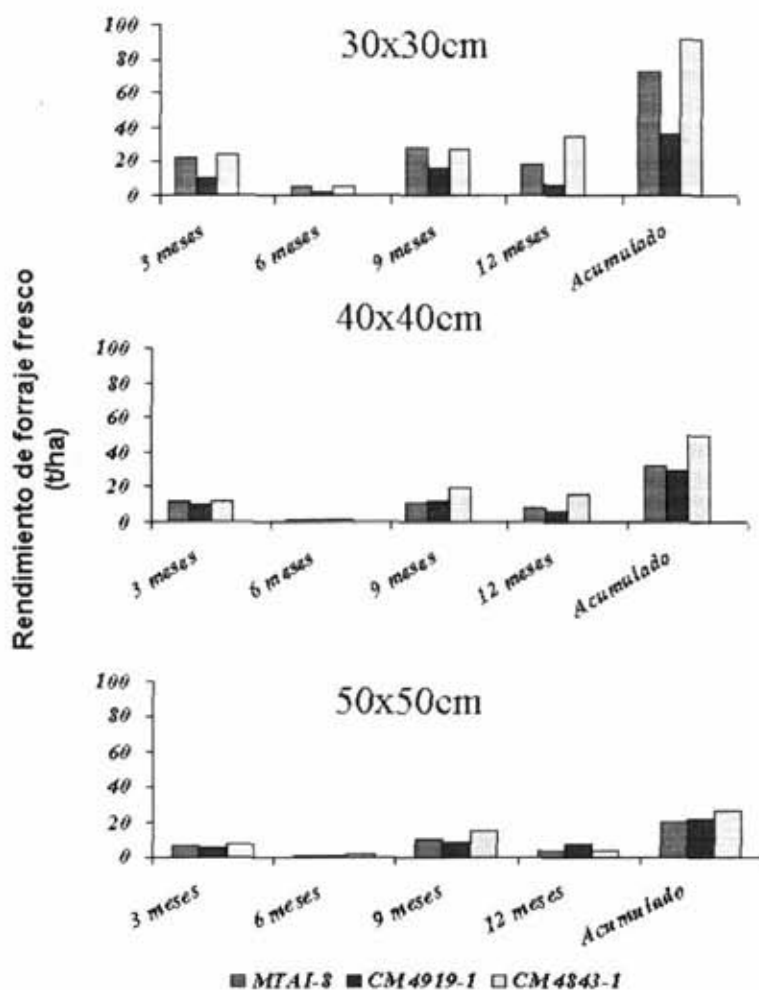


Figura 6.5.12. Rendimiento acumulado de forraje fresco en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Ayapel, Córdoba, Colombia.

El análisis de varianza indicó la existencia de diferencias altamente significativas entre las variedades CM 4843-1 y CM 4919-1 y MTAI-8 y CM 4843-1 son significativas (nivel de 5 %).

Con la densidad de siembra de 30x30 y el cultivar CM 4843-1, se obtuvo 92 t/ha/año mientras que con 40x40 y 50x50cm los rendimientos decrecieron (55 y 36 t/ha/año, respectivamente) (Cuadro 6.5.4).

Cuadro 6.5.4. Rendimiento de forraje fresco comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Ayapel, Córdoba, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MTAI-8	21,68 ab	11,90 c	6,00 d
	CM4919-1	10,55 c	9,40 cd	5,60 d
	CM4843-1	24,45 a	12,2 bc	7,2 cd
180	MTAI-8	5,25 a	1,24 c	0,59 d
	CM4919-1	2,76 b	1,83 c	0,43 d
	CM4843-1	4,80 a	1,82 c	1,26 c
270	MTAI-8	27,31 a	11,63 cde	10,16 de
	CM4919-1	15,87 bc	12,13 cde	8,60 e
	CM4843-1	27,20 a	19,81 ab	14,76 bcd
360	MTAI-8	18,09 b	7,76 c	3,18 e
	CM4919-1	6,44 cd	5,94 cde	7,08 c
	CM4843-1	34,96 a	15,85 b	3,90 de
90	MTAI-8	21,68 ab	11,90 c	6,00 d

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Rendimiento de forraje seco (t/ha): Los mejores rendimientos se obtuvieron en la densidad de 30x30 cm con la variedad CM 4843-1, seguida por la MTAI-8. Según el análisis de varianza, las diferencias entre variedades fueron significativas. (Cuadro 6.5.5). Con las otras densidades, la tendencia fue similar.

Cuadro 6.5.5. Rendimiento de forraje seco comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Ayapel, Córdoba, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MTAI-8	7,47 a	3,73 abc	1,40 d
	CM4919-1	3,45 bc	2,64 cd	1,20 e
	CM4843-1	6,74 a	4,07 ab	2,11 cd
180	MTAI-8	1,45 a	0,34 d	0,12 e
	CM4919-1	0,74 bc	0,48 cd	0,09 e
	CM4843-1	1,19 ab	0,52 cd	0,33 d
270	MTAI-8	5,65 ab	2,49 de	1,97 e
	CM4919-1	3,41 bcd	2,99 cde	1,95 e
	CM4843-1	5,66 a	4,35 abc	3,27 cd
360	MTAI-8	5,43 b	2,68 c	1,03 d
	CM4919-1	2,20 c	2,10 cd	2,67 c
	CM4843-1	12,45 a	5,55 b	1,25 d

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Materia seca (%): El análisis de varianza no permitió determinar una tendencia.

Contenido de proteína cruda (%): La respuesta en la producción de proteína está determinada por la variedad, época de cosecha, la disponibilidad de agua en el cultivo y el estrés hídrico que sufra en el ciclo del mismo; la distancia entre plantas no determinó la calidad del forraje.

A los 9 meses de edad del cultivo, cuando se realizó el tercer corte, se presentaron contenidos de proteína cruda cercanos al 24% en la variedad CM4843-1. Según el análisis de varianza, en los cortes correspondientes a 6 y 12 meses, no hubo diferencias significativas entre variedades ni entre densidades; sólo se registró diferencia en el corte de 270 días después de siembra. La mejor variedad para la obtención de proteína cruda fue la CM 4843-1. A los 360 días disminuyó drásticamente el contenido de proteína, especialmente en CM 4843-1 (Cuadro 6.5.6).

Cuadro 6.5.6. Contenido de proteína cruda en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Ayapel, Córdoba, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MTAI-8			
	CM4919-1			
	CM4843-1			
180	MTAI-8	17,43 a	17,48 a	16,95 a
	CM4919-1	17,63 a	18,48 a	15,98 a
	CM4843-1	18,55 a	18,70 a	18,40 a
270	MTAI-8	18,68 d	20,93 bcd	22,40 abc
	CM4919-1	20,38 bcd	20,17 cd	19,90 cd
	CM4843-1	22,23 abc	23,00 ab	23,88 a
360	MTAI-8	14,49 a	13,34 a	12,95 a
	CM4919-1	12,32 a	12,45 a	13,13 a
	CM4843-1	11,82 a	11,59 a	13,60 a

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Buga, Valle del Cauca

Rendimiento de forraje fresco (t/ha): Al acumular el rendimiento fresco de las cuatro cosechas, la densidad de siembra de 30x30 cm fue la mejor en todas las variedades, pero también se destacó en MCOL 2758 y CM 523-7 (Figura 6.5.13) (Cuadro 6.5.7). En las densidades de 40x40 y 50x50 cm, no hubo diferencias significativas. La producción de biomasa aérea constante en los sitios de ensayo se atribuyó a la disponibilidad de agua a lo largo del ciclo de cultivo y esta tendencia fue similar en todos los tratamientos.

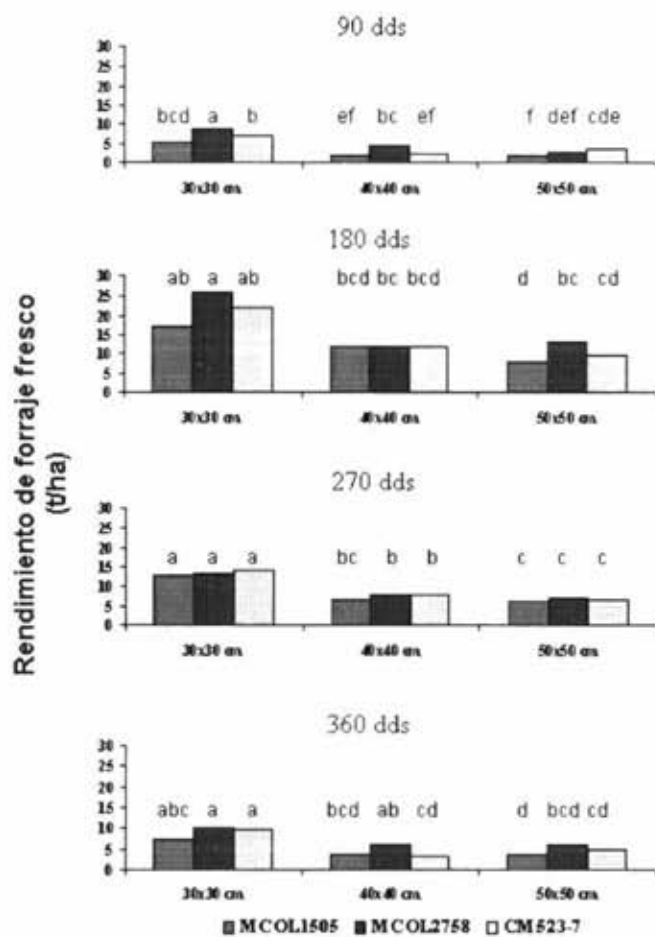


Figura 6.5.13. Rendimiento de forraje fresco en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Cuadro 6.5.7. Rendimiento de forraje fresco comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Buga, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)			
	<i>Variedad</i>	<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MCOL1505	5,13 bcd	2,02 ef	2,10 f
	MCOL2758	8,87 a	4,93 bc	2,97 def
	CM523-7	7,31 b	2,31 ef	3,51 cde
180	MCOL1505	17,38 ab	11,72 bcd	8,00 d
	MCOL2758	25,60 a	12,19 bc	13,24 bc
	CM523-7	21,88 ab	12,02 bcd	9,82 cd
270	MCOL1505	12,79 a	6,70 bc	6,33 c
	MCOL2758	12,99 a	8,13 b	7,13 c
	CM523-7	14,12 a	8,22 b	6,99 c
360	MCOL1505	7,50 abc	3,37 bcd	3,38 d
	MCOL2758	10,02 a	5,68 ab	5,75 bcd
	CM523-7	9,44 a	2,93 cd	4,97 cd

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Como se indica en la Figura 6.5.14, la variedad MCOL 2758 (Parrita) alcanzó producciones de 57.5 t/ha/año, seguido por la CM 523-7 (ICA Catumare) con 52,7 t/ha/año, la variedad MCOL 1505 (Verdecita) sólo alcanzó 42,8 t/ha/año, todas sembradas a 30x30 cm entre plantas.

En la cosecha realizada a los 180 dds, se presentó el mayor rendimiento (25,6 t/ha) en la variedad MCOL 2758, sembrado a 30x30 cm entre plantas.

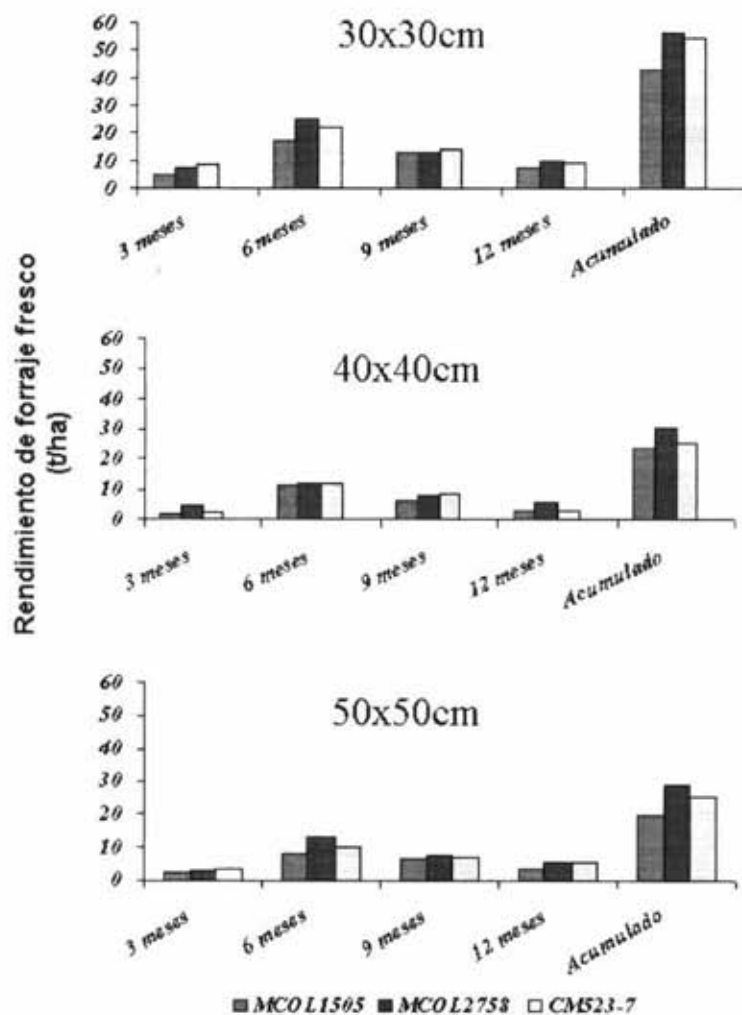


Figura 6.5.14. Rendimiento acumulado en forraje fresco de yuca para tres variedades sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Rendimiento de forraje seco (t/ha): El análisis de varianza mostró diferencias significativas en el rendimiento de forraje seco entre tratamientos, siendo la densidad de siembra de 112.000 plantas/ha la más favorable y, en términos generales, sobresalió la variedad MCOL 2758. Entre las densidades de 40x40 y 50x50 cm no hubo diferencias significativas a medida que transcurrió el ciclo del cultivo (Cuadro 6.5.8).

Cuadro 6.5.8. Rendimiento de forraje seco comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Buga, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MCOL1505	1,51 bc	0,63 d	0,64 d
	MCOL2758	2,65 a	1,26 bc	0,80 cd
	CM523-7	2,16 ab	0,68 d	1,02 cd
180	MCOL1505	4,78 ab	2,96 c	2,19 d
	MCOL2758	6,18 a	3,28 bc	3,44 bc
	CM523-7	5,44 ab	3,27 bc	2,56 cd
270	MCOL1505	3,09 ab	2,60 b	2,52 b
	MCOL2758	3,27 ab	1,82 b	2,85 b
	CM523-7	6,45 a	1,96 b	3,39 b
360	MCOL1505	2,81 ab	1,24 bc	1,26 c
	MCOL2758	3,47 a	2,07ab	1,96 bc
	CM523-7	3,36 a	1,08 c	2,10 bc

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Materia seca (%): No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, tampoco entre variedades en las tres primeras cosechas. A los 360 dds, se pueden observar algunas diferencias entre tratamientos y variedades, siendo la mejor variedad la CM 523-7 sembrada a 50x50 cm (Cuadro 6.5.9).

Cuadro 6.5.9. Materia seca en tres variedades de yuca en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MCOL1505	29,80 a	31,12 a	30,52 a
	MCOL2758	28,83 a	28,02 a	26,98 a
	CM523-7	29,70 a	29,08 a	28,51 a
180	MCOL1505	27,92 a	25,60 a	26,87 a
	MCOL2758	24,61 a	27,10 a	26,07 a
	CM523-7	25,45 a	27,20 a	26,06 a
270	MCOL1505	25,93 a	39,38 a	41,05 a
	MCOL2758	30,94 a	22,61 a	40,66 a
	CM523-7	45,98 a	24,63 a	41,83 a
360	MCOL1505	38,33 ab	37,09 abc	37,03 abc
	MCOL2758	33,63 c	35,95 abc	34,15 bc
	CM523-7	35,07 bc	37,24 abc	40,17 a

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Contenido de proteína cruda (%): La cantidad de proteína cruda descendió a medida que avanzó el ciclo del cultivo en todas las variedades e independiente de la densidad. Al primer corte de MCOL 1505 se obtuvo casi 20%, en el cuarto corte sólo 12% (Figura 6.5.15). Según el análisis de varianza, no hubo un efecto directo del tratamiento sobre la variedad. La proteína parece estar influenciada por la variedad y el tiempo de corte.

No hubo diferencias significativas entre variedades, ni entre tratamientos en los dos primeros cortes (Cuadro 6.5.10).

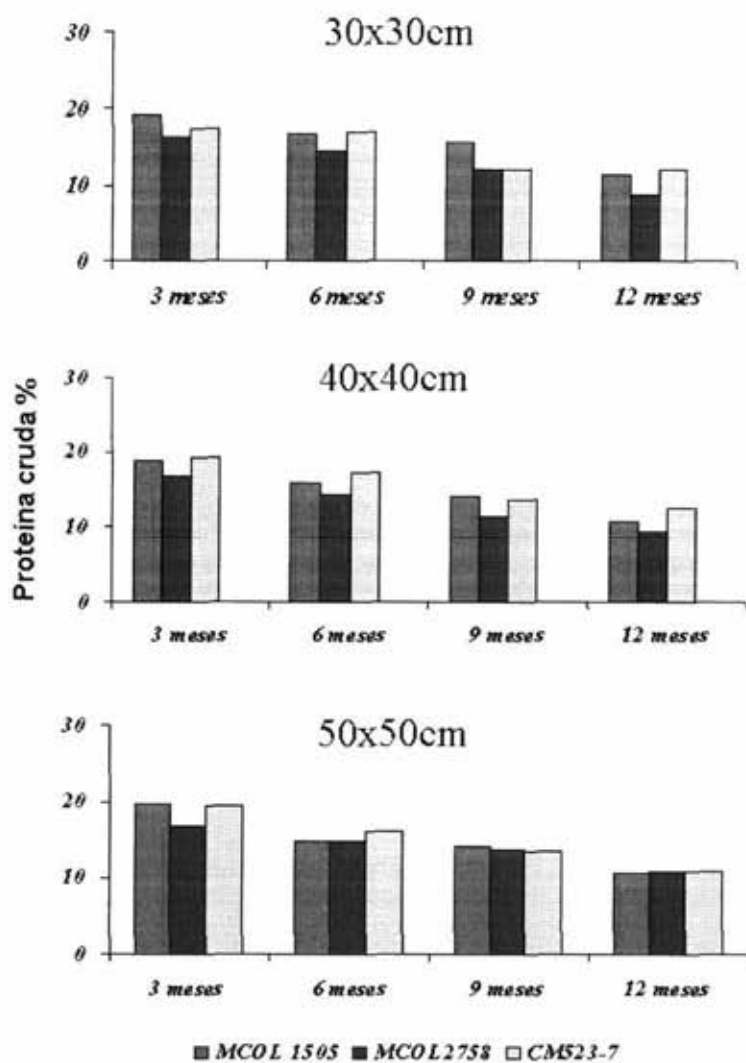


Figura 6.5.15. Contenido de proteína cruda en tres variedades de yuca a lo largo del ciclo de cultivo en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Cuadro 6.5.10. Contenido de proteína cruda en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MCOL1505	19,33 a	18,90 a	19,66 a
	MCOL2758	16,37 a	16,89 a	16,94 a
	CM523-7	17,47 a	19,28 a	19,49 a
180	MCOL1505	16,65 a	16,02 a	14,86 a
	MCOL2758	14,63 a	14,32 a	14,87 a
	CM523-7	17,01 a	17,25 a	16,07 a
270	MCOL1505	15,62 a	14,09 b	14,01 b
	MCOL2758	11,99 ab	11,23 b	13,77 b
	CM523-7	12,03 ab	13,74 b	13,05 b
360	MCOL1505	11,37 ab	10,73 abc	10,60 abc
	MCOL2758	8,90 c	9,36 bc	11,01 ab
	CM523-7	11,92 a	12,42 a	10,89 abc

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Contenido de fibra cruda (%): La mejor respuesta en cuanto al contenido de fibra se obtuvo con la variedad MCOL 2758 (Parrita) sembrada a 50x50 cm; sin embargo, no fue constante en los cuatro cortes; mientras que en el segundo y tercer corte no hubo diferencias significativas a un nivel del 5%, en la cuarta cosecha la mejor variedad fue la CM 523-7 sembrada a 30x30 cm.

Independiente de la densidad, en todos los cultivares hubo incremento de la fibra hasta los 270 días; CM 523-7, presentó los valores más altos (Cuadro 6.5.11).

Cuadro 6.5.11. Contenido de fibra cruda en forraje de yuca sembrada a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	<i>Densidades de siembra (plantas/ha)</i>		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MCOL1505	20,83 b	20,80 b	19,90 b
	MCOL2758	21,47 b	23,13 b	29,67 a
	CM523-7	25,07 ab	23,43 b	22,53 b
180	MCOL1505	25,55 a	24,88 a	27,03 a
	MCOL2758	27,38 a	26,85 a	27,20 a
	CM523-7	25,90 a	24,12 a	26,43 a
270	MCOL1505	27,96 a	22,98 a	25,15 a
	MCOL2758	26,30 a	28,32 a	24,22 a
	CM523-7	28,10 a	26,13 a	27,03 a
360	MCOL1505	18,50 bc	15,88 c	15,62 c
	MCOL2758	21,92 a	17,07 bc	17,23 bc
	CM523-7	19,23 ab	16,59 bc	16,50 bc

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Contenido de ácido cianhídrico total (ppm): No hubo patrón de respuesta a los tratamientos en la cantidad de ácido cianhídrico total; sin embargo, el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor el HCNT a densidades de siembra más amplias. MCOL 2758 presentó valores más bajos con respecto a los otros cultivares (Cuadro 6.5.12).

Cuadro 6.5.12. Contenido de ácido cianhídrico total en forraje de yuca sembrada a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	<i>Densidades de siembra (plantas/ha)</i>		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MCOL1505	640,33 a	693,67 a	690,33 a
	MCOL2758	460,67 b	537,67 ab	562,33 ab
	CM523-7	636,67 a	650,67 a	651,00 ab
180	MCOL1505	495,00 a	633,00 a	687,67 a
	MCOL2758	483,33 a	557,67 a	529,00 a
	CM523-7	758,33 a	722,33 a	657,33 a
270	MCOL1505	622,33 ab	554,67 ab	669,00 ab
	MCOL2758	228,00 a	386,33 bc	397,33 abc
	CM523-7	587,33 ab	763,00 a	758,00 a
360	MCOL1505	225,00 ab	198,00 ab	156,33 b
	MCOL2758	203,67 ab	168,67 ab	227,33 ab
	CM523-7	238,00 a	207,00 ab	170,67 ab

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Caicedonia, Valle del Cauca

Rendimiento de forraje fresco (t/ha): La Cuadro 6.4.13 muestra cómo la densidad de 30x30 cm se destacó significativamente en la producción de MCOL 2737 (Brasilera) sobre MPER 183 (Peruana) y HMC-1 (ICA -P13).

La variedad MCOL 2737 sembrada a 30x30 cm, obtuvo un rendimiento máximo en el tercer corte (270 dds) de 23.1 t/ha, la misma variedad a 40x40 cm obtuvo 18,3 t/ha y a 50x50 cm 14,1 t/ha (Figura 6.5.16).

Cuadro 6.5.13. Rendimiento de forraje fresco comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MPER-183	15,80 ab	11,04 bc	6,99 d
	HMC-1	13,36 ab	11,95 abc	7,13 d
	MCOL2737	16,74 a	12,19 abc	9,11 cd
180	MPER-183	18,76 ab	13,15 de	12,88 de
	HMC-1	18,43 abc	16,20 bcd	10,60 e
	MCOL2737	23,10 a	18,34 bcd	14,12 cde
270	MPER-183	10,16 ab	5,43 e	5,19 e
	HMC-1	6,46 cde	7,79 bcd	5,54 de
	MCOL2737	11,65 a	8,37 bcd	8,07 abc
360	MPER-183	6,24 a	3,14 b	3,12 b
	HMC-1	5,33 a	2,94 b	3,01 b
	MCOL2737	5,13 a	2,74 b	2,81 b

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

La variedad MCOL 2737 sobresalió al acumular biomasa aérea en todas las densidades.

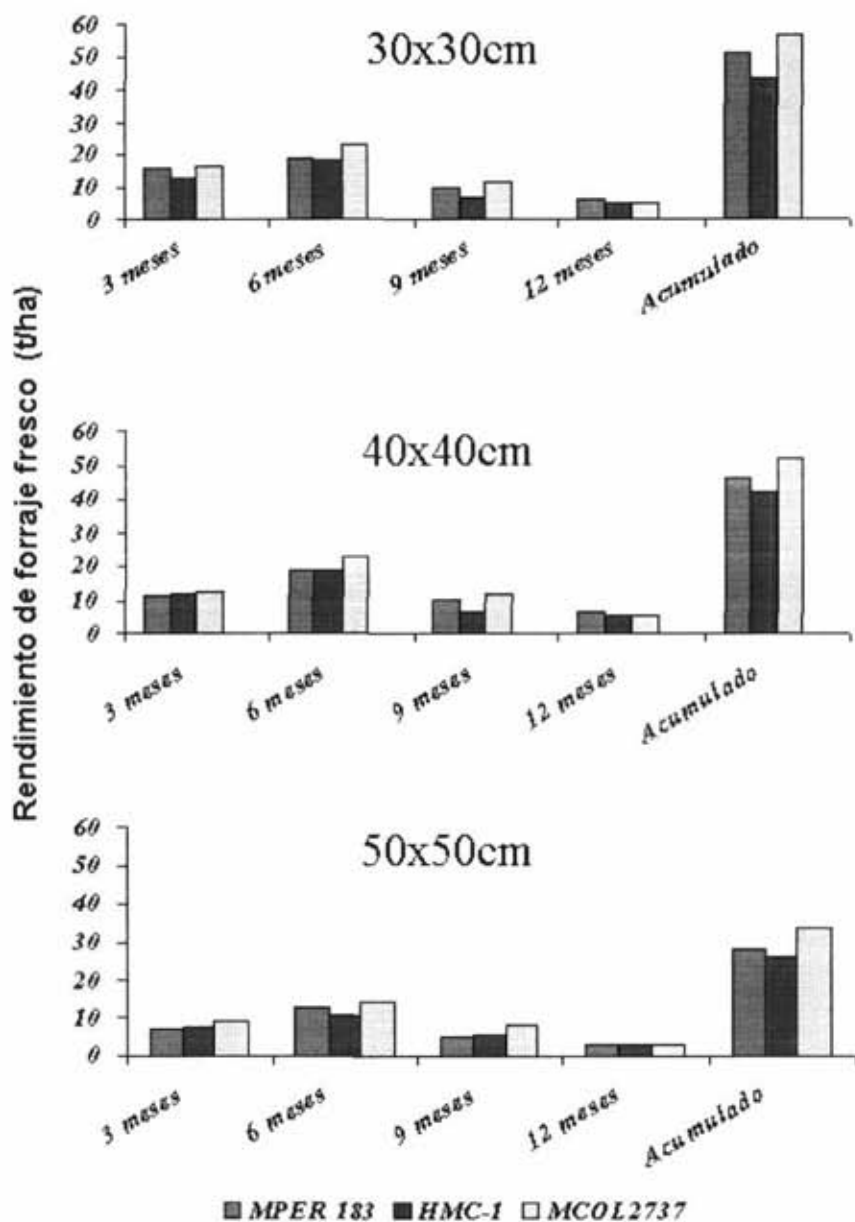


Figura 6.5.16. Rendimiento acumulado de forraje fresco en tres variedades de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Se observó el efecto del tratamiento sobre la producción de forraje fresco, a medida que transcurrió el ciclo del cultivo. Con la variedad MCOL 2737 se obtuvo un acumulado cercano a 60 t/ha/año con la densidad de 112.000 plantas/ha.

Rendimiento de forraje seco (t/ha): En esta variable se observaron diferencias significativas, tanto para tratamientos como para variedades (Figura 6.5.17). Así, la variedad MCOL 2737 sembrada a 30x30 cm produjo mayor cantidad de materia seca; en

cuanto a tratamientos, la mejor densidad de siembra fue 30x30 cm (Cuadro 6.5.14). El rendimiento de forraje seco está íntimamente ligado a la producción de forraje fresco.

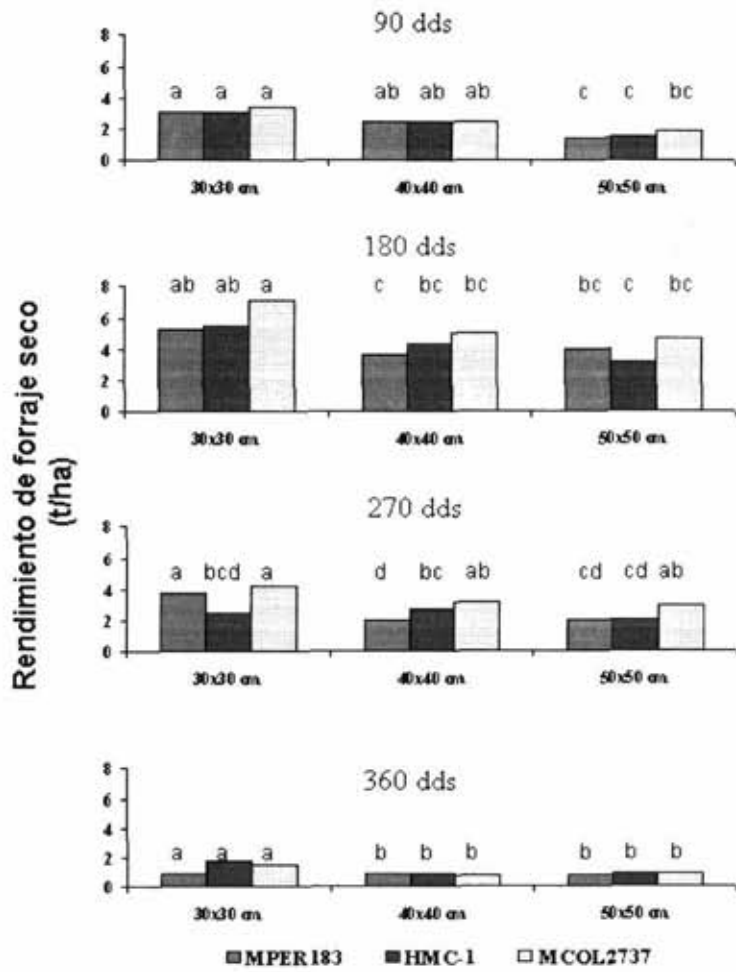


Figura 6.5.17. Rendimiento de forraje seco en tres variedades de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Cuadro 6.5.14. Rendimiento de forraje seco en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MPER-183	3,08 a	2,49 ab	1,52 c
	HMC-1	3,06 a	2,48 ab	1,56 c
	MCOL2737	3,41 a	2,51 ab	1,88 bc
180	MPER-183	5,22 ab	3,69 c	3,97 bc
	HMC-1	5,49 ab	4,35 bc	3,16 c
	MCOL2737	7,09 a	5,07 bc	4,66 bc
270	MPER-183	3,66 a	2,00 d	2,03 cd
	HMC-1	2,40 bcd	2,70 bc	2,02 cd
	MCOL2737	4,26 a	3,13 ab	2,93 ab
360	MPER-183	1,91 a	0,94 b	0,87 b
	HMC-1	1,76 a	0,92 b	0,92 b
	MCOL2737	1,49 a	0,84 b	0,88 b

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Materia seca (%): La mejor variedad en producción de materia seca fue HMC-1 sembrada a 30x30 cm; a 40x40 cm la variedad de mejor respuesta fue MPER 183 y a 50x50 cm MCOL 2737 (Figura 6.5.18). El mayor valor de materia seca (36,9%) se alcanzó en el tercer corte (270 dds), en la variedad HMC-1 (Cuadro 6.5.15). El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre variedades y tratamientos.

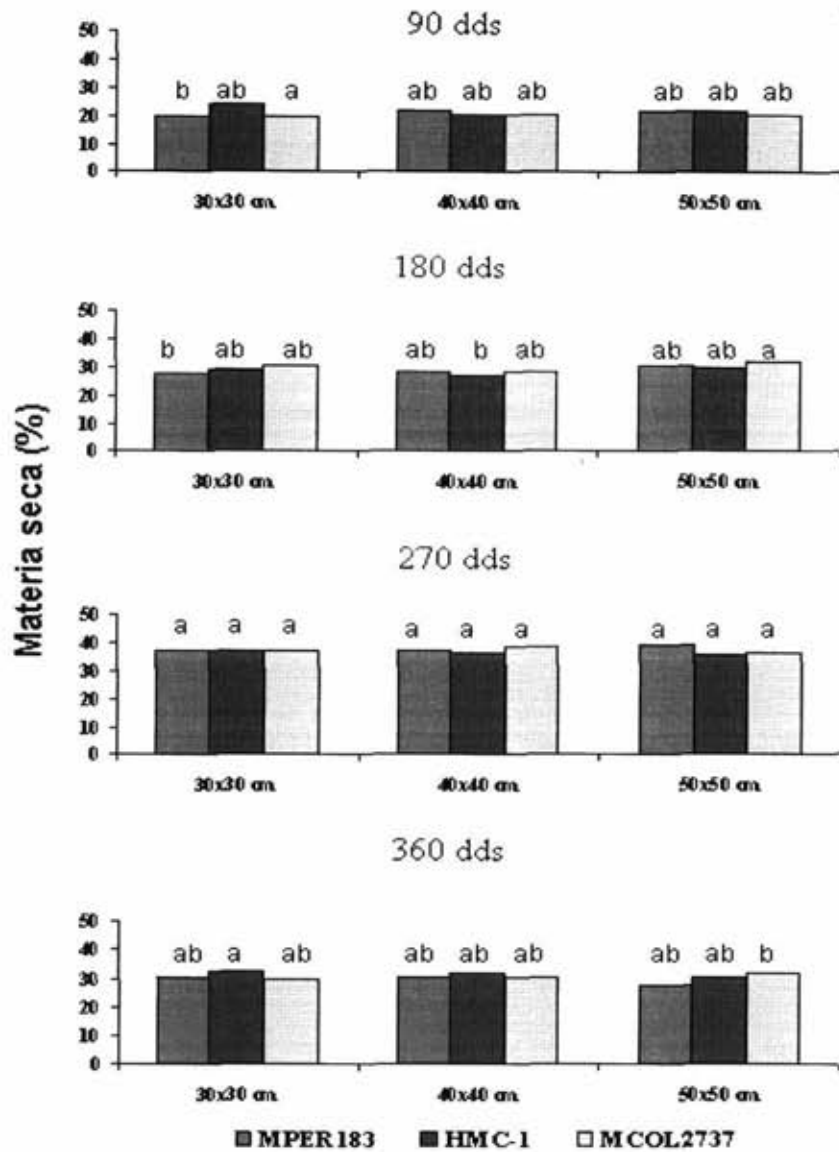


Figura 6.5.18. Contenido de materia seca en tres variedades de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Cuadro 6.5.15. Materia seca en tres variedades de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MPER-183	19,43 b	22,38 ab	21,64 ab
	HMC-1	24,30 ab	20,71 ab	21,94 ab
	MCOL2737	20,32 a	20,58 ab	20,65 ab
180	MPER-183	27,60 b	28,16 ab	30,68 ab
	HMC-1	29,48 ab	27,24 b	29,84 ab
	MCOL2737	31,18 ab	28,29 ab	32,27 a
270	MPER-183	37,77 a	37,17 a	39,20 a
	HMC-1	36,91 a	36,36 a	36,06 a
	MCOL2737	37,06 a	38,51 a	36,41 a
360	MPER-183	30,45 ab	30,55 ab	27,40 ab
	HMC-1	32,59 a	31,50 ab	30,57 ab
	MCOL2737	29,71 ab	30,46 ab	31,33 b

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Contenido de fibra cruda (%): MCOL 2737 produjo la mejor respuesta en el contenido de fibra (35%) cuando se sembró a 30x30 cm (Cuadro 6.5.16) y la peor HMC-1 sembrada a 50x50 cm (19,6%).

Cuadro 6.5.16. Contenido de fibra cruda en forraje de yuca sembrada a tres densidades en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	<i>Densidades de siembra (plantas/ha)</i>		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MPER-183	31,35 abc	26,28 c	26,08 c
	HMC-1	29,18 bc	30,95 abc	29,18 bc
	MCOL2737	35,18 a	33,00 ab	32,98 ab
180	MPER-183	32,00 abc	27,28 d	28,95 cd
	HMC-1	33,43 ab	29,18 cd	29,93 bcd
	MCOL2737	35,50 a	31,33 bcd	32,88 ac
270	MPER-183	28,53 a	27,73 a	28,26 a
	HMC-1	27,75 a	29,00 a	30,06 a
	MCOL2737	35,50 a	31,33 a	32,88 a
360	MPER-183	20,64 abc	21,21 abc	20,39 bc
	HMC-1	20,33 bc	19,83 c	19,64 c
	MCOL2737	24,63 a	22,63 abc	24,34 ab

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Contenido de grasa (%): Los mejores valores de grasa (6,6%) se encontraron en la variedad MPER 183 sembrada a 50x50 cm. Se presentaron diferencias significativas entre variedades y altamente significativas entre densidades, excepto en el segundo corte (180 dds) (Cuadro 6.5.17).

Cuadro 6.5.17. Contenido de grasa en forraje de yuca sembrada a tres densidades en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	<i>Densidades de siembra (plantas/ha)</i>		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MPER-183	4,58 bc	4,98 ab	3,35 c
	HMC-1	6,18 a	4,15 bc	4,75 abc
	MCOL2737	4,65 abc	5,55 ab	4,53 bc
180	MPER-183	6,80 a	7,18 a	6,60 a
	HMC-1	6,03 a	6,15 a	7,45 a
	MCOL2737	6,70 a	6,55 a	6,05 a
270	MPER-183	5,80 abc	6,10 ab	5,24 bcd
	HMC-1	4,56 cd	3,83 d	4,59 cd
	MCOL2737	5,71 abc	6,91 a	5,31 bcd
360	MPER-183	7,68 ab	8,15 ab	8,96 a
	HMC-1	5,76 c	7,06 bc	8,28 ab
	MCOL2737	6,86 bc	7,06 bc	7,61 ab

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

Contenido de Ácido cianhídrico total (ppm): Para esta variable, no se presentaron diferencias significativas en los cortes correspondientes a 90, 180 y 360 dds. En la cosecha realizada a los 270 dds, se presentaron diferencias entre HMC-1 y MCOL 2737, sembradas a 50x50 cm, con respecto a MPER 183 y a los otros tratamientos (Cuadro 6.5.18).

Se observa un descenso significativo a medida que pasa el tiempo hasta los 270 días.

Cuadro 6.5.18. Contenido de ácido cianhídrico total en forraje de yuca sembrada a tres densidades en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

<i>Cosecha (dds)</i>	<i>Variedad</i>	Densidades de siembra (plantas/ha)		
		<i>112.000</i>	<i>62.500</i>	<i>40.000</i>
90	MPER-183	676,25 a	743,00 a	705,25 a
	HMC-1	766,00 a	722,00 a	768,50 a
	MCOL2737	724,25 a	762,25 a	643,25 a
180	MPER-183	470,50 a	450,50 a	488,00 a
	HMC-1	489,50 a	476,25 a	541,25 a
	MCOL2737	509,75 a	507,50 a	516,75 a
270	MPER-183	88,25 b	74,25 b	111,75 b
	HMC-1	118,00 b	92,25 b	216,25 a
	MCOL2737	126,75 b	104,25 b	198,75 a
360	MPER-183	288,25 a	326,50 a	352,50 a
	HMC-1	320,50 a	328,50 a	334,75 a
	MCOL2737	330,75 a	369,00 a	421,75 a

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5%, según la prueba de Duncan.

6.5.7. Conclusiones y recomendaciones

- De las variedades utilizadas en cada sitio, por lo menos una se puede considerar como forrajera. En Ayapel, se recomienda el uso de la variedad CM 4843-1, en Buga, MCOL 2758 y en Caicedonia, MCOL 2737.
- Es posible elevar el rendimiento a más de 100 t/ha/año de forraje fresco introduciendo en el itinerario técnico actividades como: riegos oportunos, plan de fertilización más eficiente, manejo de arvenses y mecanización del cultivo, entre otras.
- La disponibilidad de agua es un factor determinante en el desarrollo del rendimiento de forraje de yuca.

- ❑ Las mejores variedades en cuanto a cantidad de forraje, no siempre son las mejores en calidad nutricional.
- ❑ La densidad de siembra afecta la cantidad de biomasa aérea producida, siendo 112.000 plantas/ha la mejor.
- ❑ El análisis proximal de los tejidos puso en evidencia que la calidad nutricional del forraje está directamente determinada por la variedad y época de corte.
- ❑ Se recomienda evaluar variedades adaptadas a condiciones templadas, en sitios a nivel del mar para determinar su respuesta al estímulo de temperatura y el cambio ambiental.
- ❑ Es necesario hacer ajustes en la siembra mecanizada para facilitar posteriores labores de cosecha, fertilización y control de arvenses.
- ❑ Se recomienda realizar ensayos tendientes a determinar la factibilidad de utilizar abonos orgánicos para mantener un nivel nutritivo en el suelo por más tiempo.
- ❑ Es necesario buscar alternativas eficaces para el manejo de arvenses en busca de reducir los costos de control.

6.5.8. Bibliografía

Álvarez, E.; Llano, G. Enfermedades y plagas del cultivo de la yuca y métodos de control. En: El cultivo de la yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT. 2001. p. 127-145

Barbosa, C. Aproveitamento da parte aérea da mandioca na alimentacao animal. Sao Paulo, Brasil. 1972. 71 p.

Bellotti, A. C. Insectos y ácaros de la yuca y su control. En: El cultivo de la yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT. 2001. p. 159-200

Best, R. G. Procesamiento de las raíces de yuca para alimentación animal. En: YUCA: investigación, producción y utilización. Cali: CIAT. 1982. p. 513-533

Buitrago, J. A. La yuca en la alimentación animal. Cali: CIAT. 1990. 759 p.

Buitrago, J. A. La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos avícolas 14. FENAVI, FONAV. Bogotá: 2001. 47 p.

Cadavid, L. F. Nutrición del cultivo de la yuca. Cali, CIAT, Colombia, 2001

Cadavid, L. F.; Howeler, R. H. Respuesta de la yuca a la aplicación de NPK en suelos con diferentes características. Palmira. Universidad Nacional de Colombia, 1988. 185 p.

Cadavid, L. F. Seminario: Fertilidad del suelo y su potencial productivo. En: Manejo productivo de suelos de laderas cultivadas con yuca. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1995

Cadavid, L. F. Conservación de suelos dedicados al cultivo de la yuca. En: El cultivo de la yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización Cali: CIAT, 2002. (en impresión)

Cock, J. H. La yuca. Nuevo potencial para un cultivo tradicional. Cali: CIAT, 1989. 240 p.

Domínguez, L. E. Investigación, producción y utilización. Cali: CIAT, 1982. 660 p.

Frederick, N. *Manihot esculenta* (Cassava): cianogénesis, ultraestructura y germinación de semillas. Dinamarca, 1978. 260 p.

Guzmán, N. L.; Pérez, R. A. Evaluación del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) bajo diferentes densidades de población en una zona del municipio de Puerto Libertador, Córdoba. Trabajo de grado. Montería: Universidad de Córdoba, 1992. 177 p.

Howeler, R. H. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales en algunos cultivos tropicales. Cali: CIAT, 1983. 28 p.

Howeler, R. H.; Cadavid, L. F. Prácticas de conservación de suelos para producción de yuca en laderas. En: Suelos Ecuatoriales (Colombia) 1985. Vol. 14. No 1. 1985. p. 303-310

Montaldo, A. La yuca o Mandioca. San José, Costa Rica: IICA, 1985. 385 p.

Montaldo, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica: IICA, 1991. 407 p.

Montaldo, A.; Montilla, J. J. Production of cassava foliage. En: Tropical Root Crops Symposium. Maracay: Universidad Central de Venezuela. 1977. p. 142-143

Montilla, J. J. Uso de la yuca en la alimentación de aves, cerdos y vacunos. En: Alimentación Animal, No. 22, 1973. p. 115-125

Montilla, J. J. Valor actual y potencial de la raíz y el follaje de yuca en la alimentación animal. En: Alcance. No 31. Maracay: Universidad Central de Venezuela, 1980. 759 p.

Moore, P. C. Uso del forraje de yuca en la alimentación de rumiantes. En: Memoria del seminario internacional de ganadería tropical. México, 1976. p. 47-62

Ruiz, M. L. Efecto de la distancia de plantación sobre los rendimientos de la yuca forrajera en condiciones. En: Viandas tropicales. Vol. 10. No. 2. 1987. p. 79-90

Sánchez, E. D. Manual para producir follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en Tabasco. Tabasco: INIFAP. México, 1999. 95 p.

Ventura, J.; Pulgar, R. Efecto de la densidad de siembra y frecuencia de corte sobre los componentes de la producción y follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) En: Revista de agronomía: Vol 7; 1990. p. 229-243

6.6. Investigación en producción de yuca forrajera en Colombia

*Luis Fernando Cadavid López**
*Jorge Luis Gil Llanos***

Por lo general, la yuca se aprovecha como fuente energética en la alimentación de animales, utilizando las raíces. El uso de la parte aérea es reducido, ya que no se le ha dado la importancia y el valor que tiene.

El cultivo de la yuca se ha expandido a escala nacional gracias a la cantidad de usos potenciales que tiene. Uno de ellos es la utilización del forraje (láminas foliares, pecíolos y tallos frescos) para la alimentación de animales monogástricos (aves, cerdos) y rumiantes (bovinos).

La factibilidad de usar el follaje de yuca es alta, debido al alto contenido nutricional y a la adaptabilidad del cultivo en diferentes suelos y climas del país.

La composición nutricional del follaje de yuca presenta una gran variación en cuanto a su calidad y cantidad, por efecto de una serie de factores como tipo de cultivar, condiciones y clase de suelo, condiciones climatológicas (especialmente precipitación), edad de la planta, época de corte, proporción entre lámina foliar-pecíolo y tallos. A mayor edad de la planta, se obtiene menor contenido de proteína y mayor cantidad de fibra y materia seca.

La proteína y la fibra determinan la calidad del follaje y su producto final para la alimentación de animales, especialmente los monogástricos.

Mientras que las raíces de yuca contienen cerca de 2.3% de proteína cruda, la parte aérea, y especialmente las hojas, presentan altos contenidos que oscilan entre el 22 y 28% comparables con los de alfalfa y otras leguminosas como se puede observar en el Cuadro 6.6.1. También, si se compara con algunas gramíneas, su valor en proteína y energía digestible, es más alto (Cuadro 6.6.2), por ello, estos órganos representan un gran potencial como suplemento del forraje para animales. Además, las hojas de yuca son ricas en carotenos, vitaminas B1, B2, C y minerales.

Buitrago (1990), considera la proteína, la fibra, la grasa y las cenizas, como los elementos principales en la composición de harina de follaje de yuca para la preparación de dietas balanceadas para animales (Cuadro 6.6.3 y 6.6.4).

* Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Suelos, Sistemas de Producción de Yuca. CLAYUCA, Cali, Colombia.
E-mail: l.cadavid@cgiar.org

** Zootecnista. Uso de la Yuca en la Alimentación Animal. CLAYUCA, Cali, Colombia.
E-mail: j.l.gil@cgiar.org

Cuadro 6.6.1. Contenido promedio de materia seca, proteína cruda y energía digestible de algunos recursos forrajeros (adaptado de Chamorro et al., 1998; González et al., 1969)

<i>Leguminosas</i>	Materia Seca		Proteína Cruda		Energía Digestible	
	%	t/ha/año	%	kg/ha/año	Mcal/kg/año	Mcal/ha/año
Kudzú	24	10.0	21	2100	2.20	22000
Desmodium o.	21	4.5	15.0	675	1.90	8550
Matarratón	25	12.0	21.2	2544	2.10	25200
Leucaena	35	15.2	25.7	3906	1.90	28880
Alfalfa	25.8	24.0	22.5	5400	1.47	35280
Yuca forrajera	25	40.0	22.0	8800	1.70	68000

Cuadro 6.6.2. Contenido promedio de materia seca, proteína cruda y energía digestible de algunos recursos forrajeros (adaptado de Chamorro et al., 1998)

<i>Grámíneas</i>	Materia Seca		Proteína Cruda		Energía Digestible	
	%	t/ha/año	%	kg/ha/año	Mcal/kg/año	Mcal/ha/año
Imperial	22	19.8	8.0	1584	2.36	46728
King grass	22	30.8	7.0	1848	2.09	64372
Elefante	22	26.4	7.0	1848	1.98	52272
Guinea	20	18.5	9.8	1813	2.00	37000
Estrella	20	20.0	10.5	2100	2.20	44000
Brachiaria decumbens	20	12.0	8.5	1020	2.00	24000
Sorgo forrajero	33.4	12.3	10.9	1345	2.96	36408
Maíz completo (100 días)	32	14.5	8.8	1268	3.22	46690
Yuca forrajera	25	40.0	22.0	8800	1.70	68000

Cuadro 6.6.3. Composición nutricional (base seca) de algunos materiales forrajeros usados en alimentación animal.

Análisis proximal	<i>Manihot esculenta</i>	<i>Zea mayz</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Pueraria phasecoloides</i>
Proteína cruda %	18.1	7.3	20.2	16.3
Extracto etéreo %	3.7	2.2	3.0	3.9
Cenizas %	11.2	6.7	11.7	8.0
Fibra cruda %	21.0	33.9	25.9	37.1

Fuente: McDowell et al., 1974, reportado por Rosero, 2002.

Cuadro 6.6.4. Calidad nutricional en la parte aérea de la planta de yuca.

Análisis	Lámina foliar	Lámina foliar y pecíolos	Lámina foliar, pecíolos y tallos
Proteína cruda %	22.7	21.6	20.2
Cenizas %	10.9	9.8	8.5
Extracto etéreo %	6.3	6.3	5.3
Fibra cruda %	11.0	11.6	15.2
Calcio %	1.68	1.7	1.68
Fósforo %	0.29	0.24	0.28
Potasio %	0.69	0.60	1.09

Fuente: Van Poppel, 2001, reportado por Buitrago, 2001.

En muchas regiones del mundo, y entre ellas Colombia, la producción pecuaria ha aumentado ostensiblemente, lo que ha obligado a nuestro país a importar grandes cantidades de material prima (maíz, sorgo, soya) para la elaboración de concentrados, aumentando los costos de mantenimiento pecuario. De ésta manera, se abre la oportunidad de emplear el forraje de yuca como suplemento proteico en las dietas de muchos animales.

Por las razones anteriormente citadas, CLAYUCA ha desarrollado una serie de investigaciones encaminadas a potencializar este recurso y ha realizado sendos ensayos de yuca forrajeras en diferentes clases de suelos y climas, basados en experiencias anteriores en suelos de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia, para observar el efecto de variedad, densidad de siembra y época de corte de la parte aérea y cuantificar su potencial como yuca forrajera.

Howeler (1985), muestra cómo utilizando poblaciones entre 20.000 y 62.000 plantas/ha se lograron rendimientos de follaje seco cercanos a 24 t/ha durante siete cortes periódicos, especialmente con los cultivares CMC 92 y Regional Amarilla.

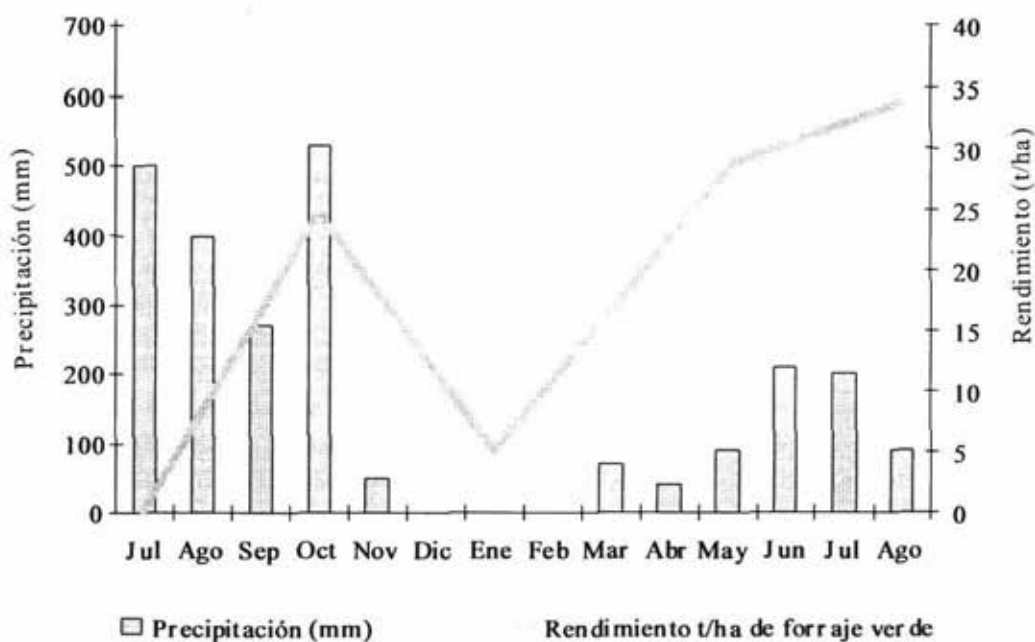
Cadavid (2002, comunicación personal), reseña los datos de un ensayo realizado en suelos de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia, con el cultivar CMC 92 y una densidad de siembra de 62.000 plantas por hectárea, se obtuvo una producción de 85 t/ha de forraje fresco y un contenido de proteína que osciló entre el 14 y 25% dependiendo del corte y de las condiciones climatológicas de la región (Cuadro 6.6.5).

Cuadro 6.6.5. Producción de forraje fresco (t/ha) del cultivar CMC 92 (Algodona) en suelos de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia con una densidad de siembra de 62500 plantas/ha durante 24 meses.

Edad de corte en meses	3	6	9	12	15	18	24	Total t/ha
Forraje fresco t/ha	24.5	5.0	15.0	6.0	8.6	16.8	8.7	84.6
Proteína cruda %		24.8	13.6	22.7	20.2	17.4	14.8	
Fibra cruda %		20.8	34.4	16.1	22.9	31.6	32.7	
Cenizas %		6.4	4.8	4.3	5.3	3.2	3.8	

Fuente: Cadavid, 2002 (comunicación personal).

Es importante tener en cuenta el factor climatológico, ya que se demostró que influye significativamente en la cantidad de materia fresca, como lo muestran los datos registrados en la Figura 6.6.1, en un ensayo realizado en un suelo arcillo-arenoso en Ayapel, Córdoba, Colombia, a una altura de 22 m.s.n.m., temperatura de 27⁰ C y una precipitación promedio de 2600 mm/año.



Adaptado de Rosero, 2002

Figura 6.6.1. Interacción precipitación vs. rendimiento de forraje fresco en Ayapel, Córdoba. Variedad CM 4843-1

Así mismo, se realizaron varios ensayos en diferentes regiones de Colombia para observar el efecto de variedades, densidades de siembra y época de corte sobre la producción de forraje fresco y la calidad de este material en términos de contenido de proteína cruda, fibra cruda, cenizas y extracto etéreo.

Los resultados están reseñados en los Cuadros 6.6.6 y 6.6.7. Se registran los datos de mejor cultivar, con una densidad de siembra de 112.000 plantas/ha, ya que en estos ensayos este fue el tratamiento más representativo.

Cuadro 6.6.6. Producción de forraje fresco (t/ha) del cultivar CM 4843-1 en suelos de Ayapel, Córdoba, Colombia, con una densidad de siembra de 112.000 plantas/ha durante 12 meses.

Edad de corte en meses	3	6	9	12	Total t/ha
Forraje fresco t/ha	24.45	4.80	27.20	34.96	91.4
Proteína cruda %		18.6	22.2	11.8	

Fuente: Extractada de Rosero, 2002.

Cuadro 6.6.7. Producción de forraje fresco (t/ha) del cultivar Mper 183 en suelos de Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia con una densidad de siembra de 112.000 plantas/ha durante 21 meses.

Edad de corte en meses	3	6	9	12	18	21	Total t/ha
Forraje fresco t/ha	15.8	18.8	10.1	6.2	18.3	12.4	81.6
Proteína cruda %	18.0	13.5	12.0	17.3	14.3		
Fibra cruda %	31.3	32.0	28.5	20.6	33.1		

Fuente: Completada y adaptada de Rosero, 2002.

Buscando eficiencia de siembra, labores culturales, época de corte, fertilización adecuada, se realizó un ensayo en un suelo tipo Mollisol, con excelentes condiciones químicas, en Candelaria, Valle del Cauca, Colombia (Cuadro 6.6.8). Se empleó una densidad de siembra de 50.000 plantas/ha y el cultivar HMC-1. A los 11 meses después de la siembra se han obtenido cerca de 112 t/ha de material fresco (cuatro cortes).

Cuadro 6.6.8. Producción de forraje fresco (t/ha) del cultivar HMC-1 en suelos de Candelaria, Valle del Cauca, Colombia, con una densidad de siembra de 48.000 plantas/ha durante 11 meses.

Edad de corte en meses	3	7	9	11	Total t/ha
Forraje fresco t/ha	18.0	53.5	26.7	13.5	111.5
Proteína cruda %	26.7	18.3	20.5		
Fibra cruda %	29.6	32.0	25.9		
Grasa %	5.5	4.8	4.3		

Fuente: CLAYUCA, 2002 (datos sin publicar)

Con los datos obtenidos en este ensayo, se puede observar que en suelos con excelentes condiciones de fertilidad y buena distribución de lluvias y riego suplementario, o alguno de las dos, se puede manejar una menor densidad, pero con un arreglo diferente en el campo. Se trabajó con caballones separados a 70 cm y una distancia entre plantas de 30 cm.

También, con los datos de este ensayo se pudo observar que el tiempo de corte se puede disminuir. Es decir, el primer corte se debe realizar a los tres meses y los cortes sucesivos cada 45 ó 60 días para aumentar el contenido de proteína y disminuir posiblemente el de fibra cruda.

Un tema que preocupa bastante, y especialmente en suelos no muy productivos tipo Oxisol, Ultisol, es el de la fertilización. Es necesario realizar ajustes, pues normalmente se están empleando los mismos parámetros utilizados para producción de raíces de yuca.

En el ensayo realizado en suelo de Candelaria, Valle del Cauca, Colombia, se está cuantificando el contenido de nutrimentos que la planta extrae del suelo en cada corte (Cuadro 6.6.9). Es bien notorio el efecto depresivo que un cultivo manejado de esta forma causa en el suelo. Por ejemplo, por tonelada de forraje fresco cosechado, la planta extrae en promedio 9.07 kg/ha de N; mientras que cuando se maneja este cultivo para producción de raíces, la extracción considerando toda la planta (parte aérea y raíces) es alrededor de 4.42 kg/ha. Por consiguiente, es necesario ajustar la fórmula de fertilización, teniendo en cuenta los altos los altos requerimientos del cultivo forrajero.

Cuadro 6.6.9. Concentración y contenido de nutrimentos de la variedad HMC-1 en suelos de Candelaria, Valle del Cauca, Colombia

Edad corte	Concentrado de nutrimento (%)						Extracción de Nutrimentos (kg/ha)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
3 meses	4.27	0.32	2.28	1.70	0.47	0.29	230.6	17.3	123.1	91.8	25.4	15.7
7 meses	2.92	0.36	1.99	1.25	0.42	0.24	307.5	37.9	2209.5	131.6	44.2	25.3
9 meses	3.28	0.36	1.82	1.40	0.54	0.24	178.8	19.8	100.1	77.0	29.7	13.2
Total							716.9	75.0	432.7	300.4	99.3	54.2
Extracción media por toneladas de follaje fresco cosechado							9.07	0.88	5.20	3.78	1.22	0.66

Fuente: CLAYUCA, 2002 (datos calculados por L.F. Cadavid)

Con los datos de este tipo de ensayo se está tratando de realizar un ajuste a la fertilización de la yuca manejada como forraje. Esto es muy importante, ya que en México, Estado de Campeche, se está sembrando yuca forrajera en grandes extensiones y CLAYUCA está brindando la asesoría en este campo, y la fertilización es uno de los grandes interrogantes.

En la actualidad, ellos utilizan una densidad de siembra entre 100.000 y 120.000 plantas/ha, sembrando con una sembradora tipo PMCT 8.000, TREVISAN SEM-08, AGSA de ocho líneas que deja el cangre enterrado a 7 cm de profundidad. Este factor facilita la labor de cosecha que es realizada con una máquina cortadora tipo JHON DEERE 972 de aspas y con una altura de corte entre 10 y 15 cm de la superficie del suelo.

En la actualidad, por el sistema de siembra manual en Colombia, se realiza el corte a una altura de 40 cm de la superficie del suelo. Este corte se efectúa a mano o machete, pero el costo es alto, ya que se requieren alrededor de 25 jornales/ha para ejecutar esta labor (Cuadro 6.6.10).

Se están realizando esfuerzos para suplir estas deficiencias y se han adelantado algunos ensayos con diferentes tipos de cortadoras mecánicas (Figuras 6.6.2 y 6.6.3). Para extensiones menores se ensayó la guadaña con disco o corbatín con un rendimiento promedio de dos guadañas-hombre/ha y cuatro recolectores (Figura 6.6.4 y 6.6.5).

Cuadro 6.6.10. Costos de producción de yuca forrajera por hectárea.

	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
1- Análisis de suelo				
Toma de muestra	Global	1	1,030	1,030
Laboratorio	Global	1	8,000	8,000
Subtotal				9,030
2- Asistencia técnica				
Ingeniero agrónomo	Global	1	27,000	27,000
Subtotal				27,000
3- Preparación del terreno				
Preparación del terreno	Global	1	170,000	170,000
Subtotal				170,000
4- Semilla / siembra				
Costo semilla (20 cm)	Cangre	48000	20	960,000
Transporte de semillas (700 cangres/bulto)	Bulto	69	2,500	172,500
Siembra	Jornal	25	10,300	257,500
Subtotal				1,390,000
5- Control de malezas	kg / lt	2	34,000	68,000
Pre-emergente				
Aplicación	Jornal	2	10,300	20,600
Pos-emergente (cada 3 meses)	lts	4	15,000	60,000
Aplicación	Jornal	8	10,300	82,400
Subtotal				231,000
6- Fertilización				
Abono	Bulto	30	30,000	900,000
Transporte abono	Bulto	30	2,500	75,000
Aplicación	Jornal	8	10,300	82,400
Subtotal				1,057,400
7- Control de plagas y enfermedades				
Insecticida	lt / kg	2	15,000	30,000
Aplicación	Jornal	2	10,300	20,600
Subtotal				50,600
8- Cosecha de follaje				
4 Cosechas al año 20 jornales / corte	Jornal	80	10,300	824,000
Total costos de producción				3,732,030



Figura 6.6.2. Cosecha semi-mecanizada, cosechador de disco, adaptado al toma fuerza del tractor.

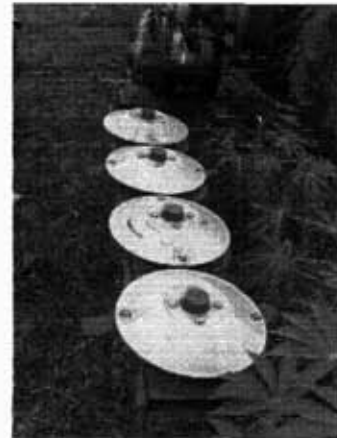


Figura 6.6.3. Cosecha mecanizada, cosechadora y picadora de una sola línea.



Figura 6.6.4. Cosecha semi-mecanizada. Guadaña de disco o corbatín.



Figura 6.6.5. Cosecha manual de yuca forrajera en Candelaria, Valle del Cauca, Colombia

6.7. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

Informe técnico
*Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, CIAT**

6.7.1. Evaluación de resistencia varietal a enfermedades de yuca

El uso de variedades resistentes es la herramienta más económica para combatir enfermedades de importancia en el cultivo de la yuca como el *Añublo Bacterial*, el *Superalargamiento* y las *Pudriciones Radicales*. El Programa de Patología de Yuca del CIAT, de manera permanente, evalúa resistencia a enfermedades de genotipos de yuca y de familias de cruzamientos, con el fin de identificar fuentes de resistencia y genotipos promisorios para diferentes zonas agroecológicas.

Añublo Bacterial (Xanthomonas axonopodis pv. manihotis) y Superalargamiento (Sphaceloma manihoticola)

Metodología

En Villavicencio y Matazul (Meta), se caracterizaron 88 genotipos de yuca por su reacción a Añublo Bacterial (CBB) y 80 por su resistencia a Superalargamiento (SA) bajo presión natural de inóculo de varios patotipos del agente causante. De cada genotipo se sembraron cinco plantas y se ubicaron testigos susceptibles cada diez surcos. Se hicieron tres evaluaciones durante el ciclo de cultivo, utilizando una escala de 1 a 5, donde 1, 1,5 y 2 son resistentes, 2,5 a 3,5 son intermedios, y mayor a 4 son susceptibles.

Resultados

En Villavicencio, 55 genotipos fueron intermedios a CBB y resistentes a SA, siete variedades fueron intermedias a ambas enfermedades, y 80 genotipos fueron resistentes a SA. En Matazul, 51 genotipos fueron resistentes a CBB y SA, indicando que la presión de la enfermedad fue menor en esta localidad. En los dos sitios, 31 genotipos fueron intermedios a CBB y resistentes a SA en Villavicencio y resistentes a ambas enfermedades en Matazul. El Cuadro 5.4.1 muestra 73 genotipos evaluados en ambas localidades. La variedad La Reina (CM 6740-7) tuvo reacción intermedia a CBB y SA en Villavicencio, pero no se evaluó en Matazul.

La variedad M Bra 489 tuvo el rendimiento más alto en Villavicencio (35,6 t/ha) y fue intermedia a CBB y resistente a SA, respectivamente. Chiroza Morada fue tolerante a la enfermedad, produciendo 35 t/ha, a pesar de mostrar síntomas severos de CBB. Otros genotipos con alto rendimiento fueron SM 1871-39, M Bra 466 y M Col 2329.

* Proyecto PE-I. Líder: Anthony Bellotti, Ph.D., Entomología. E-mail: a.bellotti@cgiar.org
Elizabeth Álvarez, jefe de Patología de yuca. E-mail: e.alvarez@cgiar.org

Cuadro 6.7.1. Reacción a la enfermedad y rendimiento de genotipos de yuca a *Añublo Bacterial* de la yuca (CBB) y *Superalargamiento* (SA) en Villavicencio y Matazul (Meta, Colombia).

Genotipo	Villavicencio			Matazul		Genotipo	Villavicencio			Matazul	
	CBB	SA	T/ha	CBB	SA		CBB	SA	T/ha	CBB	SA
Chiroza Morada	S	I	35,0	I	R	SM 1361-8	I	R	10,6	R	R
CM 523-7	S	R	5,0	I	R	SM 1363-3	S	R	10,0	R	R
CM 2177-2	I	R	12,0	R	R	SM 1411-5	S	R	13,8	R	R
CM 6055-3	I	R	3,8	I	R	SM 1460-1	I	R	20,8	S	R
CM 6697-2	I	R	14,6	R	R	SM 1468-9	I	R	17,1	R	R
CM 6740-7	I	I	-	-	-	SM 1545-19	I	R	8,8	R	R
CM 6787-9	S	R	10,0	I	R	SM 1545-22	I	R	6,3	R	R
CM 6975-14	I	R	8,3	R	R	SM 1545-25	S	R	7,5	S	R
CM 7086-17	I	R	11,3	R	R	SM 1553-23	I	R	6,3	R	R
CM 7389-9	S	R	1,9	R	R	SM 1555-17	I	R	22,1	I	R
CM 7747-7	S	I	21,3	R	R	SM 1583-8	I	R	15,4	R	R
M Bra 461	I	R	10,8	S	R	SM 1588-1	S	R	15,0	R	R
M Bra 466	I	I	27,9	S	R	SM 1642-13	S	R	0,0	R	R
M Bra 489	I	R	35,6	R	R	SM 1673-11	I	R	12,9	R	R
M Col 707	I	R	15,0	R	R	SM 1682-2	I	R	14,4	R	R
M Col 2307	I	R	21,7	S	R	SM 1788-16	S	R	7,5	R	R
M Col 2329	I	R	27,5	R	R	SM 1811-36	I	I	7,5	I	R
M Col 2737	S	R	16,4	I	R	SM 1812-56	S	R	5,4	I	R
M CR 32	I	R	12,9	R	R	SM 1812-72	I	R	10,0	S	R
M Ecu 82	S	R	3,8	R	R	SM 1820-8	I	R	11,7	I	R
M Esc Fla 007	I	R	8,8	R	R	SM 1821-7	S	R	12,2	I	R
M Esc Fla 039	I	R	15,0	R	R	SM 1822-12	I	R	7,9	I	R
M Esc Fla 075	I	I	9,4	R	R	SM 1828-11	I	R	15,0	R	R
M Ven 77	I	R	17,1	R	R	SM 1855-9	I	R	18,3	R	R
SB 0240-8	S	-	-	I	R	SM 1855-21	I	R	12,1	R	R
SG 104-74	I	R	21,3	I	I	SM 1859-26	I	R	12,9	R	R
SM 1080-1	I	R	2,5	R	R	SM 1860-19	I	R	10,0	I	R
SM 1143-22	I	R	16,3	R	R	SM 1862-25	S	I	3,3	I	R
SM 1144-4	I	R	3,8	I	R	SM 1871-29	I	R	16,3	I	R
SM 1152-16	I	I	11,7	S	R	SM 1871-32	I	R	12,9	R	R
SM 1152-19	I	I	21,9	I	R	SM 1871-38	S	R	-	R	R
SM 1215-1	I	R	3,3	R	R	SM 1871-39	I	I	33,3	R	R
SM 1223-20	I	R	2,5	R	R	SM 1912-4	S	R	7,1	I	R
SM 1225-11	I	R	4,4	R	R	SM 2061-1	S	I	3,8	R	R
SM 1225-12	I	R	19,6	I	R	SM 2062-2	S	R	2,5	R	R
SM 1225-13	I	R	6,3	I	R	SM 2069-4	I	R	5,4	R	R
SM 1345-10	I	R	20,0	I	I	SM 2219-9	I	R	24,6	R	R

* R = resistente; I = intermedio; S = susceptible; = no determinado.

6.7.2. Evaluación de resistencia de la familia CM 9582 (M Bra 1045 x M Cr 81) a diferentes especies de *Phytophthora* y *Pythium*, causantes de pudriciones radicales

Metodología

Se inocularon raíces de yuca de 38 individuos de la familia CM 9582 (M Bra 1045 x M Cr 81) y sus padres, con discos de medio con crecimiento de los aislamientos de *Phytophthora* 44 (*P. capsici*), P12 (*P. vignae*), P4 (*P. palmivora*) y 69 (*Pythium* sp.). El daño en la raíz se determinó mediante medición del ancho y el largo de lesiones, 5 días después de inocular. La variedad M Bra 12 se utilizó como control.

Resultados

Mediante el análisis de cluster de varianza mínima de Ward, a un nivel de confianza de 94.5%, se formaron cuatro grupos de variedades de acuerdo con la resistencia a la enfermedad. Estos grupos variaron de 1,8 cm² – 9,17 cm² para el grupo resistente; 9,18 cm² –13,88 cm² para el moderadamente resistente; 13,89 cm²–20,13 cm² para el grupo intermedio y 20,14 cm²–25,46 cm² para el grupo susceptible (Cuadro 6.7.2).

23,6% de los individuos fueron resistentes; 39,5% fueron moderadamente resistentes; 26,3% intermedios y 4% susceptibles. M Bra 1045 fue susceptible a los aislamientos 69 y 44, e intermedio a P4, mientras que M Cr81 fue resistente a los aislamientos 44 y P12, e intermedio a P4. La variedad control M Bra 12, fue susceptible a los aislamientos 69 y P4, pero mostró resistencia moderada a intermedia a los aislamientos 44 y P12. El aislamiento 69 fue el más agresivo, seguido por el 44.

6.7.3. Evaluación de prácticas de manejo integrado sobre la incidencia y severidad de pudriciones radicales de yuca

Metodología

Municipio Santander de Quilichao (Cauca)

En abril de 2000, en el departamento del Cauca se establecieron dos ensayos en las veredas de San Jerónimo y Mondomito del municipio de Santander de Quilichao (Cauca), para evaluar el control de algunas prácticas sobre *Phytophthora* spp.

Cuadro 6.7.2. Genotipos de yuca, familia CM 9582 (M Bra 1045 x M Cr 81), evaluada por resistencia a diferentes aislamientos de *Phytophthora* y *Pythium*, inoculando raíces en condiciones de laboratorio.

Variedad	Aislamiento ¹				Promedio tamaño de lesión (cm ²)
	44	P4	P12	69	
CM 9582-1	16.3 ²	10.6	6.9	-	10.48
CM 9582-2	16.9	7.8	4.0	-	7.65
CM 9582-3	24.4	29.8	-	16.8	19.18
CM 9582-4	15.5	19.5	1.8	-	10.03
CM 9582-5	28.8	11.6	-	7.1	14.56
CM 9582-6	20.2	-	6.2	-	9.61
CM 9582-7	16.4	4.1	4.7	-	7.60
CM 9582-8	6.4	13.9	3.2	-	5.87
CM 9582-9	23.1	23.0	-	20.8	18.28
CM 9582-10	31.5	22.5	3.8	-	17.06
CM 9582-11	34.3	26.3	32.8	30.0	21.33
CM 9582-12	22.3	17.2	4.6	-	13.19
CM 9582-13	15.9	22.4	-	31.7	21.07
CM 9582-14	19.0	9.4	3.2	-	7.91
CM 9582-15	21.0	16.4	-	20.8	17.90
CM 9582-16	19.0	16.8	4.1	-	9.35
CM 9582-17	18.0	10.4	-	8.4	9.83
CM 9582-18	20.6	9.8	-	16.4	11.70
CM 9582-20	17.9	13.6	12.3	17.0	10.56
CM 9582-21	15.5	16.4	3.8	-	9.75
CM 9582-22	24.3	25.6	16.6	33.0	16.93
CM 9582-23	24.7	17.9	27.2	22.2	17.30
CM 9582-24	32.9	31.8	-	19.6	25.46
CM 9582-25	15.2	12.9	-	30.0	17.93
CM 9582-26	25.6	13.1	28.6	24.3	17.41
CM 9582-27	15.3	12.6	6.3	-	10.42
CM 9582-28	22.0	-	-	-	11.00
CM 9582-29	16.6	-	6.2	-	8.99
CM 9582-30	10.4	8.8	3.0	-	6.53
CM 9582-31	16.3	18.5	2.3	-	10.65
CM 9582-32	19.6	15.0	5.2	-	7.67
CM 9582-33	39.7	20.0	7.6	-	23.72
CM 9582-34	24.6	22.9	9.8	30.7	17.13
CM 9582-35	15.9	22.2	4.9	-	9.95
CM 9582-36	17.6	13.2	2.5	-	8.33
CM 9582-37	17.2	13.7	4.1	-	9.54
CM 9582-38	17.8	16.1	4.9	-	11.63
CM 9582-40	10.3	11.1	7.2	-	7.85
M Bra 1045	22.7	15.6	-	24.6	15.64
M Cr 81	8.5	16.9	4.3	-	7.82
M Bra 12	16.8	20.6	10.2	29.3	12.12
Average	20.8	16.9	9.14	22.5	
Duncan 5%	6.94	6.94	6.94	6.94	

¹ Origen de los aislamientos: 44 = Quindío, Colombia; P4= Colombia; P12= Brasil; 69= Colombia. ² Se midió tamaño de lesión (cm²). Los métodos de control evaluados fueron:

Tratamiento 1: 2,5 t/ha Gallinaza + 300 kg/ha del abono químico Agropremix® (15% de nitrógeno, 10% de P₂O₅, 12% de zinc, 2% de boro, 0,75% de cobre, 3% de azufre y 0,01% de molibdeno).

Tratamiento 2: 2,5 t/ha de Gallinaza + Sulfato de Potasio (180 kg/ha K₂O).

Tratamiento 3: 2,5 t/ha de Gallinaza + Cloruro de Potasio (180 kg/ha K₂O).

Tratamiento 4: 2,5 t/ha de Gallinaza y termoterapia de estacas en agua calentada con fuego de leña a 49°C durante 49 minutos.

Tratamiento 5: *Trichoderma* cepa 14 PDA-4 (1 x 10⁴ conidias /ml).

Tratamiento 6: *Trichoderma* cepa 19 TSM-3A (1 x 10⁴ conidias /ml).

Tratamiento 7: Variedad La Reina (CM 6740-7).

Tratamiento 8: Selección de estacas.

Tratamiento 9: 2,5 t/ha de Gallinaza (tradicional del agricultor).

En todos los tratamientos se incorporó gallinaza (2,5 t/ha) por ser práctica tradicional de los agricultores de la región. Se sembró la variedad regional Verdecita (MCOL 1505), cuya semilla se obtuvo en la finca ubicada en San Jerónimo, donde se presentó la enfermedad. El diseño experimental utilizado en esta siembra fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones y 20 plantas por tratamiento. El tratamiento 6 sólo se aplicó en San Jerónimo.

Siguiendo la costumbre de cada agricultor, en el ensayo establecido en San Jerónimo, se aplicó cal dolomítica en dosis de 500 kg/ha y la aplicación de los fertilizantes se hizo a los 35 días después de siembra, mientras que en Mondomito se aplicaron al momento de la siembra y no recibió cal.

La termoterapia consistió en sumergir las estacas en una caneca con agua calentada con leña a 49°C durante 49 minutos. Para inocular el hongo *Trichoderma* se sumegieron las estacas durante 10 minutos en una suspensión de concentración 1 x 10⁴ conidias/ml. Posteriormente, se aplicaron 100 ml de la suspensión al pie de cada planta, tratamiento que se continuó haciendo cada 45 a 60 días durante el ciclo del cultivo. La selección de estacas se hizo de acuerdo con su estado fitosanitario y de la parte media de la planta.

Durante la cosecha del ensayo, en la Vereda San Jerónimo (Santander de Quilichao, Cauca) se tomaron tres muestras de raíces de yuca. Cada muestra corresponde a una combinada de raíces de una repetición de los ocho tratamientos del ensayo. La repetición 1 consistió en plantas de yuca sembradas en la parte más alta del lote del ensayo, establecido en una pendiente fuerte; la repetición 2 se ubicó en la parte media del ensayo y la repetición 3 en la parte baja.

Departamento del Quindío

El efecto de diferentes prácticas de control fue evaluado sobre rendimiento, bacteriosis y pudrición radical en tres ensayos de campo en los municipios Montenegro y La Tebaida (Quindío).

Se establecieron dos experimentos en las fincas El Jardín (La Tebaida, Quindío) y Guayaquil (Montenegro, Quindío) para evaluar el efecto de algunas prácticas de manejo sobre el control de *Phytophthora* spp. Los tratamientos se evaluaron en la variedad HMC-1 y fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Fertilización con KCl (180 kg/ha K₂O).

Tratamiento 2: Fertilización con K₂SO₄ (180 kg/ha K₂O).

Tratamiento 3: Fertilización del agricultor: En la finca El Jardín se aplicaron 350 kg/ha de una mezcla de sulfato de amonio y boro a una relación de 50:1,5; Guayaquil aplicó 500 kg/ha de una mezcla de Nitrax-DAP-KCl (1:2:2). Los tratamientos de fertilizantes fueron aplicados 45 días después de la siembra.

Tratamiento 4: Tratamiento de estacas con termoterapia (49°C durante 49 minutos).

Tratamiento 5: Tratamiento químico de estacas durante 5 minutos en Orthocide® (captan, 4 g/l del producto comercial) y Ridomil® (metalaxyl, 3 g/L del producto comercial).

Tratamiento 6: Inmersión de estacas en Lonlife® (ácido ascórbico) a 4%.

Tratamiento 7 y 8: Control biológico, sumergiendo estacas durante 10 minutos en una suspensión de *Trichoderma* (1 × 10⁴ conidia/ml), de los aislamientos 19 TSM-3A y 41 PDA-3A. El área cercana a la estaca fue tratada con 100 ml/planta de la suspensión del hongo.

Tratamiento 9: Resistencia varietal, utilizando los genotipos HMC-1, ICA Catumare, MPer 183 ("Peruana"), y la variedad local Chiroza (M Col 2066).

El diseño experimental utilizado en esta siembra fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones y 20 plantas por tratamiento. Los tratamientos de Termoterapia y *Trichoderma* se hicieron como se describió para el departamento del Cauca.

Resultados

El porcentaje de germinación en cada uno de los ensayos establecidos en Santander de Quilichao, se muestra en el Cuadro 6.7.3, donde se observa que el tratamiento térmico no afectó la germinación. En San Jerónimo, la semilla de Verdecita fue de menor calidad, mientras que La Reina tuvo alta germinación. En ambas localidades se resembró, reemplazando las plantas faltantes.

Cuadro 6.7.3. Germinación de estacas de yuca después de diferentes tratamientos en dos fincas en Santander de Quilichao, departamento del Cauca, Colombia.

Tratamiento	Germinación de estacas (%)	
	San Jerónimo	Mondomito
Fertilizantes		
Agropremix® (300 kg/ha)	96,7	98,3
K ₂ SO ₄ (180 kg/ha K ₂ O)	85,0	100,0
KCl (180 kg/ha K ₂ O)	80,0	98,3
Termoterapia (agua 49°C por 49 min.)	92,5	98,3
Control biológico		
<i>Trichoderma</i> 14 PDA-4	83,3	93,3
<i>Trichoderma</i> 19 TSM-3A	92,5	- ^a
Selección de estacas		
Variedad La Reina (CM 6740-7)	91,7	98,3
Testigo del agricultor (gallinaza)	85,0	98,3

^a No evaluada.

En el Cuadro 6.7.4 se observa que los rendimientos de todos los tratamientos en San Jerónimo fueron muy bajos, debido a las condiciones de baja fertilidad del suelo y a que el lote tenía seis cultivos previos de yuca. La fertilización química no aumentó el rendimiento, mientras que los tratamientos con *Trichoderma* 14PDA-4 y la selección de estacas permitieron aumentar el rendimiento en 33,6% y 25,8% respectivamente, aunque la pudrición de raíces fue mayor que el testigo. Por el contrario, la cepa TSM-3A de *Trichoderma* contribuyó a disminuir las pudriciones. Las fuentes de potasio también permitieron disminuir las pudriciones. La variedad La Reina no presentó pudriciones de raíces. El ensayo en Mondomito no se pudo cosechar por inconvenientes de orden público.

Cuadro 6.7.4. Efecto de prácticas de manejo de pudriciones radicales en el rendimiento e incidencia de raíces podridas en la finca Villa Fernanda, vereda San Jerónimo (Santander de Quilichao, Cauca).

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Incidencia (%)	Raíz podrida (kg/ha)
Agropremix® (300 kg/ha)	3,63	14	183
K ₂ SO ₄ (180 kg/ha K ₂ O)	3,20	5	50
KCl (180 kg/ha K ₂ O)	3,60	5	67
Termoterapia (agua 49°C por 49 min.)	3,95	23	150
<i>Trichoderma</i> 14PDA-4	4,65	17	175
<i>Trichoderma</i> 19TSM-3A	3,15	5	33
Selección de estacas			
Variedad La Reina (CM 6740-7)	5,15	19	0
Testigo (manejo del agricultor)	3,48	16	100

6.7.4. Efecto del suelo sobre pudriciones de yuca

De acuerdo con el análisis químico de raíces (Cuadro 6.7.5), el contenido de hierro, manganeso y zinc en las raíces aumenta en la dirección de arriba hacia abajo de la pendiente, donde se espera mayor enriquecimiento de nutrientes. También se observó que el rendimiento y la pudrición de raíces se redujeron hacia abajo de la pendiente, en la medida en que se espera que mejore la fertilidad, aunque se aumentaron los contenidos de hierro y manganeso a niveles que podrían afectar el rendimiento, interfiriendo en la absorción de otros nutrientes. El coeficiente de correlación entre rendimiento y Fe, Mn y Zn fue respectivamente $-0,61$; $-0,99$ y $-0,91$ (Cuadro 6.7.6). El coeficiente de correlación entre % de plantas con raíces podridas y Fe, Mn y Zn fue respectivamente $-0,57$; $-0,99$ y $-0,89$. La correlación entre % de raíces podridas/planta también fue alta y negativa para los mismos elementos. Se tiene programado realizar ensayos para analizar si estos elementos aumentan la resistencia de las raíces a pudriciones.

Cuadro 6.7.5. Análisis químico de raíces de yuca y suelo de un ensayo de campo con tres repeticiones en Mondomito, Santander de Quilichao.

Análisis químico de raíces	Análisis químico del suelo (promedio del ensayo)			Evaluación cualitativa		
	No. de repetición					
	1	2	3			
N (%)	0,220	0,250	0,260	- ^a	-	-
P (%)	0,062	0,067	0,064	Fósforo asimilable (ppm)	25	-
K (%)	0,595	0,610	0,670	Potasio intercambiable (meq/100 g)	0,29	-
Ca (%)	0,106	0,092	0,112	Calcio intercambiable (meq/100 g)	3,1	-
Mg (%)	0,068	0,072	0,099	Magnesio intercambiable (meq/100 g)	1,2	-
Fe (ppm)	93,3	141,7	201,3	-	85,1	Alto
Mn (ppm)	5,49	4,71	7,01	-	5,8	Medio
Cu (ppm)	2,27	2,40	2,20	-	2,5	Medio
Zn (ppm)	4,90	4,83	6,91	-	2,6	Medio
B (ppm)	2,67	2,23	2,17	-	0	Bajo
S (%)	0,018	0,045	0,036	-	-	-
Rendimiento (t/ha)	4,09	4,06	3,64			
% raíces podridas	2,80	3,70	1,03			

^aNo determinado.

Cuadro 6.7.6. Coeficientes de correlación entre la productividad, pudrición de raíces y análisis químico de raíces.

Parámetro de evaluación	Análisis químico de las raíces			
	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
Crecimiento y productividad				
% plantas establecidas	0,55	0,98	0,88	-0,11
Altura de la planta (m)	0,87	0,96	1,00	-0,55
No. de estacas/planta	0,46	0,96	0,83	-0,01
No. de raíces comerciales/planta	-0,81	-0,98	-0,99	0,46
Peso de raíces comerciales/planta (kg)	-0,81	-0,98	-0,99	0,46
Rendimiento (t/ha)	-0,61	-0,99	-0,91	0,19
Pudrición				
% plantas con raíces podridas	-0,57	-0,99	-0,89	0,13
% raíces podridas/planta	-0,80	-0,99	-0,99	0,43
% plantas con brotes secos	0,05	0,75	0,51	0,41

En el Cuadro 6.7.7 se muestra que el porcentaje de germinación de plantas en los ensayos establecidos en Quindío, se redujo con el tratamiento térmico (40%–68,3%), comparada con el mismo tratamiento en Cauca (98,3%), probablemente porque la temperatura sobrepasó los 49°C al fondo de la caneca. De acuerdo con estos resultados, se deben hacer más ensayos para ajustar la técnica. Es probable que estacas no frescas o muy delgadas se vean más afectadas negativamente por la temperatura.

En la finca El Jardín, el mayor rendimiento de yuca se logró con ICA Catumare, que superó en más de 20 t/ha a las variedades HMC-1, Chiroza y M Per 183, cuyos rendimientos oscilaron entre 32 y 38,7 t/ha. En la finca Guayaquil, ICA Catumare y HMC-1 superaron a la Chiroza (Cuadro 6.7.8).

En cuanto al manejo de la fertilización, si bien los mayores rendimientos se obtuvieron con el manejo del agricultor, quien utilizó dosis altas, la pudrición fue mayor. Aunque con la cepa de *Trichoderma* 41PDA-3A, se obtuvo el mayor rendimiento en la finca Guayaquil, no fue consistente con lo ocurrido en El Jardín, donde el rendimiento estuvo muy por debajo del testigo sin abono.

Con el sulfato de potasio no se presentaron pudriciones de raíces. El tratamiento de estacas que permitió mayor reducción de pudrición de yuca fue el Lonlife. Las variedades más afectadas por pudrición son Chiroza y M Per 183, mientras que la variedad con menor pudrición fue HMC-1. La cepa 19 TSM-3A de *Trichoderma* permitió reducir sensiblemente la pudrición, aunque los rendimientos de yuca obtenidos no fueron buenos.

Cuadro 6.7.7. Porcentaje de plantas germinadas en tres fincas en el departamento de Quindío, Colombia.

Tratamiento	Finca	
	El Jardín	Guayaquil
<i>Fertilización</i>		
KCl (180 kg/ha K ₂ O)	88,3	96,7
K ₂ SO ₄ (180 kg/ha K ₂ O)	91,7	95,0
Testigo del agricultor ^a	91,7	88,3
Testigo sin abono	93,3	86,7
<i>Tratamiento de estacas</i>		
Termoterapia (49°C durante 49 min.)	40,0	68,3
Orthocide® (4 g/l) + Ridomil® (3 g/l)	100,0	73,3
Lonlife® 4% (ácido ascórbico)	-	96,7
<i>Control biológico</i>		
Trichoderma (19 TSM-3A)	88,3	95,0
Trichoderma (41 PDA-3A)	96,7	90,0
<i>Resistencia varietal</i>		
HMC-1	100,0	91,7
ICA Catumare	88,3	89,8
M Per 183	93,3	-
Chiroza	93,3	70,0

^a El Jardín: 300 kg/ha de sulfato de amonio + bórax (50:1,5)
Guayaquil: 500 kg/ha de Nitrox-DAP-KCl (1:2:2)

En El Jardín, en plantas de 65 días de edad se observó incidencia de la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* en algunos tratamientos. La bacteria no se presentó en los tratamientos con K₂SO₄, termoterapia, ni en los genotipos ICA Catumare ni Chiroza, que han mostrado resistencia aceptable a la enfermedad, mientras que HMC-1 y M Per 183 son susceptibles. Posteriormente, la incidencia de la bacteria fue insignificante.

6.7.5. Tratamiento térmico de estacas de yuca para control de *Phytophthora* spp. y *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*

La termoterapia puede ser un tratamiento muy valioso para el agricultor, aunque no existe todavía un método rápido para desinfectar grandes cantidades de estacas de yuca. Sin embargo, se puede utilizar un tanque con termostato y motor para circulación del agua, similar al equipo utilizado por los cultivadores de caña para tratar estacas con este tratamiento, donde incluso se podría tratar varas de yuca para siembra mecánica. En este estudio se identificó el efecto de pretratamiento sobre la germinación de estacas de yuca.

Cuadro 6.7.8. Efecto de prácticas de manejo de pudriciones radicales sobre el rendimiento e incidencia de raíces podridas en las fincas El Jardín (La Tebaida, Quindío) y Guayaquil (Montenegro, Quindío).

Tratamiento	El Jardín		Guayaquil		Promedio	
	Rendimiento (t/ha)	Raíz podrida (kg/ha)	Rendimiento (t/ha)	Raíz podrida (kg/ha)	Rendimiento (t/ha)	Raíz podrida (kg/ha)
Fertilización						
KCl (180 kg/ha K ₂ O)	42,6	0	23,4	439	33,0	219,5
K ₂ SO ₄ (180 kg/ha K ₂ O)	29,9	0	22,3	0	26,1	0
Testigo finca ^a	50,5	0	23,0	1869	36,8	934,5
Testigo sin abono	47,9	0	19,2	575	33,6	287,5
Tratamiento de estacas						
Termoterapia (49°C por 49 min)	35,1	123	20,8	1768	28,0	945,5
Orthocide® (4 g/l) + Ridomil® (3 g/l) ^b	37,3	0	27,9	514	32,6	257,0
Lonlife® 4% (ácido ascórbico)	-	-	23,4	114	23,4	114,0
Control biológico						
Trichoderma 41PDA-3 ^a	28,3	0	28,9	247	28,6	123,5
Trichoderma 19 TSM 3 ^a	32,4	0	14,7	41	23,6	20,5
Resistencia varietal						
Chiroza	38,6	0	15,5	3086	27,1	1543,0
HMC-1	38,7	0	25,2	24	32,0	12,0
ICA Catumare	59,5	597	28,9	1028	44,2	812,5
M Per 183	32,0	3009	-	-	32,0	3009

^a El Jardín: 300 kg/ha de sulfato de amonio + bórax (50:1,5)

Guayaquil: 500 kg/ha de Nitrox-DAP-KCl (1:2:2)

^b En Guayaquil, el Orthocide se reemplazó por Oxiclóruo de Cobre.

Metodología

Estacas de yuca de tres variedades cultivadas en Colombia (M Per 183, HMC-1 y Manzana), afectadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, causante de Añublo Bacterial de la yuca (CBB), se sometieron a cuatro tratamientos con agua caliente: (1) inmersión durante 49 minutos en agua a 49°C; (2) inmersión por 10 minutos en agua a 49°C, seguida por 24 horas a temperatura ambiente y 5 horas a 49°C; (3) inmersión por 5 horas a 49°C; (4) sin tratamiento. Las estacas se sembraron en invernadero, en potes de 4" de diámetro, para evaluar germinación altura de la planta e incidencia de CBB, un mes después de la siembra.

Resultados

La incidencia de CBB fue de 36% para el testigo sin tratamiento (Cuadro 6.7.9). Plantas provenientes de estacas tratadas por inmersión durante 5 horas en agua caliente, no presentaron síntomas de CBB. La inmersión en agua caliente por 49 minutos, redujo la enfermedad a 7%. Observaciones de la germinación revelaron que el tratamiento en agua a 49°C por 49 minutos, no afectó las plantas. La germinación de HMC-1 y M Per 183 no fue muy afectada por el tratamiento durante 5 horas cuando se hizo pretratamiento por 10 minutos (82% de germinación). El pretratamiento probablemente induce la producción de enzimas que ayudan a la planta a sobrevivir en condiciones adversas.

Entre 1998 y 2001, el efecto de la termoterapia ha sido investigado en variedades de yuca en condiciones de campo en Cauca, Valle y Quindío, utilizando una caneca y fogón de leña. El tratamiento de estacas en agua a 49°C por 49 minutos, no redujo la germinación. Temperaturas superiores, aún por cortos períodos, pueden afectar la germinación de estacas.

6.7.6. Control biológico de pudriciones radicales

Metodología

En evaluaciones en invernadero, 32 cepas de *Trichoderma* seleccionadas previamente en pruebas *in vitro* en el laboratorio, se seleccionaron como antagonistas eficientes para el control de diferentes aislamientos de *Phytophthora*.

Como se presentó en el numeral 6.7.3, se evaluaron tres cepas de *Trichoderma*, sumergiendo las estacas en una suspensión del hongo y haciendo aplicaciones al suelo durante el cultivo de yuca. Para lograr mayor entendimiento sobre la dinámica de las poblaciones de *Trichoderma* aplicado al suelo, se realizaron muestreos del suelo durante las cosechas de ensayos en cuatro fincas.

De cada parcela de yuca establecida en campo, donde se habían inoculado las cepas de *Trichoderma*, y del testigo sin abono (numeral 6.7.3.), se tomaron 3 g de suelo y se diluyeron en 27 ml de agua destilada (solución madre), luego se prepararon diluciones seriales (10^{-1} hasta 10^{-4}). Cada dilución se agitó mediante vórtex y se sembró 0,1 ml en los medios de cultivo V8A y PDA, adicionando penicilina 100 µg/ml, clortetraciclina 25 µg/ml, PCNB 100 µg/ml, y rosa de bengala 25 µg/ml. Las cajas se incubaron a temperatura ambiente con luz. Los conteos de colonias de *Trichoderma* se realizaron hasta dos semanas después de la siembra en los medios de cultivo.

Cuadro 6.7.9. Efecto de la termoterapia (49°C a diferentes tiempos), sobre la germinación de estacas de yuca y la incidencia de Añublo Bacterial (CBB), en invernadero.

Variedad	Duración del tratamiento		Promedio para variedad			Promedio del tratamiento		
	Pre-tratamiento	Tratamiento	Germinación (%)	Altura planta (cm)	Incidencia de CBB (%)	Germinación (%)	Altura planta (cm)	Incidencia de CBB (%)
HMC-1	0	0	100	13,1	30			
M Per 183	0	0	84	4,7	28			
Manzana	0	0	90	10,2	50	91	9,4	36
HMC-1	0	49 min.	100	9,5	0			
M Per 183	0	49 min.	90	6,5	10			
Manzana	0	49 min.	90	11,3	10	93	9,1	7
HMC-1	0	5 horas	48	3,8	0			
M Per 183	0	5 horas	30	1,3	0			
Manzana	0	5 horas	40	5,2	0	39	3,4	0
HMC-1	10 min.	5 horas	90	8,6	0			
M Per 183	10 min.	5 horas	90	4,9	0			
Manzana	10 min.	5 horas	65	7,1	0	82	6,9	0

^aDiez días después de siembra.

Resultados

El Cuadro 6.7.10 muestra que 19TSM-3A es el aislamiento de *Trichoderma* de mayor sobre vivencia en el suelo. De trabajos anteriores en invernaderos se sabe que una población de $3,4 \times 10^4$ UFC/g suelo es suficientemente alta para responder a un ataque leve de patógenos de suelo como *Phytophthora* o *Fusarium*. Sin embargo, las concentraciones de *Trichoderma* en el suelo deben ser reforzadas periódicamente. También es de gran beneficio la inoculación de las estacas al principio del cultivo. Es muy positivo observar que el suelo no tiene un efecto grande sobre las poblaciones de *Trichoderma* spp. Las parcelas donde no se aplicó *Trichoderma* tienen una población natural relativamente alta, aunque más baja que las parcelas inoculadas. En el Cauca, la población natural de *Trichoderma* es baja, probablemente debido al bajo contenido de materia orgánica. Es importante anotar que el uso de marcadores moleculares puede mejorar la detección de *Trichoderma*, sin embargo, todavía no es posible cuantificar estas poblaciones con estas herramientas.

Se observó alta correlación entre el rendimiento y la concentración de *Trichoderma* en el suelo, mientras que con la incidencia de pudriciones radicales, si bien hay una correlación negativa, no es muy alta, lo que indica que las cepas evaluadas no tienen gran efecto en el control del patógeno. La cepa 41 PDA-3A, por el contrario mostró una correlación de 1,0 con la pudrición de raíces, indicando que en las parcelas donde hay mayor concentración, se presentó mayor pudrición de raíces.

Cuadro 6.7.10. Evaluación de *Trichoderma* en suelo de Cauca y Quindío inoculados con este hongo.

Municipio	Finca	Tratamiento				Testigo sin inoculación de <i>Trichoderma</i>
		Aislamiento			UFC/g de suelo	
		19TSM-3A	41PDA-3A	14PDA-4		
La Tebaida	El Jardín	4,1 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁴	-	5,9 x 10 ³	
Montenegro	Guayaquil	5,7 x 10 ⁴	3,9 x 10 ⁴	-	2,7 x 10 ³	
Santander de Quilichao	San Jerónimo	3,9 x 10 ³	-	3,1 x 10 ⁴	9,3 x 10 ¹	
Santander de Quilichao	Mondomito	-	-	1,9 x 10 ³	1,0 x 10 ³	
Promedio		3,4 x 10 ⁴	3,1 x 10 ⁴	1,7 x 10 ⁴	2,4 x 10 ³	
Rendimiento (t/ha)						
La Tebaida	El Jardín	32,4	28,3	-	50,5	
Montenegro	Guayaquil	14,7	28,9	-	23,0	
Santander de Quilichao	San Jerónimo	3,15	-	4,65	3,48	
Promedio		16,8	28,6	4,65	25,7	
Correlación ¹		0,59	1,00	-	0,99	
Raíces podridas (%)						
Tebaida	Jardín	0	0	-	0	
Montenegro	Guayaquil	0,28	0,85	-	8,13	
Santander de Quilichao	San Jerónimo	1,05	-	3,76	2,87	
Promedio		1,33	0,43	3,76	2,55	
Correlación ²		-0,36	1,00	-	-0,40	

¹ Coeficiente de correlación entre rendimiento y la concentración de *Trichoderma* en el suelo.

² Coeficiente de correlación entre raíces podridas y la concentración de *Trichoderma* en el suelo.

Difusión

Seminario sobre Manejo Integrado de Enfermedades de Yuca, presentado en: Curso Intensivo sobre el manejo agronómico y poscosecha del cultivo de la yuca con fines industriales. 36 participantes. Corpoica, Villavicencio, 24 a 26 de abril de 2001.

Seminario sobre Manejo Integrado de Enfermedades de Yuca. 31 participantes: agricultores y técnicos. El Tambo (Cauca), junio 29 de 2001.

Estudio de caso: Investigación participativa para el control de pudriciones de raíces de yuca en comunidades indígenas de Vaupés. Presentado en el curso: Métodos y técnicas de participación de agricultores en la investigación. 24 participantes: Asistentes de Investigación de CIAT, profesionales del Ministerio de Agricultura de Cuba y Costa Rica y del INIA (Chile). CIAT Palmira, junio 29 de 2001.

Avances en la investigación de las enfermedades más importantes de la yuca. Carlos Yepes de Congelagro. CIAT-Palmira, julio 5 de 2001.

Seminario sobre Manejo Integrado de Enfermedades de Yuca. Recomendación de variedades. 19 participantes: agricultores, técnicos de Umata (Norte del Cauca), estudiantes y profesores de la Universidad Nacional de Colombia (Palmira). CIAT–Palmira, julio 13 de 2001.

Día de Campo. Manejo integrado de pudriciones de raíces de yuca. 12 participantes: agricultores y técnicos. Finca La Elena Municipio de Montenegro, Quindío. Agosto 8 de 2001.

Manejo Integrado de Enfermedades de Yuca. 18 estudiantes y técnicos del Sena de Buga (Valle). CIAT–Palmira, agosto 17 de 2001.

Investigación y manejo de las enfermedades Añublo Bacterial y Superalargamiento de la yuca. Ramón Arbona (República Dominicana). CIAT–Palmira, agosto 23 de 2001.

Cartilla pictográfica: Investigación participativa para mejorar la producción agrícola en comunidades indígenas del Vaupés. Abril de 2001.

6.7.7. Barrenador del tallo de la yuca, *Chilomima clarkei*

Reconocimiento de enemigos naturales

Durante el desarrollo de esta investigación fue posible obtener enemigos naturales del insecto, presentes en los sitios muestreados en el departamento del Tolima, Colombia.

Las larvas de *Chilomima clarkei*, que al morir presentaban esporulación, cambió en su coloración, su olor resultó diferente del característico de la especie y otros tipos de anomalías, fueron enviados al laboratorio de patología del CIAT en donde se realizó su respectiva clasificación, encontrando como organismos patógenos a especies del genero *Metarhizium sp.*, *Beauveria sp.* y *Aspergillus sp.* En la actualidad se encuentran en proceso de identificación.

En los municipios de Coyaima, Natagaima y Espinal se encontró un parasitoide de pupa perteneciente al orden *Himenóptera*, familia *Braconidae*, género *Bracon*, especie *Bracon* sp. Según la literatura, también fue reportado por Löhr en 1981. En Colombia, como primer reporte, se halló en el municipio de Coyaima un parasitoide de pupa perteneciente al orden *Himenóptera*, familia *Eulophidae*.

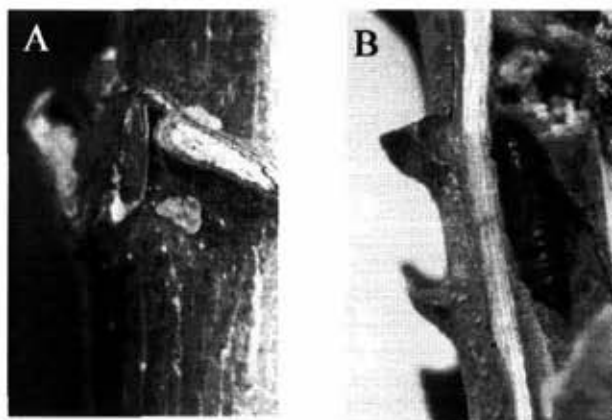


Figura 6.7.1. (A) Huevos y
(B) Pupa del barrenador del tallo.

Conclusiones

- ❑ El ciclo total de *Chilomima clarkei* en laboratorio es de 91 días en promedio, en condiciones del Espinal–Tolima.
- ❑ El barrenador se encuentra en el departamento del Tolima en aquellos lugares por debajo de los 600 m.s.n.m. y donde la yuca se considera uno de los principales cultivos; es decir, hay presencia del cultivo durante todo el año.
- ❑ En el departamento del Tolima se encontraron dos especies de parasitoides de larva, posiblemente del orden *Himenóptera* y de las familias *Bracon* y *Eulophidae*.
- ❑ Actualmente la incidencia del barrenador en el departamento del Tolima es baja, pero con una tendencia a incrementar su población a medida que el área crece y se continúa con el intercambio de material entre los campesinos, sin ninguna medida de prevención.

6.7.8. Determinación de la metodología para la producción de baculovirus de E ello

Se evaluaron los productos formulados (PBv) (Figura 6.7.2) en tres concentraciones de Baculovirus (0,003–0,0045–0,006 % de BvL) sobre larvas entre el primer y el tercer instar larval del gusano cachón, y se obtuvieron resultados satisfactorios, donde se pudo observar que, en la formulación en polvo y en cualquiera de las tres concentraciones, se alcanzó una mortalidad mayor al 90% después de 72 horas de aplicado, y en presentación en aceite se logró que, con una concertación de 6%, la mortalidad fuera superior al 80% (Figura 6.7.3). Cabe destacar que en ambas presentaciones la mortalidad se inicia a las 24 horas de aplicado.

Después de calcular la cantidad de virones por unidad de peso del liofilizado se puede llegar a unificar medidas de aplicación en polvo, y se llegará a tener una real dosificación del producto para llegar a la mortalidad deseada del insecto.

En la actualidad hay se dispone de este producto en forma de solución madre en diferentes áreas yuqueras que lo necesitan, como en los Llanos Orientales (Villavicencio), Eje Cafetero (Armenia–Tebaida), Costa Atlántica (Sucre), con el objetivo de ir creando conciencia en los agricultores sobre el uso de esta herramienta. Todo esto se sustenta en un plegable técnico para ayudar así a los agricultores en el uso de biocontroladores del gusano cachón, y un póster para dar a conocer este trabajo en distintos eventos en el ámbito nacional.

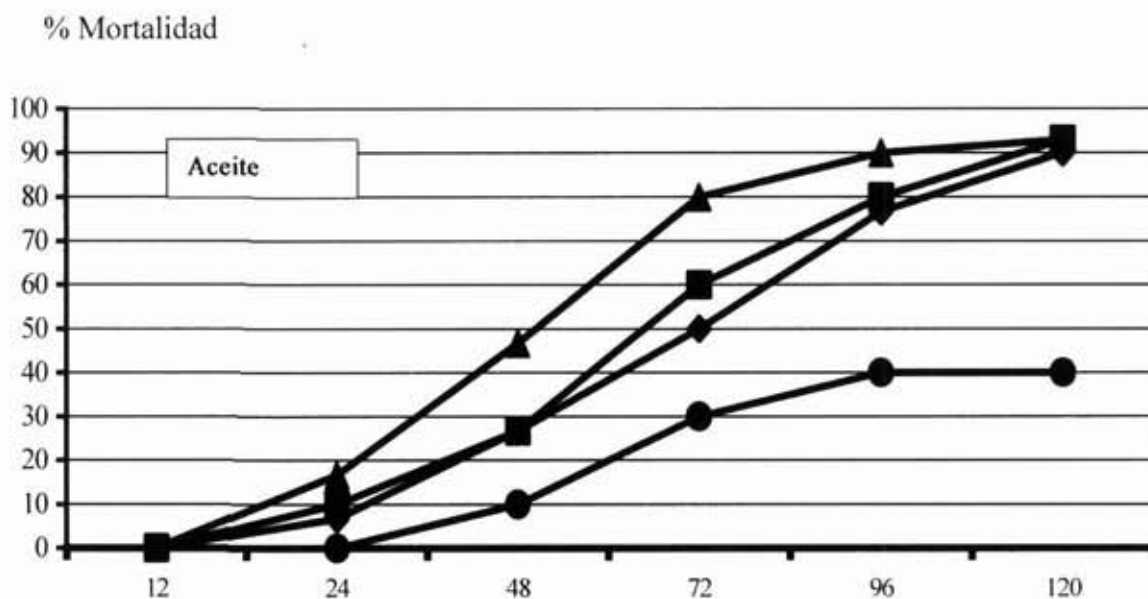


Figura 6.7.2. Evaluación de los productos formulados (PBv) en tres concentraciones de Baculovirus (0,003–0,0045–0,006 % de BvL)

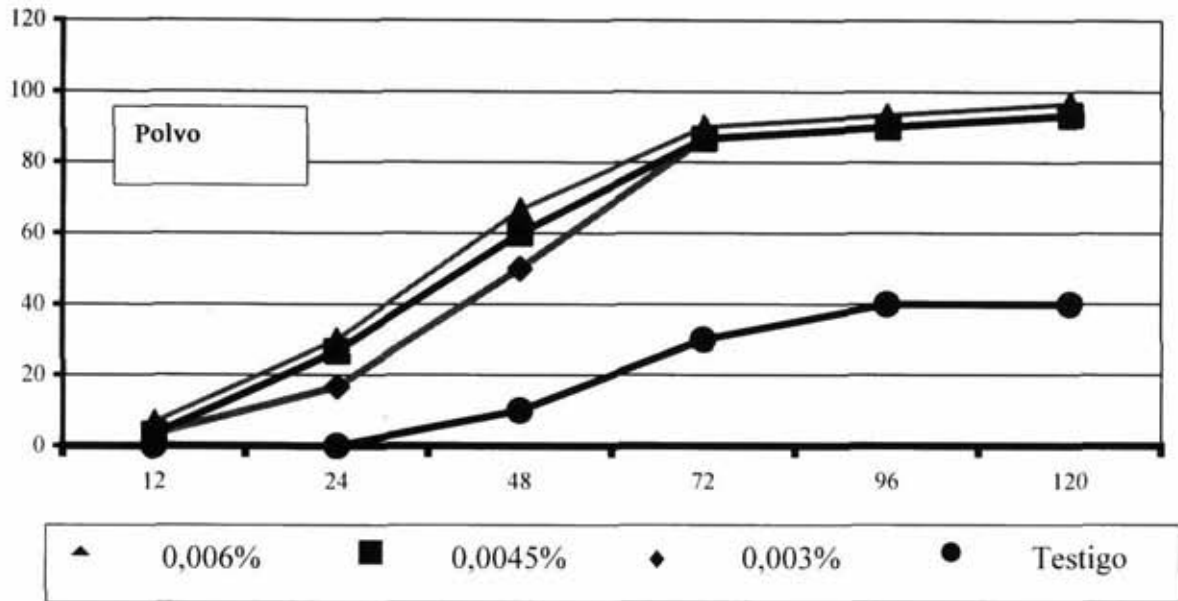


Figura 6.7.3. Mortalidad de *E. ello* por PBv en polvo y aceite en tres concentraciones de Baculovirus (0,006%; 0,0045%; 0,003% y Testigo).



Figura 6.7.4. Presentaciones en aceite (1) y polvo mojable (2) de Baculovirus de *E. Ello*. Plegable técnico (3).

Perspectivas

- Según las evaluaciones de Baculovirus, es necesario una segunda fase de ajuste para obtener un producto final de optima calidad, homogeneizado y con las condiciones técnicas para un producto comercial.

- ❑ En cuanto a los hongos entomopatógenos que atacan al Chinche de la Viruela, *C. bergi* y *A. socialis* se dispondrá de todo lo concerniente a los trabajos de evaluación de patogenicidad y mortalidad en suelo de todas las cepas colectadas y, de ahí, seleccionar las mejores para iniciar las evaluaciones en campo directo con los agricultores, trabajo que se tendrá que hacer en una segunda fase, donde se realizará todo lo que tiene que ver con el modelo industrial, que consiste en la determinación del sistema de aplicación; es decir, la forma, el momento y las condiciones de aplicación del biocontrolador.
- ❑ Se continuará con las crías de los insectos plaga en el campo y en el laboratorio como parte importante para seguir con los trabajos a realizar ahora y posteriormente.
- ❑ Es necesario realizar seminarios para agricultores y técnicos en diferentes zonas del país en donde las plagas son limitantes.
- ❑ Una de las propuestas de divulgación de estos conocimientos es la elaboración de folletos y plegables técnicos de información donde se indique el modo y la utilización de los Biocontroladores.

6.8. Evaluación técnica y económica del uso de yuca en los sistemas de alimentación de aves, cerdos y ganado

6.8.1. Alimentación de aves

Jorge Luis Gil

Materiales y métodos

Animales

Se utilizaron 111 pollos de la línea Ross 308, de un día de edad, con peso promedio de 39,74 gramos, entre ellos 50 hembras y 61 machos (Figura 6.8.1).

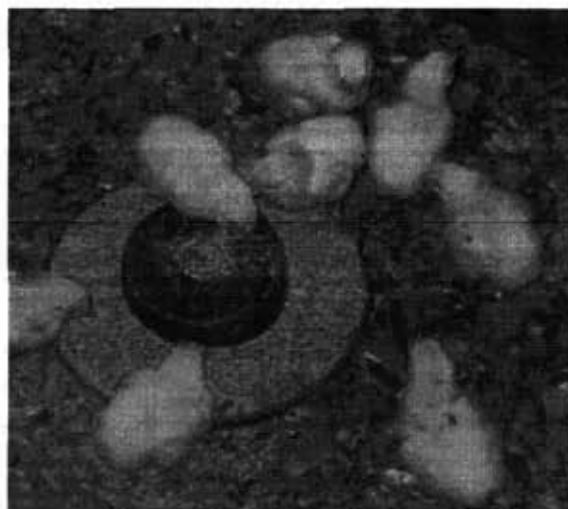


Figura 6.8.1. Pollos de un día.

Galpón y corrales

Se utilizó un galpón de 3,5 metros de ancho por 5 m de largo, con paredes laterales en ladrillo y guadua, techo de eternit, revestidos con malla de alambre, tipo ojo de pescado, calibre 15 y cortinas laterales (Figura 6.8.2).

* Zootecnista. Uso de la Yuca en la Alimentación Animal. CLAYUCA, Cali, Colombia.
E-mail: j.l.gil@cgiar.org



Figura 6.8.2. Aspecto del galpón y uno de los corrales.

Se hicieron divisiones internas en malla de plástico negro (Figura 6.8.3), para instalar los cinco ensayos experimentales. Cada división tenía una dimensión de 80 cm de ancho y 3 m de largo; a cada corral le correspondieron 22 animales, además de contar con bebederos de tarro, cada uno con capacidad de 4 litros de agua y de comederos de bandeja, que se cambiaron en la etapa de finalización a comederos de tolva. Para mantener la temperatura interna del galpón se usaron tres lámparas criadoras a gas.

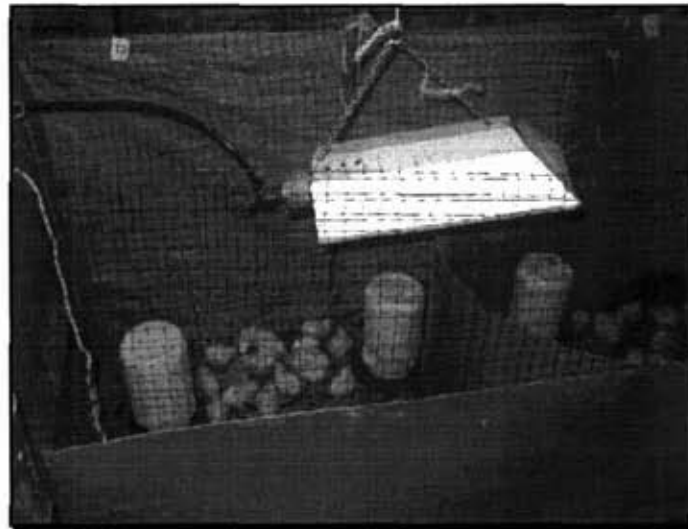


Figura6.8.3. Criadora y divisiones.

Raciones experimentales

Se utilizó como base de las dietas experimentales la harina de yuca + soya integral, para ser comparadas con una dieta comercial basada en maíz amarillo + soya integral como testigo.

Las dietas experimentales utilizadas fueron:

- Dieta 1:* Concentrado comercial basado en maíz y soya (tratamiento No. 1).
- Dieta 2:* Harina de yuca (secada al vapor) + harina de follaje + soya integral (tratamiento No. 2).
- Dieta 3:* Harina de yuca (secada al vapor) + soya integral (tratamiento No. 3).
- Dieta 4:* Harina de yuca (secada al sol) + soya integral (tratamiento No. 4).
- Dieta 5:* Harina de yuca (secada en horno) + soya integral (tratamiento No. 5).

La harina de yuca utilizada en estos ensayos correspondió a variedades industriales cultivadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, y secadas mediante tres procesos. En cada uno de éstos, el producto final se obtuvo con 12% de humedad:

- ❑ *Secado natural en patios de cemento (secado al sol).*
- ❑ *Secado a vapor en planta procesadora de yuca (secado al vapor).*
- ❑ *Secado en horno a gas (secado en horno).*

En el Cuadro 1 del Anexo, se indica el análisis proximal de cada una de las dietas, teniendo como testigo la dieta donde se incluyó maíz amarillo.

Se hizo un balance isoprotéico e isoenergético de las dietas en cada una de las etapas productivas de los animales.

Los análisis de las dietas se realizaron en el laboratorio de servicios analíticos del CIAT (Anexo, Cuadro 2).

Manejo

A los tratamientos se les brindaron las mismas condiciones ambientales y técnicas para evitar influir en el desarrollo de los animales:

- ❑ *Tratamientos:* Se utilizaron cinco tratamientos, de éstos el T1 fue el testigo, usando concentrado comercial basado en maíz amarillo como dieta base; a los demás tratamientos se les incluyó harina de yuca como sustituto total del maíz. Además, al

tratamiento No. 2 se le adicionó harina de follaje de yuca para observar el efecto en la pigmentación de los animales.

- ❑ *Alimentación:* Se manejaron tres formas de presentación del alimento, que incluyeron alimento crombelizado, peletizado y en harina. El suministro del alimento se hizo a la misma hora y en igual cantidad para cada uno de los tratamientos.
- ❑ *Temperatura:* El control de temperatura se hizo por medio de tres criadoras a gas, a las que se les tomó la temperatura en diferentes horas del día, observando el comportamiento de los animales.
- ❑ *Cortinas:* Se realizó un manejo de cortinas alrededor del galpón para evitar corrientes de aire directas.
- ❑ *Agua:* Se tuvo en cuenta que a cada uno de los tratamientos no les faltara agua fresca. En la primera semana de vida, se hizo un tratamiento adicional al agua con una solución basada en hipoclorito de sodio, luego el suministro se hizo con agua proveniente del acueducto de la ciudad de Palmira (Valle del Cauca, Colombia); el almacenamiento del agua se hizo en una caneca plástica con capacidad para 55 galones, que era aseada cada tres días.
- ❑ *Medicamentos:* En la cuarta semana de vida, se realizó una vacunación contra *New Castle* (una gota en el ojo). En la quinta semana de vida se suministró Tylosina soluble en agua a cada tratamiento, con el fin de prevenir la presentación de enfermedades respiratorias.
- ❑ *Pesaje:* Se realizaron controles de peso y alimento cada semana para obtener datos de incremento de peso y consumo de alimento. Para la consecución de los pesos en cada tratamiento, se realizaron el mismo día, teniendo en cuenta utilizar el mismo número de animales al azar por lote para esta práctica (Figura 6.8.4).

Costos

Para el análisis de costos, se tuvieron en cuenta los costos directos y los costos indirectos para la producción de pollo de engorde.

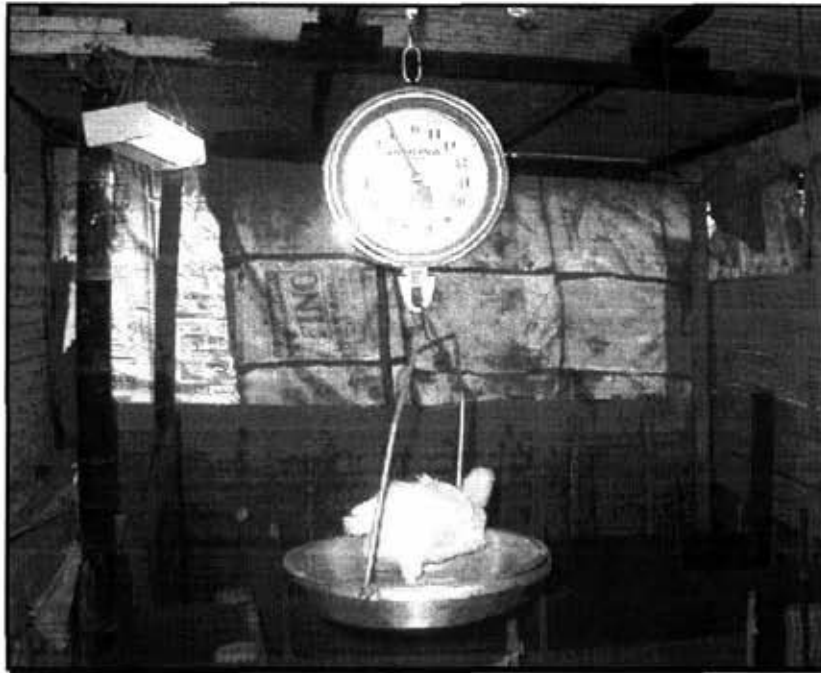


Figura 6.8.4. Peso de un pollo de 25 días.

Resultados experimentales y discusión

Para la tabulación de resultados se tuvo en cuenta la medición de los siguientes parámetros:

- ❑ Parámetros de producción: aumento de peso, consumo de alimento, mortalidad, conversión de eficiencia europeo, conversión alimenticia y costos de producción.
- ❑ Parámetros de calidad de canal: rendimiento en canal, cortes magros, grasa y pigmentación de la piel.

Para una mejor observación se presentan los siguientes gráficos:

Rendimiento de los pollos

En el Cuadro 1 del Anexo (al final de esta sección) se presenta el rendimiento obtenido por los pollos hasta el día 42, lo que indica que las ganancias de peso estuvieron dentro de los parámetros establecidos por las tablas de crecimiento. También, se puede observar que los grupos donde se suministró harina de yuca obtenida por diferentes procesos lograron mayores incrementos de peso.

- Peso promedio

La Figura 6.8.5 muestra el peso promedio de cada uno de los tratamientos, donde el mayor peso se encontró en el tratamiento No. 5 y el menor peso lo obtuvo el tratamiento No. 2.

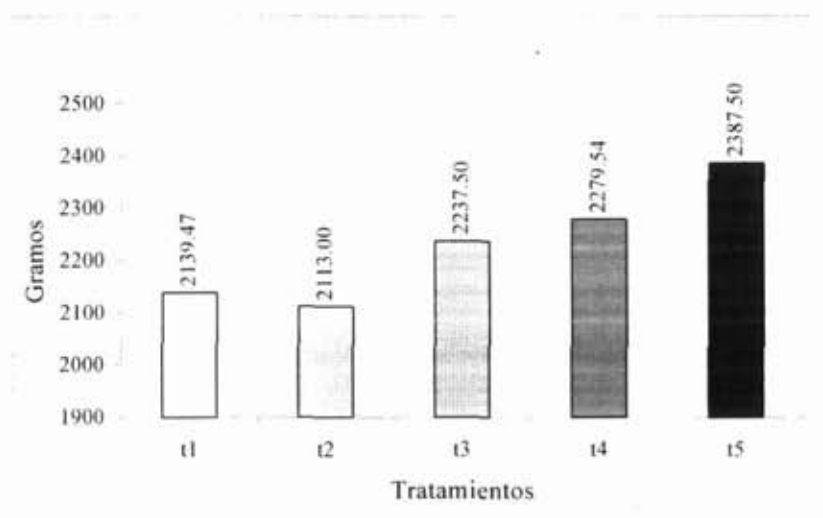


Figura 6.8.5. Peso promedio en gramos a los 42 días.

- Consumo de alimento

En la Figura 6.8.6 se presenta el consumo de alimento acumulado en toda la fase de cada uno de los tratamientos, donde el consumo fue similar al testigo. El consumo de alimento fue a voluntad.

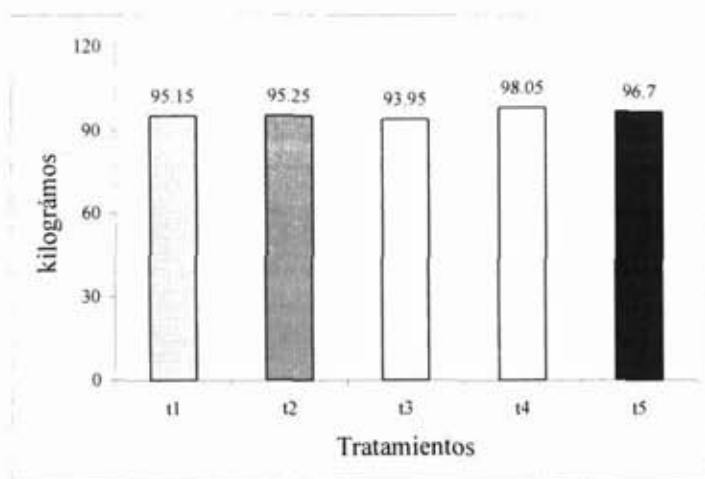


Figura 6.8.6. Consumo acumulado de alimento.

- Mortalidad

La mortalidad presentada en todo el ensayo fue similar en cada uno de los tratamientos; en la Figura 6.8.7 se indican los valores acumulados de mortalidad en toda la etapa. Hasta la quinta semana los índices de mortalidad fueron aceptables, pero en la sexta semana se incrementó la mortalidad, lo cual no tuvo nada que ver con el alimento consumido.

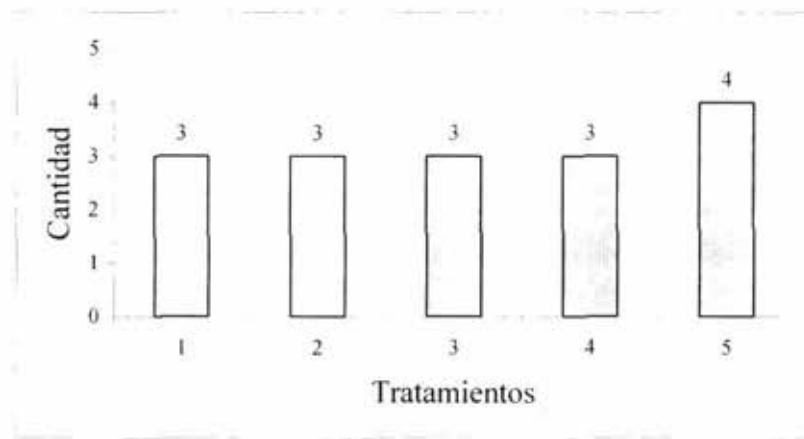


Figura 6.8.7. Mortalidad acumulada.

- Conversión alimenticia

En las dietas 3, 4 y 5 se observó una tendencia hacia una mejor eficiencia alimenticia. El grupo que consumió harina de yuca + harina de follaje mostró una eficiencia de conversión más alta que los grupos con harina de yuca (muy similar al T1). La conversión alimenticia se ilustra en la Figura 6.8.8, incidiendo específicamente la ganancia de peso en estos datos.

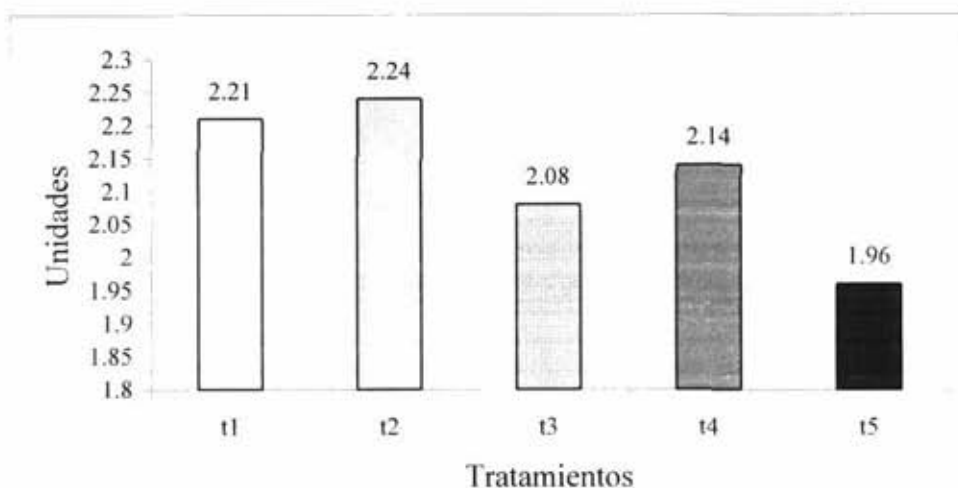


Figura 6.8.8. Conversión alimenticia.

- Factor de Eficiencia Europeo

Se encontró un mejor rendimiento técnico en los tratamientos alimentados con harina de yuca, los tratamiento T1 y T2 presentaron similares valores de EEF (Factor de Eficiencia Europeo). En la Figura 6.8.9 se indican los valores encontrados.

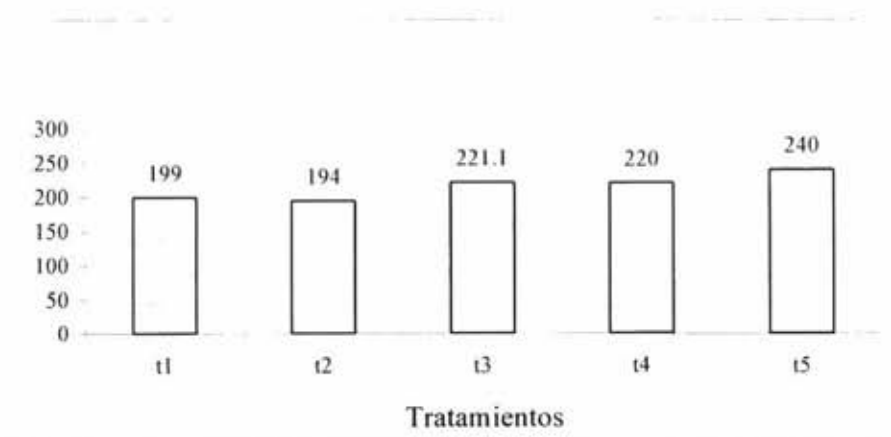


Figura 6.8.9. Factor de Eficiencia Europeo (EEF).

- Costos

En la Figura 6.8.10 se indica, para las diferentes etapas de producción, el costo de cada una de las dietas utilizadas en el ensayo, donde se tuvo en cuenta el valor de las materias primas a usar y el costo de mezclado del alimento.

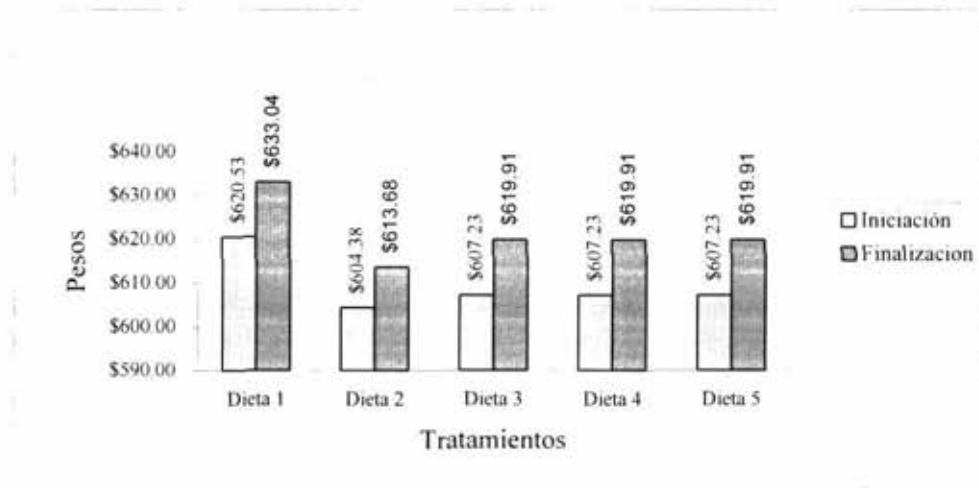


Figura 6.8.10. Costo por dieta para producir 1 libra de pollo.

Otras observaciones

- ❑ *Humedad en heces.* La humedad en heces se midió en dos etapas, tomando muestras frescas de las heces durante los días que se tomaron los pesos de los tratamientos. Se observó que el porcentaje de humedad fluctuó entre el 20% y el 35%. Los grupos con harina de raíces de yuca tuvieron un nivel de humedad en heces igual o menor al grupo testigo. En el grupo que contenía harina de follaje de yuca se observó un ligero incremento en el porcentaje de humedad en un nivel sin importancia práctica. Durante la etapa de finalización, los tratamientos 1 y 2 presentaron contenidos de humedad altos frente a los demás tratamientos, que se pudo controlar (llegar a niveles promedios de 20% a 25% de humedad) con el cambio de alimento peletizado a alimento en forma de harina.
- ❑ *Pigmentación en vivo.* Con el propósito de analizar el efecto de pigmentación de canal y grasa, se hizo un examen visual. Se realizó con una muestra de tres pollos por cada tratamiento. Se diseñó una escala de 1 a 5 donde se asignó el mayor número (5) a las muestras con una coloración amarilla más intensa y el número inferior (1) a las muestras pálidas o de menor coloración.

Para la calificación dada se tuvo en cuenta lo siguiente:

5 = Valor más alto (color amarillo fuerte)

4 = Valor intermedio alto (color amarillo menos fuerte)

3 = Valor intermedio (color amarillo)

2 = Valor intermedio bajo (color pálido)

El resumen, estos resultados se muestran en el Cuadro 4 del Anexo, donde se observa que las dietas 1 y 2 presentaron un mejor nivel de pigmentación que en el resto de los grupos. También se incluye la ilustración donde se presenta un animal de cada tratamiento al final del ensayo, en donde se aprecian diferencias entre los tratamientos. Esto permite destacar el efecto de la harina de hojas de yuca como un factor de pigmentación eficiente para la producción de pollos con inclusión relativamente baja (6%) de este producto en las dietas.

Conclusiones y recomendaciones

- ❑ Se pudo comprobar que el reemplazo total del maíz en la dieta no afectó los valores productivos (incremento de peso). Además, se hizo una comparación con niveles estandarizados normales de producción de la línea Ross 308 y siempre estuvieron dentro de los rangos sugeridos.
- ❑ Los animales que consumieron raciones con base en harina de yuca y soya integral presentaron incrementos iguales o superiores (incremento de peso, rendimiento en canal, eficiencia de conversión europea) que aquellos que se alimentaron con una ración comercial basada en maíz amarillo y soya.
- ❑ La utilización de follaje en un 6% de la ración es una alternativa como pigmentante natural, ya que no influyó en los valores productivos del animal.
- ❑ No existió una diferencia marcada en la humedad de la cama de los tratamientos donde se incluyó harina de yuca con respecto al tratamiento control.
- ❑ La mortalidad ocurrida en toda la fase no está relacionada con la inclusión de harina de yuca en las dietas.
- ❑ Es factible utilizar harina de yuca como reemplazo de la totalidad de los cereales en las dietas para alimentos balanceados de aves, al mismo tiempo, utilizar la harina de follaje en la elaboración de alimentos balanceados como pigmento natural.
- ❑ Es necesario desarrollar nuevos esquemas de alimentación y participar en el progreso de un plan integral de producción, fomento y utilización de yuca para alimentación animal.

ANEXO

Cuadro 1. Composición de las dietas usadas en la etapa de iniciación para pollos de engorde en la Granja Nutribal (Nutrimentos Balanceados), Palmira, Valle del Cauca, Colombia¹.

<i>Ingrediente</i>	Dieta 1 Concentrado comercial		Dieta 2		Dietas 3, 4 y 5	
	<i>Iniciación</i>	<i>Finalización</i>	<i>Iniciación</i>	<i>Finalización</i>	<i>Iniciación</i>	<i>Finalización</i>
Maíz amarillo	55925	51072	-----	-----	-----	-----
Harina de raíces de yuca	-----	-----	40454	43513	45752	48813
Harina de follaje de yuca	-----	-----	6000	6000	-----	-----
Soya tostada	27200	18000	30000	30000	30000	30000
Torta de soya 48%	13800	14900	16,400	13300	18700	15300
Harina de arroz	-----	7000	-----	-----	-----	-----
Aceite de palma	-----	3000	4,500	4800	2900	3300
Harina de hueso	1800	1700	1,900	1700	1900	1700
Carbonato de calcio	0,500	3,700	-----	-----	-----	0,200
Sal	0,300	0,350	0,300	0,300	0,300	0,300
DL-Metionina	0,235	0,128	0,294	0,237	0,296	0,237
Nutripollo	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-Lisina	0,088	-----	-----	-----	-----	-----
Salicox	-----	-----	-----	0,050	-----	0,050
Nicarbazin	0,050	0,050	0,050	-----	0,050	-----
Olaquinox	0,002	-----	0,002	-----	0,002	-----
Total	100000	100000	100000	100000	100000	100000

¹ Fuente: Formulaciones balanceadas por Nutribal, 2000.

Cuadro 2. Análisis proximal de las dietas utilizadas.

Nutriente	Dieta 1		Dieta 2		Dieta 3		Dieta 4		Dieta 5	
	Maíz amarillo + soya (concentrado comercial)		Harina de yuca + harina de follaje de yuca + soya integral		Harina de yuca secado con vapor + soya integral		Harina de yuca secado natural + soya integral		Harina de yuca secado en horno + soya integral	
Etapa	Ini.*	Fin.**	Ini.	Fin.	Ini.	Fin.	Ini.	Fin.	Ini.	Fin.
Proteína	20,50	20,10	20,56	20,90	18,30	21,00	25,00	22,20	22,90	20,80
Fibra cruda	4,76	9,38	6,28	6,38	3,32	5,10	5,48	5,12	6,02	5,12
Cenizas	6,62	5,50	7,48	6,76	10,26	6,38	6,58	6,66	7,32	6,10
Extracto etéreo	7,16	7,64	7,30	7,52	4,64	9,80	3,30	8,20	7,98	6,62

* Ini.: Iniciación

** Fin.: Finalización

Cuadro 3. Resultado en el rendimiento de pollo de engorde.

Parámetro	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Número inicial	22	22	22	22	23
Número final	19	19	19	19	19
Número de días	42	42	42	42	42
Mortalidad total (%)	13,64	13,64	13,64	13,64	17,39
Peso inicial (g)	39,80	39,73	39,37	39,52	39,56
Peso final (g)	2139,47	2113,00	2237,50	2279,54	2387,50
Incremento de peso (g)	2099,67	2073,27	2198,13	2240,02	2347,94
Consumo de alimento (kg)	95,15	95,25	93,95	98,05	96,70
Consumo promedio por ave (kg)	4,64	4,65	4,58	4,78	4,60
Conversión alimenticia (CA)	2,21	2,24	2,08	2,14	1,96
Eficiencia alimenticia (EA)	96,80	94,30	107,60	104,70	121,80
Factor Europeo de Eficiencia (EEF)	199	194	221	220	240
Aumento diario de peso (g) (ADP)	50,00	49,36	52,33	53,30	55,90
Costo del alimento/kg etapa iniciación	\$ 620,53	\$ 604,38	\$ 607,23	\$ 607,23	\$ 607,23
Costo del alimento/kg etapa finalización	\$ 633,04	\$ 613,68	\$ 619,91	\$ 619,91	\$ 619,91

Cuadro 4. Calificación de la pigmentación externa (in vivo) y en canal (pos-sacrificio) en pollos de engorde.

	Dieta 1	Dieta 2	Dietas 3, 4 y 5
Coloración	Maíz amarillo + soya (concentrado comercial)	Harina de yuca + harina de follaje de yuca + soya integral	Harina de yuca + soya integral
Piel	4	5	2
Pico	4	5	2
Patas	4	5	2
Grasa en la canal	4	5	2

6.8.2. Proyecto demostrativo con harina de raíces de yuca en dietas para cerdos en las etapas de levante y finalización¹

Jorge Luis Gil
Julián A Buitrago^{**}
Andrés Ayerbe^{***}
Claudia Victoria Rodríguez[°]

Introducción

El uso de la harina de yuca en la alimentación animal no es una propuesta nueva. En Colombia, como en el resto de países del área andina, se presentan amplias posibilidades para incrementar la producción de variedades industriales de yuca, que podrán orientarse a reemplazar una buena parte de los cereales tradicionalmente utilizados en la producción de concentrados. La mezcla de harina de yuca con soya integral conforman un producto de excelentes condiciones nutricionales que perfectamente llegan a sustituir parcial o totalmente al maíz, sorgo y otras fuentes energéticas de las raciones para cerdos.

Al realizar los ajustes nutricionales necesarios en la dieta basada en harina de yuca, el rendimiento animal es comparable con el obtenido en los planes de alimentación basados en cereales. Sin embargo, en condiciones experimentales generalmente se han utilizado niveles de harina de yuca que fluctúa entre el 20 y el 40 por ciento de la dieta total para cerdos y aves.

El manejo económico de porcicultura depende, en un alto porcentaje, de los costos de alimentación, determinados por el uso de materias primas disponibles. Por tal motivo, la implementación o la utilización de nuevos productos, dentro de estos está la harina de yuca como sustituto parcial o total de los cereales, ya que es una alternativa propicia para los productores.

Dentro de estos conceptos, esta investigación buscó disminuir la inclusión de maíz en dietas balanceadas para cerdos en las diferentes etapas productivas mediante el uso de la harina de yuca, con el propósito de apoyar al sector porcícola y yuquero del país en la búsqueda del desarrollo:

- Evaluar el efecto en el rendimiento productivo al reemplazar el total del maíz por harina de raíces de yuca en dietas comerciales para cerdos en crecimiento y acabado.

¹ Agradecimientos a: CIAT, Nutribal S.A. y a Granjas Paraiso Ltda.

^{*} Zootecnista. Uso de la yuca en la alimentación animal, CLAYUCA. E-mail: j.l.gil@cgiar.org

^{**} Ph. D. Médico Veterinario Zootecnista. Asesor CLAYUCA, Gerente Nutribal S.A. Consultor de la Asociación Americana de Soya – ASA. E-mail: jabuitrago@telesat.net

^{***} Ingeniero Agroindustrial. Universidad San Buenaventura, Cali, Colombia. Trabajo de grado realizado en CLAYUCA. Tesis: Efecto en el rendimiento productivo de cerdos en la etapa de acabado por el reemplazo del total del maíz por harina de yuca en la dieta”.

[°] Zootecnista. Docente Universidad San Buenaventura, Cali. Directora de la tesis.

- Evaluar la combinación de harina de yuca – soya integral como aportantes principales de energía y proteína de las dietas para cerdos.
- Evaluar el efecto del procesamiento artificial de raíces de yuca en la calidad del producto final y en los costos del alimento final.

Materiales y métodos

Animales

Se utilizaron 160 cerdos nacidos en la granja, que corresponden a cruces comerciales de las líneas DK 29 y PIC 406, con pesos entre 45 y 50 kilos para iniciar la fase de levante II. Todos los animales se encontraban en condiciones sanitarias adecuadas y fueron sometidos al mismo programa de manejo y control sanitario.

La distribución de los animales se realizó al azar conformando ocho lotes, cada uno con 20 animales en promedio.

Galpón y corrales

Los animales se alojaron en galpones con techo de teja de barro, con piso de cemento y paredes de ladrillo a una densidad aproximada de 2 cerdos por m², durante las fases de crecimiento y finalización, respectivamente. Los comederos son de tipo canoa en cemento y bebederos automáticos.

Raciones experimentales

Se utilizó como base de las dietas experimentales la harina de raíces de yuca + soya integral, para ser comparadas con una dieta comercial basada en maíz amarillo como testigo.

Las raíces de yuca utilizadas en estos ensayos correspondieron a variedades industriales cultivadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical – (CIAT), Palmira, Valle, Colombia. Se deshidrató el material mediante proceso artificial. En este el producto final se obtuvo con 12 % de humedad.

Las dietas se balancearon de acuerdo con los requerimientos nutricionales de la granja y las necesidades de los cerdos. Para la mezcla del alimento se utilizó una mezcladora tipo vertical, operada por un trabajador de la empresa. Las dietas experimentales utilizadas fueron:

- Dieta 1:** Dieta comercial elaborada por la granja basada en cereales.
- Dieta 2:** Dieta experimental basada en harina de raíces de yuca.

En el Cuadro 1 de los Anexos se indica la composición de cada una de las dietas, y en el Cuadro 2 se ilustra el aporte nutricional de cada una de las dietas para las diferentes fases.

Manejo

A cada lote se le brindó igualdad de condiciones ambientales y técnicas para evitar influir en el desarrollo de los animales.

Tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos, entre ellos el T1 fue el testigo, usando una dieta comercial elaborada en la granja a partir de maíz amarillo. El tratamiento T2 incluyó harina de raíces de yuca como reemplazo total de los granos de cereales.

Pesaje

El pesaje de los animales se realizó en las instalaciones de la granja, en una báscula con capacidad para dos toneladas, se realizaron tres pesajes de los animales.

- Pesaje 1:** en el momento de iniciar el ensayo (0 días)
- Pesaje 2:** peso intermedio (36 días)
- Pesaje 3:** final para la venta de los animales (59 días)

En la Figura 6.8.11 se ilustran los pesajes obtenidos en el ensayo para cada uno de los tratamientos; en el Cuadro 3 de los Anexos se indican los valores de los pesajes.

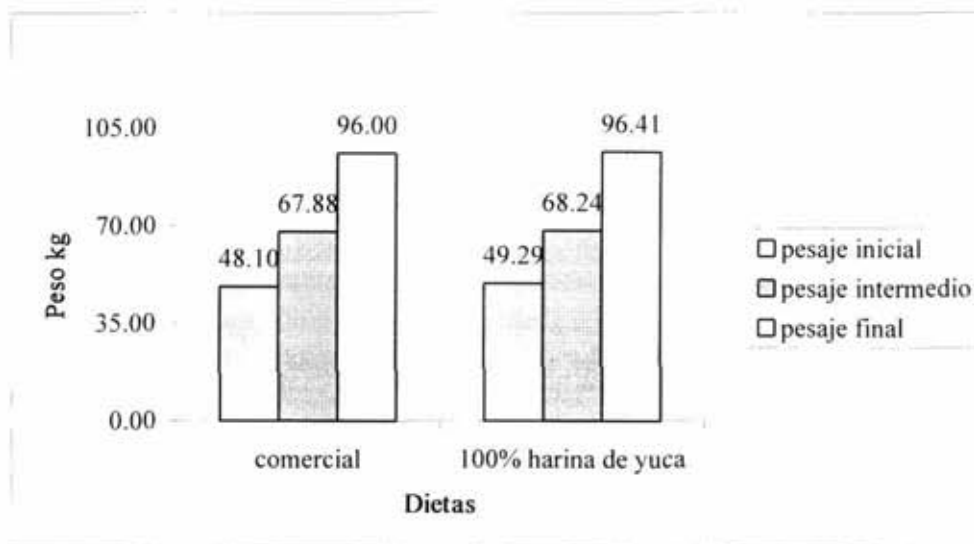


Figura 6.8.11. Peso promedio de los animales.

Parámetros

Se llevaron registros de consumo de alimento semanal y anotaciones de manejo y seguimiento del ensayo, en el Cuadro 4 de los Anexos se indican estos datos.

Parámetros a tener en cuenta: consumo de alimento, incremento de peso mortalidad, costos de producción y calidad de la canal.

Consumo

El alimento se suministró a voluntad, teniendo como base los consumos de referencia de la granja. Los resultados se ilustran en la Figura 6.8.12, en el Cuadro 5 de los Anexos se indican los datos de consumo de alimento.

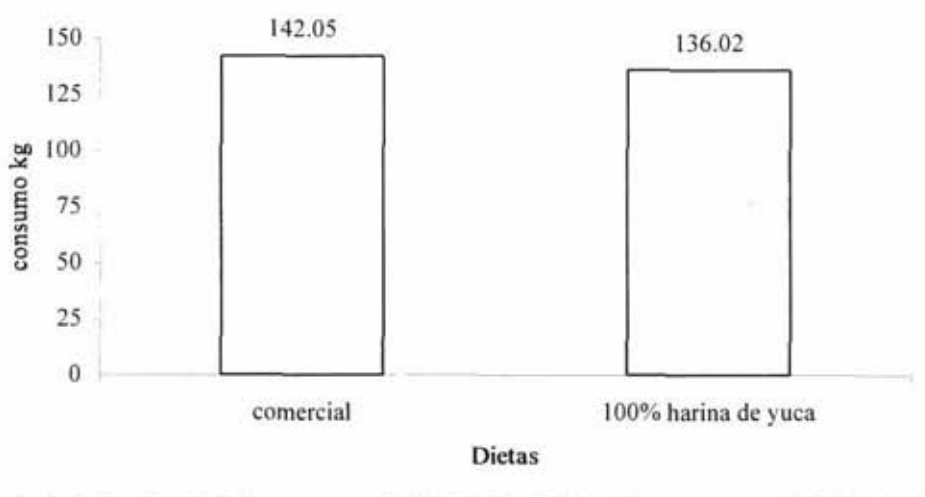


Figura 6.8.12. Consumo promedio del alimento.

El consumo superior alcanzado en el tratamiento testigo ($T1=142.05$ kg), donde se utilizó una dieta comercial basada en maíz amarillo y soya integral, quizá pueda atribuirse a una mayor palatabilidad o disminución, o ambas, de la polvosidad de este; lo que a su vez juegan un papel importante en el consumo; ya que para que un alimento sea palatable debe estar fresco, libre de hongos, con ingredientes palatables y que no sea polvoso como lo afirma Campabadal y Navarro (2001).

Incremento de Peso

En la Figura 6.8.13, se indican los incrementos de peso para los dos tratamientos. Los resultados obtenidos fueron en su orden de menor a mayor: T2 (42.71 kg) y T1 (45,94 kg).

Los resultados anteriores, permiten afirmar que aquellos animales que recibieron la dieta comercial lograron los mayores incrementos de peso, comparados con los que recibieron harina de raíces de yuca como base alimentaria.

Es notorio que el aporte nutricional es decisivo, ya que T2 sin tener un gran consumo, logró un elevado incremento de peso, casi equiparable con el obtenido con el T1. Esta afirmación es válida de acuerdo con Campabadal y Navarro (2001), donde afirman que la alimentación de cerdos en desarrollo y engorde debe estar bien balanceada, de tal forma que los animales reciban nutrientes necesarios para maximizar su potencial genético de producción.

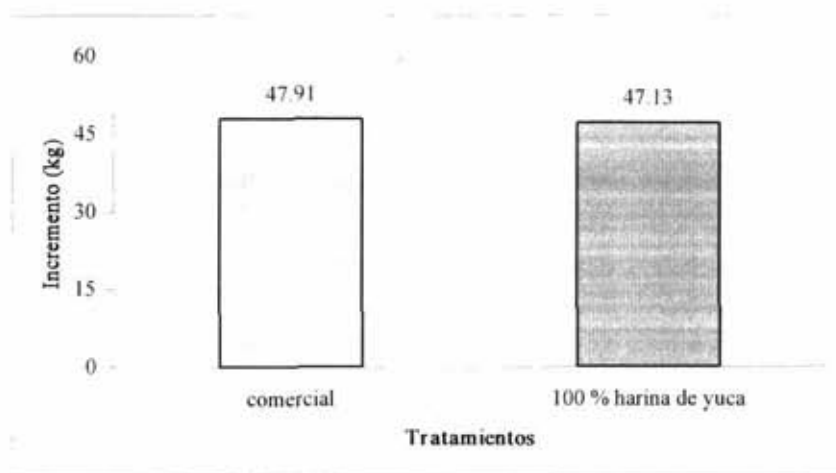


Figura 6.8.13. Incremento de peso para cerdos en la etapa de levante y ceba.

Los resultados obtenidos para el incremento de peso ($T_2 = 47.13$ kg) se acercan a los valores reportados por Granjas Paraíso que son de 49 kg. Esto coincide con lo encontrado por Campabadal y Navarro (2001), quienes reportan incrementos de peso diario para cerdos en las etapas de desarrollo y engorde de 49 kg.

Mortalidad

No se presentó mortalidad en las fases de producción de los tratamientos evaluados.

Costos

Para el análisis de costos se tuvo en cuenta el precio del alimento consumido y el costo del kilogramo de carne al momento de la venta. En la Figura 6.8.14 se ilustra el costo de un kilo de alimento, tomando como referencia la compra de harina de yuca con valores de 70 – 75 % del costo del maíz.

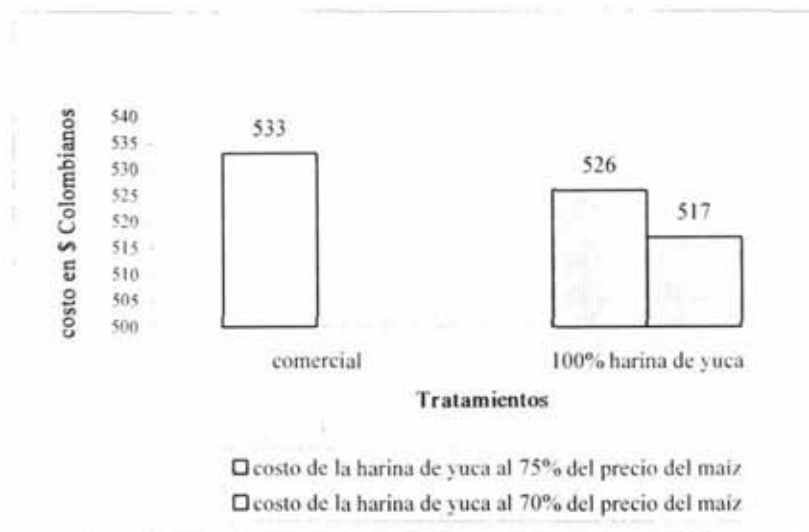


Figura 6.8.14. Costo de un kilo de alimento.

Los resultados obtenidos nos indican que el uso de la harina de yuca (T2 = \$526 y \$517 pesos por kilo de alimento) en la alimentación de cerdos para las fases de levante 2 y ceba, es una alternativa que los porcicultores pueden implementar, siempre y cuando el uso y la disponibilidad de otras materias primas lo permitan.

En el Cuadro 6 de los Anexos se muestran los costos de producción para cada uno de los tratamientos, teniendo en cuenta, además, el precio del maíz bajo dos parámetros:

- 1- 75% del costo del maíz
- 2- 70% del costo del maíz

Rendimiento en canal y grasa dorsal

En el Cuadro 6.8.1 se ilustran los datos obtenidos en la procesadora de carnes “Carnes y Derivados de Occidente”, donde se realizó el proceso de sacrificio y desposte de los animales para ser distribuidos.

Cuadro 6.8.1. Calidad de la canal de cerdos alimentados con una dieta comercial y un concentrado basado en harina de yuca como sustituto total de los cereales de la ración.

		Comercial		100% harina de yuca		Promedio	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras	Granja*	Valle**
Peso (kg)	Pie	93.8	91.8	92.6	90.5	91.6	93.4
	Canal	79.1	76.9	75.3	73.0	74.2	78.2
Rendimiento %		84.3	83.8	81.3	80.7	81.0	83.7
Grasa dorsal (mm)	Izq.	17.3	14.9	15.0	12.1	13.7	16.2
	Der.	17.5	15.0	15.2	12.3	13.8	16.4

FUENTE: ACP (Asociación Colombiana de Porcicultores), 2001

*Granjas Paraíso Ltda.

**Ponderado Granjas Porcícolas del Valle del Cauca
(Los datos fueron tomados en la planta procesadora)

Según los datos encontrados, la medida para grasa dorsal de los animales alimentados con harina de raíces de yuca como sustituto del total de los granos de cereales de la dieta se encuentra dentro de los rangos promedios que se manejan tanto en la porcícola como al nivel de comercializadoras en el Valle del cauca.

El rendimiento en canal obtenido en el presente ensayo para los animales que se les suministró harina de yuca (T2 = 81%) se encuentra dentro de los niveles que obtiene la granja con una alimentación tradicional.

Conclusiones y recomendaciones

1. Se pudo comprobar que el reemplazo total del maíz en la dieta no afectó los valores productivos (incremento de peso, grasa dorsal, rendimiento en canal, consumo de alimento). Se comparó con niveles estandarizados normales de producción que se llevan en la granja para estas líneas (PIC 406 y DK29) y estuvieron dentro de los rangos sugeridos.
2. Los animales que consumieron raciones basadas en harina de yuca y soya integral, presentaron incrementos similares (incremento de peso, rendimiento en canal), que aquellos que se alimentaron con una ración comercial basada en maíz amarillo y soya.
3. La utilización de harina de yuca en la ración es una alternativa económica para disminuir costos de producción, ya que no influyó en los valores productivos del animal.
4. No se presentó mortalidad en ninguno de los tratamientos.

5. Es factible utilizar harina de yuca como reemplazo de la totalidad de los cereales en las dietas para alimentos balanceados de cerdos, al mismo tiempo, incluir niveles altos de melaza para disminuir la polvosidad del alimento.
6. De igual forma, se recomienda desarrollar nuevos esquemas de alimentación y participar en el desarrollo de un plan integral de producción, fomento y utilización de yuca para alimentación animal.
7. Así mismo, desarrollar ensayos con harina de yuca, donde se incluyan niveles altos de melaza (8%)

ANEXOS

Cuadro 1. Ingredientes presentes en cada una de las dietas suministradas a cerdos alimentados con una dieta comercial y un concentrado basado en harina de yuca como sustituto total de los cereales de la ración.

Ingredientes	Dieta comercial		Dieta basada en yuca	
	<i>Levante 2</i>	<i>Finalización</i>	<i>Levante 2</i>	<i>Finalización</i>
Maíz amarillo	36,70	33,80	-----	-----
Harina de raíces de yuca	-----	-----	44,93	48,10
Soya integral	20,00	18,60	20,00	20,00
Sorgo	16,00	16,00	-----	-----
Harina de pescado	-----	0,50	-----	-----
Salvado de maíz	8,00	12,00	-----	-----
Torta de soya 46%	7,60	3,40	16,71	10,90
Mogolla de trigo	8,00	12,00	12,00	15,00
Sal	0,39	0,39	0,39	0,39
Aceite de palma	-----	-----	3,70	3,30
Aditivos	3,31	3,31	2,27	2,31

Cuadro 2. Aporte nutricional de las dietas para cerdos alimentados con una dieta comercial y un concentrado basado en harina de yuca como sustituto total de los cereales de la ración.

Nutrimento %	Dieta comercial		Dieta basada en yuca	
	<i>Levante 2</i>	<i>Finalización</i>	<i>Levante 2</i>	<i>Finalización</i>
Humedad	12,38	11,88	10,07	11,43
Proteína	18,32	17,33	16,13	16,37
E. Met. Mcal/kg	3310,00	3320,00	3361,00	3340,00
Fibra	4,06	4,91	4,99	4,67
Ceniza	7,88	8,45	7,21	7,84
Extracto etéreo	6,49	8,14	7,80	7,88
ENN	63,25	61,17	63,87	63,24
NDT	75,60	75,80	76,73	76,26

E. Met. = Energía Metabolizable

ENN = Extracto No Nitrogenado

NDT = Nutrientes Digestibles Totales

Cuadro 3. Peso promedio de los animales en diferentes edades (0, 36 y 59 días) de iniciado el ensayo, para cerdos alimentados con una dieta comercial y un concentrado basado en harina de yuca como sustituto total de los cereales de la ración.

Peso (kg)	Testigo (concentrado comercial)	100% Harina de yuca
Peso inicial	48,10	49,29
Peso intermedio	67,88	68,24
Peso final	96,00	96,41

Cuadro 4. Parámetros de producción de cerdos alimentados con una dieta comercial y un concentrado basado en harina de yuca como sustituto total de los cereales de la ración.

Parámetros	Testigo (concentrado comercial)	100% harina de yuca
No de lote	2801 - 3001	2801 - 3001
No inicial	81,00	80,00
No final	81,00	80,00
peso inicial lote kg	973,50	985,50
peso inicial promedio kg	48,10	49,29
peso final kg	1917,30	1926,93
peso final promedio kg	96,01	96,41
incremento de peso kg	47,91	47,14
días de ceba	64,00	64,00
ganancia/cerdo/día kg	0,75	0,74
consumo total de alimento kg	2871,60	2559,60
consumo total promedio kg	142,10	136,02
consumo/cerdo/día kg	2,22	2,12
conversión alimenticia	2,96	2,89

Cuadro 5. Consumo de alimento de cerdos, dieta comercial y concentrado basado en harina de yuca como sustituto total de los cereales de la ración.

Consumo kg	Testigo (concentrado comercial)	100% Harina de yuca
Consumo total alimento	2465,00	2752,50
Consumo promedio cerdo	123,23	136,01
Consumo cerdo día	2,12	2,21

Cuadro 6. Análisis de costo beneficio en las fases de levante y ceba para cerdos alimentados con una dieta comercial y una dieta basada en harina de raíces de yuca como sustituto total de los cereales.

Parámetros de Producción	Testigo (Concentrado Comercial)	100 % Harina de Yuca
Número de Cerdos	81,00	80,00
Peso Prom. Inicial (kg)	48,10	49,28
Peso Prom. Final (kg)	96,00	96,41
Aumento Prom. Diario (kg)	0,75	0,74
Consumo Prom. Diario (kg)	2,22	2,13
Conversión Alimenticia	2,96	2,89
<i>Costos de Alimento y Relación Costo Beneficio</i>		
Costo/kg Alimento, \$/ kg (1)	\$ 533	\$ 526
Costo de Alimento/ kg Cerdo Producido, \$/ kg (1)	\$ 1578	\$ 1500
Costo/kg Alimento, \$/ kg (2)	\$ 533	\$ 517
Costo de Alimento/ kg Cerdo Producido, \$/ kg (2)	\$ 1578	\$ 1473

(1) valor de la harina de raíces de yuca con el 75% del costo del maíz

(2) valor de la harina de raíces de yuca con el 70% del costo del maíz

\$ pesos colombianos

6.8.3. Ensayo demostrativo del uso de ensilaje de raíces y follaje de yuca en la alimentación de rumiantes en el Centro de Atención Básica, Servicio Nacional de Aprendizaje – CAB SENA, Buga

Jorge Luis Gil Llanos*

Introducción

Las tecnologías para la producción de yuca, y su posterior procesamiento en forma de harina para uso en la alimentación animal, han tenido avances significativos en los últimos años, y ya se cuenta en el país con varias alternativas tecnológicas de procesamiento. La producción intensiva de follaje de yuca como fuente de proteína para uso en la alimentación animal, no ha recibido la misma atención por parte de las entidades que trabajan en desarrollo de tecnología para este cultivo. CLAYUCA ha iniciado trabajos de desarrollo y adaptación de estas tecnologías y ya se tienen datos preliminares sobre viabilidad técnica y económica (Rosero, 2002)².

El cultivo de la yuca, basado en variedades con alto potencial de rendimiento, manejo adecuado de la fertilidad del suelo y del cultivo y prácticas culturales apropiadas ofrece la posibilidad de generar rendimientos altos por unidad de superficie lo que le da al cultivo buena competitividad frente a otras opciones agrícolas. Los resultados obtenidos en los últimos años en varias regiones productoras de yuca del país permiten afirmar que una meta de 25 toneladas de raíces por hectárea y 100 toneladas de forraje verde por hectárea, por año con cuatro cortes, es un nivel que se puede obtener con sistemas modernos de producción³.

Para la yuca, raíces y parte aérea, existen técnicas de procesamiento que son eficientes, simples de manejar y que permiten obtener harinas gruesa, productos ensilados de buena calidad para uso en alimentación animal.

Dentro de estos conceptos, dicho ensayo busca utilizar la raíz y el follaje de yuca como alimento en forma de ensilaje para vacas, con el propósito de apoyar el desarrollo del sector ganadero y yuquero del país en la búsqueda de los siguientes objetivos:

Apoyar el desarrollo de los cultivos de yuca como alternativas agroindustriales, con potencial de contribuir a la generación de empleo, ingresos, seguridad alimentaria y al manejo adecuado del medio ambiente.

Generar, ajustar y validar sistemas de producción comercial en forma asociada, de los cultivos de yuca para maximizar la producción de proteína (follaje) y energía (raíces) por unidad de superficie, con destino a la alimentación de ganado bovino, en varias regiones del país.

* Zootecnista. Uso de la yuca en la alimentación animal, CLAYUCA. E-mail: j.l.gil@cgiar.org

² Rosero V DF. 2002. Evaluación, producción y calidad del forraje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con corte periódico manual. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 120 p.

³ La Yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización, CLAYUCA 2002.

Materiales y métodos

Cultivos

Previamente se ha desarrollado una evaluación agronómica en cuanto al establecimiento de cultivos de yuca orientados exclusivamente a la producción de raíces y follaje de corte como forraje para rumiantes.

Se sembraron dos lotes (2 ha) con una densidad de 10,000 plantas por hectárea para yuca raíz con cosecha a los 12 meses. Para yuca follaje se sembraron 112,000 plantas por hectárea, realizando cortes cada 3 meses para las evaluaciones de rendimiento y de viabilidad agronómica. La variedad utilizada fue CM 523 – 7 (Catumare) en ambos casos. Figura 6.8.15.



Figura 6.8.15. Lote yuca raíz.



Figura 6.8.16. Lote yuca follaje.

Con base en el sistema de cultivo anterior, se procedió a diseñar el programa de alimentación para rumiantes, donde la fuente más importante de proteína y fibra estuvo constituida por el follaje de corte. Como fuente de energía básica se utiliza la raíz de yuca procedente de cultivos convencionales, donde la cosecha se obtiene al final del período vegetativo normal.

Sistema de ensilaje

En este diseño se realizó una evaluación del proceso de ensilaje de raíces + follaje y follaje con melaza, bajo la consideración de ofrecer una alternativa económica y práctica con base en la optimización de todos los recursos de la yuca, con poca dependencia de otros insumos.

Como punto de partida para las mezclas que se almacenaron en silos (tipo bunker y bolsa de polietileno, Figura 6.8.17), se presenta en el Cuadro 6.8.2 dos proporciones de follaje fresco y una de raíces frescas, con base en el peso al momento de preparar el ensilaje.



Silo tipo bunker



Silo en bolsa

Figura 6.8.17. Tipos de silo.

Cuadro 6.8.2. Proporción de follaje y raíz para la elaboración de ensilajes.

Grupo	Relación Follaje: Raíces	% Proteína (B.S)	% NDT (B.S)
1	1 : 1	12.5	74.00
2	1 : 0	18.4	70.28

NDT. Nutrientes Digestibles Totales
B.S. Base Seca

Elaboración del ensilaje

Se procedió a preparar el ensilaje de raíces + follaje y follaje + melaza de la siguiente manera:

a) Cosecha del material

La cosecha de yuca forrajera se realizó cada tres meses, cosechando la parte aérea desde una altura de 40 centímetros. Para la yuca raíz se esperó el ciclo completo del cultivo y se realizó a los 12 meses (Figura 6.8.18.)



Cosecha follaje.



Cosecha raíz.

Figura 6.8.18. Cosecha de los lotes.

Picado

Inmediatamente después de la cosecha se procedió a picar las raíces en una trozadora a pedal de yuca y el follaje en una cosechadora-picadora. (Figura 6.8.18)



Trozado yuca raíz



Picado follaje yuca

Figura 6.8.19. Trozado y picado del material.

Llenado del silo

Para llenar los silos (Figura 6.8.20) se debe tener en cuenta que es necesario adicionar capas de 5 – 10 centímetros de espesor y luego ejercer presión para evacuar el aire. Al usar productos como el follaje de yuca se debe adicionar sustancias o productos que contengan carbohidratos como es el caso de la melaza, que se adicionó al 8% del peso total del follaje.

Se utilizaron bolsas y plástico calibre 8, de color negro.

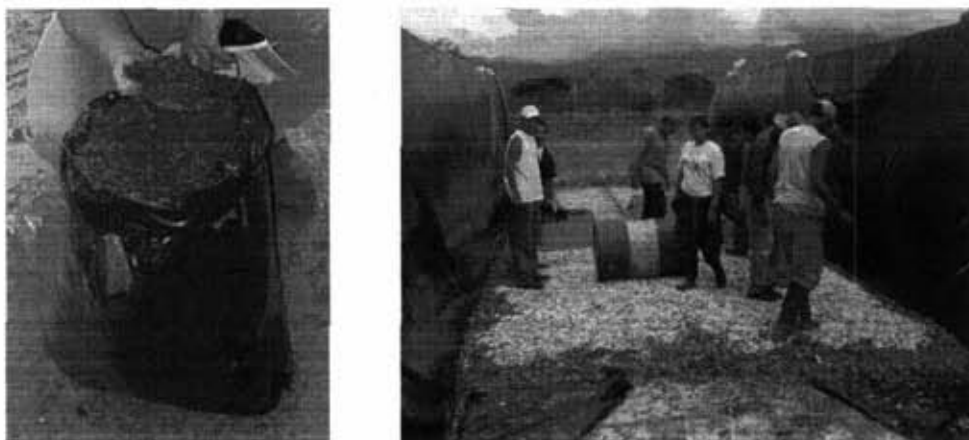


Figura 6.8.20. Llenado de los silos

Sellado del silo

Se debe sellar completamente el silo para evitar contaminación del producto y entrada de aire (Figura 6.8.21).

Hay que tener en cuenta que el silo debe quedar en un lugar protegido de animales que puedan causar daños al plástico.



Figura 6.8.21. Sellado del silo.

Después de un período de almacenamiento del ensilaje (30 días mínimo), se procedió a la fase de alimentación incluyendo bovinos de leche.

En el Cuadro 6.8.3 se indica la formulación para la elaboración del ensilaje en kilogramos de producto fresco.

Cuadro 6.8.3. Fórmulas para preparar 1 tonelada de ensilaje.

Ingredientes	Grupo 1	Grupo 2
Follaje fresco	500.0 kg	920.0 kg
Raíces frescas	500.0 kg	-----
Melaza	-----	80.0 kg
Total	1,000.0 kg	1,000.0 kg

Sistemas de alimentación

Se utilizaron 12 animales. A las vacas de leche se les suministró los dos tipos de ensilaje, garantizando un consumo a voluntad.

El alojamiento de los animales se hizo en corrales con un semipastoreo, donde se incluyó pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), además de una ración diaria de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*), pasto Puntero (*Hyparrhenia rufa*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) que hicieron parte de la dieta base, estos productos son suministrados a voluntad.

En el Cuadro 6.8.4 se indican las cantidades de concentrado, ensilaje y matarratón suministrados diariamente a los animales, según el peso vivo y la producción de leche.

Cuadro 6.8.4. Cantidades de producto utilizadas en la alimentación de vacas en producción.

Peso viva	Dieta base (B.F.)	Complemento (B.F.)		Concentrado	Sal Min.
		Matarratón	Ensilaje		
755	33.2 kg	2.00 kg	2.00 kg	1.70 kg	100 g
756	33.2 kg	2.00 kg	2.00 kg	1.25 kg	100 g
757	33.2 kg	2.00 kg	2.00 kg	1.00 kg	100 g
758	33.2 kg	2.00 kg	2.00 kg	1.50 kg	100 g
766	33.2 kg	2.00 kg	2.00 kg	1.00 kg	100 g
769	33.2 kg	2.00 kg	2.00 kg	3.00 kg	100 g

B.F.= Base Fresca

Sal Min.= Sal Mineralizada al 8%

Se diseñó un programa de alimentación adaptándose a la relación de follaje: raíces que más se aproximen a una ración balanceada nutricionalmente para la producción de leche.

Como complemento nutricional, todos los animales recibieron en forma permanente, sal mineralizada del 6 % suministrada a libre consumo.

Se tomaron registros de aumento de peso, producción de leche durante 4 meses.

Cuadro 6.8.5. Control de producción de leche.

Peso inicial	Peso final	Producción de leche					Acumulado mes kg
		Producción inicial leche kg/día					
		Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	
422	449	7.5	8.7	8.8	8.4	8.5	258.15
417	435	6.5	6.6	7.2	6.2	7.3	204.90
332	343	5.3	5.7	5.3	5.7	6.5	174.15
415	462	8.2	8.0	8.6	6.7	9.0	242.25
350	373	5.4	7.4	5.9	4.3	6.3	179.03
325	360	5.9	6.8	6.4	6.1	7.8	203.25

ANEXOS

Cálculos de producción de materias primas

1. Cultivos

- Yuca, raíces, cosecha a los 12 meses
- Yuca, follaje, cosecha cada tres meses (3, 6, 9 y 12 meses)

2. Rendimientos esperados

cultivo	Área siembra (ha)	Rendimiento esperado (t/ha)	Cosechas por año	Total base húmeda (t/año)	% de humedad	Rendimiento (t/ha/año) 12% humedad
Raiz	2	25	1	50	65	19,92
Follaje	0.5	*25	4	50	75	14,20

* rendimiento esperado por corte en t/ha

3. Fórmula general para ganado basada en ensilaje de yuca (raíces – forraje)

Para ganado (grupo 1):

follaje fresco de yuca	50.0%
raíces frescas de yuca	50.0%
total:	100.0%

Para ganado (grupo 2):

Sal mineralizada a voluntad

- 2 hectáreas producen 50,0 toneladas de materia fresca de raíces y 14 toneladas de follaje fresco.
- 0.5 hectáreas producen 50 toneladas de follaje fresco.
- Esta producción puede generar 100 toneladas de alimento para ganado, según formulación anterior.
- 100 toneladas de alimento fresco se pueden convertir en 183000 litros de leche (equivalentes 40 vacas en producción con un promedio de 15 litros día por animal por 305 días de lactancia).

4. Relación producción animal (leche) / producción de cultivos

yuca	Total ton/año con base fresca	% en balance	Ganado bovino	
			Volumen de materia prima necesario en toneladas	Excedente/déficit toneladas
Raíz	50	50,0	50	+ 1,61
Follaje	50	50,0	50	- 1,61*

*Este déficit se puede suplir con el follaje que se recoge en el momento de la cosecha de las raíces.

Los requerimientos adicionales de materia serían:

Raíces de yuca: 0
Follaje de yuca: 1,61

5. Fórmula general para ganado basada en ensilaje de yuca (raíces – forraje)

6. Cultivos

- Yuca, raíces, cosecha a los 10 meses
- Yuca, forraje, cosecha a tres edades: 45, 60 y 90 días

7. Rendimientos esperados

Cultivo	Ha	Pdn (ton/ha)	Cosechas por año	Total por año base húmeda (ton)	% de humedad	Rend/ton/ha/año/12% humedad	Total ton/año 12% humedad
Raíz	7,5	25	1	187,5	65	9,94	74,57
Yuca	2,5	25	*4	250,0	75	28,41	71,02

Para ganado (grupo 2):

follaje fresco de yuca 50,0%
raíces frescas de yuca 48,5%
úrea 1,5%
total: 100,0%
sal mineralizada a voluntad

- 10 hectáreas producen 74,57 toneladas de materia seca de raíces y 71,02 toneladas de follaje seco.
- Esta producción puede generar 145,6 toneladas de alimento para ganado, según formulación anterior.

- 145,6 toneladas de alimento se pueden convertir en 152078,6 litros de leche (equivalentes 33 vacas en producción con un promedio de 15 litros día por animal, por 305 días de lactancia).

8. Relación producción animal (leche) / producción de cultivos.

yuca	Total ton/año 12% humedad	% en balance	Ganado bovino	
			materia prima necesario en ton	Excedente/déficit toneladas
Raíz	74,57	50,0	70,61	+ 3,96
Follaje	71,02	48,5	72,80	- 1,78*
Úrea		1,5	2,2	- 2,2

- Este déficit se puede suplir con el follaje que se recoge en el momento de la cosecha de las raíces.

Los requerimientos adicionales de materia serian:

Raíces de yuca:	0
Follaje de yuca:	1,78
Úrea	2,6 toneladas

6.9. Adaptación y evaluación técnica y económica de un sistema de multiplicación rápida de material de siembra de yuca basado en el método de inmersión temporal

6.9.1. Introducción

Este proyecto se realizó con apoyo financiero de la Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), a través de un convenio suscrito con el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA), representado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). La ejecución de las actividades estuvo a cargo de CLAYUCA y la empresa Biotecnología de Colombia Ltda., Biotecol Ltda.

El proyecto buscó ensamblar y evaluar un sistema de multiplicación rápida de material de siembra de yuca, basado en el sistema de inmersión temporal de yuca, con el objetivo de proveer a los agricultores, de diversas regiones de Colombia, material de siembra de excelente calidad y en las cantidades adecuadas.

Para apoyar el logro de los objetivos propuestos se contó con la colaboración del Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) de Cuba, a través del envío de un técnico especializado en el montaje de sistemas de propagación rápida de yuca basados en la metodología de inmersión temporal rápida. Los recursos financieros otorgados por FENAVI permitieron cubrir los gastos de traslado, hospedaje, alimentación y honorarios del técnico cubano y adquirir los equipos necesarios.

La empresa Biotecol Ltda., asociada a CLAYUCA, facilitó las instalaciones para el montaje del equipo, dispuso de operarios y aportó asistencia técnica especializada, a cargo de la Dra. Paulina Pineda, Gerente de Producción.

Cuadro 6.9.1. Plan de trabajo. La implementación de este proyecto tuvo el siguiente cronograma.

	Sept 2000	Oct. 2000	Nov. 2000	Dic. 2000	Ene. 2001	Feb. 2001	Mar. 2001	Abr. 2001	May. 2001	Jun. 2001	Jul. 2001	Ago. 2001	Sep. 2001	Oct. 2001
Planificación del proyecto, discusión y aprobación	■	■												
Asesoría científica por parte del Ing. Víctor Medero, INIVIT, Cuba			■	■	■									
Instalación del Sistema SIT en la sede de Biotecol y funcionamiento de cinco baterías SIT				■	■									
Seminario sobre Micropropagación de yuca usando el Sistema SIT (Victor Medero-INIVIT)				■	■									
Funcionamiento de otras cinco baterías SIT				■	■									
Ingreso de cinco plantas in vitro de cada una de las variedades a propagar					■									
Adaptación y multiplicación de variedades por el sistema tradicional in vitro para lograr las poblaciones requeridas					■	■	■	■						
Trabajo en las baterías SIT con las variedades seleccionadas								■	■	■	■	■		
Multiplicación de las variedades seleccionadas (se produjeron un total de 73,000 plantas)								■	■	■	■	■		
Ensayos de aclimatación en invernadero (1,200 plantas)										■				
Aclimatación y endurecimiento de plantas en invernadero (33,000 plantas)											■	■		
Ajustes en la metodología de endurecimiento de plantas													■	
Incubación de plantas (40,000 plantas)														■
Siembra en campo de plantas endurecidas (2 ha)														■

6.9.2. Productos esperados

Los productos que se esperaban del proyecto y los resultados obtenidos son descritos a continuación:

Producto 1. Implementación y puesta en funcionamiento del Sistema de Inmersión Temporal para apoyar los trabajos de multiplicación rápida de material de siembra de yuca

Resultados

Gracias a la asesoría científica del Ingeniero Víctor Medero Vega, del Instituto Nacional de Viandas Tropicales de Cuba (INIVIT), y el apoyo financiero recibido por parte de FENAVI y el Fondo Nacional de la Avicultura (FONAV), se realizó esta actividad. El Sistema de Inmersión Temporal (SIT) se instaló en la sede de la empresa Biotecol de Colombia Ltda., socia de CLAYUCA y coejecutora del proyecto.

El Anexo 1 presenta un informe completo de esta fase incluyendo fotografías y planos del sistema y recomendaciones del Consultor.

En general, se puede concluir que el equipo está funcionando en perfectas condiciones desde el punto de vista mecánico; el funcionamiento durante los últimos meses ha permitido realizar algunos ajustes buscando optimizar su desempeño, especialmente en lo relacionado con el tipo de Erlenmeyer utilizado. El sistema presenta aún niveles de contaminación relativamente altos y todavía no se ha detectado con exactitud la causa de esta contaminación. Existen posibles causas que están siendo investigadas, por lo que será necesario seguir realizando ensayos y ajustes hasta solucionar este problema. Este punto será discutido más adelante en este informe.

Producto 2. Optimización de factores de laboratorio que son críticos en el protocolo de propagación para un grupo de genotipos élite de yuca

Resultados

Manejo de los explantes a propagar

Para aprovechar la presencia del asesor cubano en la operación inicial del SIT fue necesario solicitar al INIVIT un envío de 100 plantas in vitro de la variedad CMC-40, debido a que las variedades solicitadas al Banco de Germoplasma del CIAT sólo estuvieron disponibles el 4 de enero. La operación de un Sistema SIT requiere un número mínimo de plantas, 50 de cada variedad, por lo que inicialmente se procedió a multiplicar las plantas recibidas del CIAT. La multiplicación se efectuó por el sistema tradicional de cultivo de tejidos, en un medio contenido en frascos de vidrio de 100 cm³ de capacidad, pero con 20 mililitros del medio solidificado, y una población de tres plantas por frasco (Cuadro 6.9.2.).

Cuadro 6.9.2. Variedades recibidas del CIAT para la multiplicación en el SIT.

Variedades recibidas	No. de plantas por variedad
CM 4574-7	5
CM 6740-7	5
TAI - 8	5
CM 6438-14	5
MCOL 1468	5

Desde la fecha en que se recibieron hasta finales del mes de abril, las variedades mencionadas se continuaron trabajando por los métodos rutinarios hasta lograr poblaciones suficientes para instalarlas en los SIT. Pasaron por cuatro divisiones y sus respuestas presentaron variaciones en función de la variedad utilizada (Cuadro 6.9.3.)

Cuadro 6.9.3. Tasas de multiplicación de variedades de yuca por método tradicional.

Variedades:	Tasa de Multiplicación:
CM 4574-7	2.8
CM 6438-14	3.9
CM 6740-7	5.2
MCOL 1468	3.5
TAI-8	2.9

La tasa de multiplicación se refiere a la cantidad de plantas hijas que genera una planta madre en cada división. Esta información es un parámetro importante para comparar luego con las tasas de multiplicación obtenidas por el sistema SIT.

Medio de Cultivo

Se empleó el medio desarrollado y utilizado por el CIAT desde 1991 (Roca et al, 1991), que también corresponde al mismo medio utilizado en Cuba. En el proyecto se introdujo un cambio en la última etapa para inducir el enraizamiento, bajando a 1/3 las sales minerales de Murashige and Skoog, el medio tradicional utilizado para multiplicación de plantas in vitro. Se obtuvieron buenos resultados, ya que se logró producir plantas con tallos más fuertes y menor incidencia de la elongación (etiolación) de la planta.

Tiempos de esterilización

Normalmente, los materiales se autoclavan a 15 libras de presión, 120 °C de temperatura y un tiempo de autoclavado de 15 minutos. Con los problemas de contaminación que se han presentado en la operación del sistema se ensayaron varios tiempos de autoclavado, encontrándose que un tiempo de 25 minutos, con presión de 18 a 10 libras, resulta en un medio con precipitados, pero que no afecta el normal desarrollo de las plantas.

Volumen de medio y número de explantes

Se realizaron varios ensayos para determinar el efecto de los volúmenes de medio utilizado y el número de plantas colocadas en el sistema. Los resultados encontrados indican que el volumen óptimo es 1 litro de medio líquido en un Erlenmeyer con capacidad de 3 litros. En cuanto al número de plantas a utilizar, se encontró que un rango de 35 a 40 es el número máximo que se puede usar en el volumen de 1 litro.

El tamaño ideal de los explantes varía entre 1 a 3 cm, siendo lo ideal un tamaño entre 1.5 a 2.0 cm

Frecuencia y tiempos de inmersión sobre los coeficientes de multiplicación

Los diferentes ensayos realizados permitieron definir los siguientes parámetros óptimos de funcionamiento del sistema:

Cuadro 6.9.4. Parámetros del funcionamiento del sistema.

Parámetro	Condiciones ideales
Tiempo de inmersión	8 minutos
Frecuencia	4 veces en 24 horas
Volumen de medio	1.0 litro en Erlenmeyer de 3.0 litros.
Temperatura	27 °C
Luminosidad	3.500 Lux
Tiempos de luz	14 horas luz, 10 de oscuridad
Tiempo de incubación	30 días

Cuadro 6.9.5. Historial de cada Sistema SIT durante su funcionamiento.

SIT No.	Resultados	
	Instalación	Cosecha
I	<ul style="list-style-type: none">Se instaló en diciembre 29 de 2001Se emplearon 35 explantes de la variedad CMC-40En enero 15 de 2001 se manipuló tres veces por problemas con el tapón de caucho.	<ul style="list-style-type: none">Se cosechó en febrero 15 de 2001 con una tasa de multiplicación de 14Algunas plantas presentaron vitrificación.
	<ul style="list-style-type: none">Se montó nuevamente con 40 explantes.	<ul style="list-style-type: none">Fue descartado el 22 de febrero por presentar contaminación.
	<ul style="list-style-type: none">Se montó nuevamente el 25 de febrero.	<ul style="list-style-type: none">Se volvió a eliminar por contaminación.
	<ul style="list-style-type: none">Se instala nuevamente el 9 de abril con CMC 6740-7	<ul style="list-style-type: none">El sistema presentó problemas con el filtro.Se cosechó el 30 de abril por problemas de contaminación.El material rescatado salió con una tasa de 1.3
	<ul style="list-style-type: none">Se instaló nuevamente el 9 de abril con la misma variedad.	<ul style="list-style-type: none">Se reemplazó el tapón de caucho por tapón de silicona.Presentó contaminación al tercer día.
	<ul style="list-style-type: none">Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre se montó siete veces más.	<ul style="list-style-type: none">Presentó contaminación en todos los casos, de los 3 a 5 días de instalado.

SIT No.	Resultados	
	Instalación	Cosecha
2	<ul style="list-style-type: none"> Se instaló con la variedad CMC 40 con 60 explantes el 29 de diciembre de 2000. 	<ul style="list-style-type: none"> El 2 de enero ya estaba contaminado.
	<ul style="list-style-type: none"> Se monta nuevamente el 2 de enero con 30 explantes 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiró el 29 de enero por contaminación.
	El 31 de enero se monta con 35 explantes.	<ul style="list-style-type: none"> En marzo 7 se cosecha y se obtiene una tasa del 8.
	<ul style="list-style-type: none"> Se instala nuevamente con la variedad MCOL 22 15 el 7 de marzo. 	<ul style="list-style-type: none"> Fue eliminado el 26 de marzo por contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> Se trasladó a este lugar el SIT No. 8 conteniendo la misma variedad. 	<ul style="list-style-type: none"> El 6 de abril se cosecha dando una tasa del 7.
	<ul style="list-style-type: none"> En abril 30 se instala con la variedad CM 64 38 – 14 con 36 explantes. Se cambia a tapón de silicona 	<ul style="list-style-type: none"> Al tercer día presentó contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre se instaló siete veces más. 	<ul style="list-style-type: none"> En todas las veces se observó contaminación.

SIT No.	Resultados	
	Instalación	Cosecha
3	<ul style="list-style-type: none"> En enero 22 se instaló con la variedad CMC 40 con 40 explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiró por taponamiento en la malla de absorción.
	<ul style="list-style-type: none"> Se vuelve a sembrar con la misma variedad. 	<ul style="list-style-type: none"> En enero 27 se retiró por contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> Se instaló en enero 31 con la variedad MCOL 15 – 05, con 40 explantes 	<ul style="list-style-type: none"> Se cosechó en marzo 7, con una tasa del 8, el material presentó formación de callos, los cuales no son deseables en este tipo de multiplicación.
	<ul style="list-style-type: none"> En marzo 7 se montó nuevamente con la misma variedad e igual número de explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> En marzo 26 se eliminó por contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> Se traslada a este sitio el SIT No. 6 conteniendo CMC 40 	<ul style="list-style-type: none"> En abril 30 fue cosechado, con una tasa del 7.5, en plantas muy pequeñas.
	<ul style="list-style-type: none"> En abril 30 se instaló con el mismo material e igual número de explantes, con los nuevos tapones de silicona. 	<ul style="list-style-type: none"> Al tercer día presentó contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> Durante los meses de junio a septiembre se montó siete veces más. 	<ul style="list-style-type: none"> En todos los casos fue eliminado por contaminación.

SIT No.	Resultados	
	Instalación	Cosecha
4	<ul style="list-style-type: none"> El 29 de diciembre de 2000 se instaló con la variedad CMC 40 con 50 explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Se eliminó el 13 de enero por contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> El 15 de enero se monta nuevamente con 30 explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> El 31 de enero se manipuló el sistema por problemas con el tapón. El 13 de febrero se cambió el medio debido a poco crecimiento de las plantas. En febrero 27 se retiró debido a que las plántulas no presentaron ningún desarrollo.
	<ul style="list-style-type: none"> El 27 de febrero se instaló con la variedad MCOL 22-15, con 35 explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> En abril 9 se cosechó con una tasa del 7.7. Plantas muy elongadas, pocos entrenudos, hojas malformadas, enrollamientos, vitrificación
	<ul style="list-style-type: none"> Se instala nuevamente en abril 9 con la misma variedad y con 35 explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Fue eliminado el 30 de abril por contaminación
	<ul style="list-style-type: none"> Se instaló nuevamente en abril 30 con la variedad MCOL 14-68, con 33 explantes, con los nuevos tapones de silicona. 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiró al tercer día por contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre se instaló siete veces más. 	<ul style="list-style-type: none"> En todas las veces se observó contaminación.

SIT No.	Resultados	
	Instalación	Cosecha
5	<ul style="list-style-type: none"> El 29 de diciembre de 2000 se instaló con la variedad CMC 40 con 60 explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Se cosechó en febrero 13 con una tasa del 11.5. Se <i>dificultó mucho</i> la sacada del material por la boca del Erlenmeyer, lo cual causó pérdida de material, la tasa pudo ser aún más alta.
	<ul style="list-style-type: none"> En febrero 13 se monta nuevamente con la misma variedad, con 40 explantes. 	Se retiró en marzo 22 por estar contaminado.
	<ul style="list-style-type: none"> Se instaló en marzo 22 con CMC-40 con 40 explantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Se retiró en marzo 26 por presentar contaminación.
	<ul style="list-style-type: none"> Se trasladó a este lugar el SIT No.10 	<ul style="list-style-type: none"> Al cosechar, presentó tamaño normal (5 nudos), pero tenía hojas amarillas y excesiva formación de raíces. Dio una tasa de 5.6
	<ul style="list-style-type: none"> En abril 9 se instaló con CMC-40, con 40 explantes Se reemplazó el tapón de caucho por tapón de silicona y fue el único SIT con este tipo de tapón que no se contaminó. 	<ul style="list-style-type: none"> Se obtuvo una tasa de 4.8 plantas, con muy poco brote y mucha vitrificación.
	<ul style="list-style-type: none"> Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre se instaló siete veces más. 	<ul style="list-style-type: none"> En todas las veces se observó contaminación.

Funcionamiento de los SIT No. 6 al 10

Los SIT No. 6 al 10 fueron utilizados para realizar ajustes y ensayos sobre los siguientes parámetros:

1. Número de explantes
2. Volúmenes de medio de cultivo
3. Tiempos de autoclavado del medio de cultivo
4. Distancias a la fuente de luz
5. Luz por arriba, luz por abajo
6. Presión de los sistemas
7. Tiempos de incubación
8. Otros parámetros

De este grupo, el único SIT que se pudo cosechar fue el No. 9, instalado con la variedad MCOL 15-05 y dio una tasa del 12.

En resumen, durante el período de funcionamiento de los 10 SIT se efectuaron un total de 140 instalaciones, con un promedio de 14 cambios, debido, principalmente, a contaminación. Se ha tenido éxito en cinco de ellas, lo que corresponde a un 3.5% de todos los sistemas instalados.

Las tasas de multiplicación se han visto incrementadas de 3.0%, como se da en el sistema in vitro convencional (estacionario), al 12% y 14% que se dan en los sistemas SIT, es decir, un incremento del 400%. La superioridad de esta nueva tecnología está dada por la renovación constante de O₂ y la eliminación de gases tóxicos. Los explantes se exponen al medio líquido por períodos de tiempo controlados, lo cual favorece la disponibilidad de nutrientes, evitando la muerte de las plantas por asfixia, lográndose una producción de plantas de alta calidad y vigor.

El problema que aún existe es la contaminación que se ha presentado desde el inicio de las operaciones, que ha alcanzado niveles altos. Aún así, a pesar de estos inconvenientes, durante el período de operaciones se logró producir más de 50.000 plantas.

Todas las condiciones han sido probadas, evaluadas, sometidas a variaciones con el fin de optimizar el sistema, es importante rescatar que tradicionalmente el laboratorio maneja condiciones de contaminación por debajo del 2%; la lucha por encontrar y resolver el alto porcentaje de contaminación que presentan los SIT se ha llevado a medidas extremas, pero se debe continuar hasta detectar las fuentes de contaminación y poder bajar ese alto porcentaje.

Producto 3. Establecimiento de los parámetros de campo que permiten optimizar la aclimatación y el crecimiento de las plantas generadas por el método de inmersión temporal rápida

A pesar de los problemas presentados con los altos niveles de contaminación en el funcionamiento del SIT, se logró producir un número considerable de plantas que fueron utilizadas para evaluar los parámetros de campo que intervienen en la fase de aclimatación de las plantas.

Una vez que el SIT empieza a producir plantas en gran cantidad, se pueden presentar problemas con el manejo de las plantas por falta de espacio en invernaderos o en casas de malla. En este proyecto ocurrió dicha situación, ya que los invernaderos y casas de malla del CIAT estaban ocupados. Este factor no permitió una buena coordinación entre la producción de plantas en el SIT y la entrega de los plántines a CLAYUCA para la fase de aclimatación. En las etapas iniciales de esta fase, la mayoría de las plantas llegaron en estado muy avanzado de etiolación, lo que dificultó su endurecimiento y sobrevivencia. Posteriormente, se mejoró la coordinación, las plantas llegaron en mejor estado y los resultados de endurecimiento y sobrevivencia alcanzaron niveles aceptables.

Cuadro 6.9.6. Resultados obtenidos. Énfasis en las condiciones más aceptables para garantizar niveles óptimos de aclimatación y endurecimiento de las plantas generadas en el SIT.

Fecha	Variedad	Vitro-plantas recibidas por CLAYUCA
Julio 10/2001	CMC-40	5500
Julio 17/2001	CMC-40	7000
Agosto 1/2001	CMC-40	5000
Agosto 8/2001	CMC-40	4350
Agosto 13/2001	MCOL 1505	5500
Septiembre 25	TAI 8	500
Octubre 7/2001	CMC-40 MCOL 2215	2500
TOTAL		30350

Resultados

Luz

Se evaluaron diferentes colores de recipientes que cubrían las vitroplantas después del trasplante inicial. Las plántulas ubicadas en los recipientes de color azul mostraron un crecimiento del tallo y hojas superior al testigo y a las ubicadas en recipientes de color amarillo y rojo.

Humedad relativa

Se evaluaron diferentes clases de cámaras húmedas:

- ✓ Una cámara húmeda con humidificador controlado por un reloj control. En este método se sembraron las plantas en una bandeja de enraizamiento.
- ✓ Una minicámara húmeda proporcionada por pequeños vasos de icopor que cubrían cada plántula. En este método, las plantas están sembradas en vasos de icopor o vasos jiffy.
- ✓ Una minicámara proporcionada por una bolsa plástica transparente que cubría las plántulas. En este método, las plantas se sembraron en bolsas plásticas que se depositan en una canasta plástica. Este método fue muy

funcional, ya que el porcentaje de pérdida de plántulas fue mínimo (1% a 2%).

Temperatura:

En todos los ensayos se pudo determinar que temperaturas superiores a 43 °C en los primeros tres días, generan un porcentaje de pérdida de plántulas superior al 90%. Este efecto es más pronunciado cuando las plantas están muy etioladas al salir del SIT.

Espacio y materiales

Si se utilizan bandejas (45 cm x 30 cm x 25) en las que se pueden poner 54 bolsas (7 cm x 14), se hace necesario un espacio en casa de malla de 25 m² de área útil para 10.000 plántulas, lo cual representa una disminución de espacio considerable, en comparación con el sistema tradicional de endurecimiento. Con la utilización de las canastas plásticas en lugar de las bandejas, el número de bolsas plásticas que se pueden acomodar en cada canasta sube a 80. Con una área de casa de malla disponible de 26 x 6 metros, se pueden ubicar 48 mesas. En cada mesa caben 10 canastas plásticas. Entonces se pueden manejar 38.800 plantas al mismo tiempo.

Mano de obra para riego

La utilización de un sistema de riego por micro-aspersores, reduce la utilización de mano de obra en un 90%, con respecto al sistema tradicional de endurecimiento.

Sistema de siembra

El sistema de siembra que dio mejores resultados consiste en llenar las bolsas con ¾ de la mezcla, colocar la planta y, luego, adicionar el ¼ restante de mezcla. Este método redujo drásticamente las pérdidas cuando se manejaron cantidades grandes de plantas. Esta práctica es muy importante cuando no se dispone de mano de obra calificada para manejar las plantas.

Acondicionamiento de las plantas que salen del Sistema de Inmersión Temporal, SIT

El éxito en el proceso de “endurecimiento” depende de muchos factores que deben manejarse en una forma integral, desde la recepción de las vitro-plantas hasta el transplante en el sitio definitivo.

a.- Recepción de vitro-plantas: En las condiciones en que se implementó el proyecto, las plantas generadas en el SIT fueron acondicionadas en frascos con un número de cinco plantas por frasco y transportadas en cajas con capacidad para 90 a 100 frascos, es decir, entre 450 a 500 plantas por caja. Cuando llegaron las cajas con los respectivos frascos se procedió a retirarlos rápidamente de las cajas y ubicarlos en forma separada en un lugar fresco y con iluminación adecuada. Esta es una oportunidad para realizar una preselección, eliminando frascos que están contaminados, quebrados o maltratados.

b.- Pre-adaptación de plántulas: En algunas ocasiones, el número de plantas recibidas de una sola vez fue muy alto y la capacidad disponible de mano de obra no permitió una manipulación rápida del material, debiendo permanecer varios días en las cajas. En estas condiciones se observó una tasa de mortalidad alta. Cuando esto sucede, se recomienda guardar los frascos en un lugar fresco y con luz adecuada, durante 1 ó 2 días. En este período se retira la cinta plástica que rodea la tapa de los frascos para aclimatar la plántula a las condiciones del lugar. Se aconseja que todo el proceso del trasplante se inicie a partir de las 4:00 p.m., todos los días, con el fin de evitar la deshidratación de las plántulas, especialmente si el trabajo se realiza en una casa de malla.

c.- Substrato para el trasplante: Los mejores resultados que se obtuvieron en el proyecto, en cuanto al sustrato a usar para el endurecimiento, fueron con la mezcla de 1 parte de suelo molido o zarandeado (capa arable no arcillosa) y tres partes de arena (arena gruesa lavada).

En todos los casos, el sustrato fue esterilizado a vapor para minimizar riesgos de presencia de hongos y nematodos del suelo. En caso de que no se cuente con el equipo de "esterilización" se puede depositar la arena en una caneca metálica que contenga agua y, posteriormente, someterla a calor. Respecto del suelo, se puede extender una delgada capa de suelo en un plástico, cubrirla con otro plástico negro en forma hermética y dejarla una semana expuesta al sol.

Proceso inicial de trasplante

Basándose en las experiencias obtenidas durante el proyecto, se ha logrado definir una metodología que se considera la más adecuada para manejar la fase de trasplante de las plántulas generadas en el SIT. Los pasos recomendados son:

- a- Llenar las bolsas plásticas con la mezcla de suelo.
- b- Seleccionar frascos que contengan las plántulas más vigorosas (color verde intenso, erguidas) con un tamaño entre 3 y 6 cm.
- c- Extraer la plántula del frasco.
- d- Lavar las raíces para eliminar el agar.
- e- Trasplantar las vitro-plantas a las bolsas plásticas que previamente se han ubicado en una canasta plástica. El tamaño de bolsa utilizado es de 7 x 14 cm y en una canasta plástica caben 80 bolsas.
- f- Regar inmediatamente después del trasplante (10 cm^3 de agua por bolsa). Este primer riego debe contener un fungicida para hongos del suelo y un fertilizante rico en fósforo que estimule el enraizamiento.

- g- **Cámara húmeda:** La canasta plástica con las respectivas plántulas se cubre con una bolsa plástica, se cierra creando así el efecto de una cámara húmeda que ayuda a minimizar el estrés de la planta recién transplantada.
- h- El paso siguiente consiste en llevar las canastas plásticas a una casa de malla en la que permanecerán en la siguiente fase del proceso de endurecimiento. No se recomienda utilizar el invernadero, ya que los costos de operación son muy altos. Una casa de malla puede ser construida con menores costos y se adapta perfectamente a las necesidades de condiciones ambientales que se requieren en esta etapa.

En esta fase se debe estar muy atento a los cambios micro-climáticos dentro de las instalaciones, a la nutrición de las plántulas, al riego y a la presencia de plagas y enfermedades.

Manejo de las plantas después del transplante inicial

En general, las experiencias obtenidas por el CIAT en el manejo de plantas producidas por métodos de propagación rápida fueron desarrolladas manejando un número pequeño de plantas, para ello las necesidades de espacio y de manejo no son tan exigentes. Con la utilización de métodos, como el de *Sistema de Inmersión Temporal*, ahora es posible producir un número muy grande de plantas, en períodos cortos de tiempo, por lo que existe la necesidad de generar metodologías de manejo que permitan recuperar y mantener las plantas en buenas condiciones hasta que son llevadas al campo.

En la metodología generada durante el este proyecto, esta fase empieza a partir del momento en que las plantas, debidamente acondicionadas, son colocadas en la casa de malla. A partir de allí, los pasos sugeridos son los siguientes:

- a. Al octavo día de tener las plantas en la casa de malla se retira el amarre de la bolsa plástica, permitiendo a las plántulas que se vayan adaptando al micro ambiente de las instalaciones.
- b. *Riego:* Si las condiciones son normales y no hay marchites fisiológica, se hace el segundo riego de mantenimiento a los 10 ó 12 días después del transplante. Este segundo riego (10 cm³ por planta) va acompañado con una mezcla de fertilizante rico en fósforo para continuar estimulando el desarrollo de las raíces. Dependiendo de las condiciones micro-climáticas que se tienen en la casa de malla y del estado de turgencia de las plántulas, se puede programar uno o dos riegos diariamente.
- c. *Riego automático en casa de malla:* Cuando el número de plantas sobrepasa las 1.500, se justifica el riego por microaspersión, que debe estar controlado por un reloj y una válvula solenoide. Cuando se utiliza este sistema de riego se deben realizar inspecciones rigurosas para detectar cualquier problema fitopatológico.

- d. *Fertilización:* Cada ocho días se realiza la fertilización con un abono rico en fósforo, alternándolo con un fertilizante completo que contenga los elementos mayores y menores. Si se presentan síntomas puntuales de la deficiencia de un elemento se puede realizar una fertilización foliar con fertilizantes simples o completos.
- e. *Segundo transplante:* Cuando las plántulas tengan entre 45 y 60 días del primer transplante es necesario realizar un nuevo transplante a bolsas plásticas con una capacidad de 500 gramos de suelo, en el que se puede adicionar micorrizas, si se considera necesario, según los análisis del suelo en el que las plantas van a ser sembradas definitivamente.
- f. *Transplante al sitio definitivo:* Entre los 2 y 3 meses de permanecer en la casa de malla, las plantas están listas para ser llevadas al sitio definitivo. Durante este período es importante estar atento a deficiencias nutricionales o problemas de plagas y enfermedades.

La información anterior ha sido obtenida en un periodo de trabajo de aproximadamente un año. La fase final consiste en llevar las plantas endurecidas a condiciones de campo. Este proceso fue monitoreado de cerca por el personal técnico de CLAYUCA para determinar el comportamiento de las plantas y sus niveles de rendimiento.

La Infografía presentada en los Anexos 2, 3 y 4 complementa la información técnica presentada en este informe.

Anexo 1

Informe final sobre el montaje y puesta en funcionamiento del SIT

*Ing. Víctor R. Medero Vega, MSc.
INIVIT- CUBA.*

En el marco del proyecto “Adaptación y evaluación técnica y económica de un sistema de multiplicación rápida de material de siembra de yuca basado en el método de inmersión temporal”, se realizó una visita de asesoría científica (21 de noviembre de 2000 al 20 de enero de 2001) de un investigador del INIVIT, Cuba, con el objetivo de dar cumplimiento a la actividad 1 del proyecto.

Durante la asesoría se trabajó en el desarrollo y la transferencia de la tecnología del SIT, desarrollada por el INIVIT, a CLAYUCA y Biotecol Ltda., teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Entrega del listado de los componentes del equipo y su posible localización en el mercado nacional.
- Montaje del sistema tecnológico.
- Entrega de la información tecnológica y la puesta en práctica del protocolo establecido para yuca.

A partir del 22 de noviembre comenzó el trabajo de búsqueda y la localización de los componentes del SIT en catálogos, laboratorios del CIAT y en la ciudad de Cali. Después de la compra de los componentes, el montaje electrónico se realizó con el apoyo del área de mantenimiento del CIAT. La instalación en Biotecol Ltda. se ejecutó el 19 de diciembre.

Los filtros, la manguera de silicona, los tapones y los clamps no se consiguieron en la ciudad de Cali y fue necesario importar estos productos de los Estados Unidos; por este motivo, la colaboración del Dr. Joe Thome y la Unidad de Biotecnología permitió disponer de estos componentes y lograr el funcionamiento exitoso del SIT el día 26 de diciembre, y la siembra de las primeras 5 baterías el día 29 de diciembre. La manguera de silicona restante para la instalación completa del equipo llegó al CIAT el día 10 de enero, y el 11 del mismo mes se completó el sistema y funcionó perfectamente.

En general, se logró la instalación de un SIT, conformado por 10 baterías de Erlenmeyers de 3 litros de volumen y distribuidas en dos pisos (ver Anexo 1 y 2). En conjunto con la Dra. Paulina Pineda de Biotecol Ltda., se discutió el protocolo de multiplicación de la yuca y se le entregó copia por escrito, así como una estrategia a seguir para la producción del material que se necesita de este cultivo.

El INIVIT aportó 100 vitro-plantas del clon 'CMC - 40' a CLAYUCA, para la puesta a punto del SIT en Biotecol Ltda. Los materiales biológicos restantes de interés para CLAYUCA, fueron donados por el CIAT.

Además, se explicó en reiteradas ocasiones todo el funcionamiento del SIT al personal de Biotecol Ltda., así como se realizó una explicación y demostración práctica del manejo de las vitro-plantas de yuca en fase de aclimatización. También, el 10 de enero del año en mención, en la Sala Nariño del CIAT, se impartió un seminario sobre los resultados obtenidos en Cuba en materia de Biotecnología de yuca, ajustado al tiempo establecido y respondió a las preguntas formuladas. Este seminario se realizó dentro del ciclo de seminarios semanales que se dictan en el CIAT.

Recomendaciones

- Mantener un estricto seguimiento del funcionamiento del sistema y del montaje de los diseños para la puesta a punto de los protocolos de interés para CLAYUCA.
- Aplicar correctamente la metodología de propagación in vitro de la yuca, suministrada por el INIVIT.
- Esterilizar el medio de cultivo por separado para alargar la vida útil de los filtros.
- Prestar especial cuidado al material que se selecciona para sembrar en el SIT para evitar las pérdidas por contaminación. Es necesario utilizar medios selectivos.
- La batería que se contamine hay que reponerla inmediatamente.
- Se debe manipular lo menos posible el material en los laminares.
- Realizar diariamente el drenaje del tanque de aire del compresor. Para el mantenimiento del compresor u otra eventualidad, dirigirse al proveedor.
- Cualquier dificultad de tipo electrónica, contactar al Sr. Álvaro Azcárate del CIAT.
- Cualquier necesidad de material biológico, contactar al Lic. Roosevelt Escobar del CIAT.

Cualquier dificultad de tipo técnico, por favor contáctese en el INIVIT a la siguiente dirección electrónica: inivit@ip.etcusa.cu, Tel.: 53 (424) 2103, 2344.

Agradecimientos

A los señores Dr. Aart van Schoonhoven, Ing. Bernardo Ospina y al Dr. Guillermo Gálvez. Gracias por la confianza depositada en el INIVIT para el montaje del SIT y, en lo

personal, por la posibilidad de estar en el CIAT y ampliar con otros colegas las perspectivas de trabajo en materia de biotecnología de yuca.

A FENAVI, por el apoyo financiero para la ejecución práctica del proyecto.

A la Unidad de Biotecnología, en especial al Dr. Joe Thome y su equipo de investigadores, por la hospitalidad, apoyo y el intercambio durante la realización del trabajo.

Al colectivo de CLAYUCA y de Biotecol Ltda. por la receptividad y el apoyo constante.

A la Unidad de Mantenimiento del CIAT, en especial a su Técnico Electricista Álvaro Azcárate, por su valiosa contribución en el montaje del SIT.

A todos, muchas gracias.

Componentes del SIT

Elementos	Localización	Cantidad	Costo US\$
Compresor libre de aceite	Fluido Mecánica LTDA.	1	607.38
Arrancador para motor eléctrico	Fluido Mecánica LTDA.	1	129.71
Filtro con drenaje automático	Fluido Mecánica LTDA.	1	167.29
Válvula de flujo de aire	Fluido Mecánica LTDA.	1	76.89
Válvula universal y niples	Fluido Mecánica LTDA.	1	32.42
Válvulas de 3 vías	Fluido Mecánica LTDA.	2	331.84
Conector rápido recto	Fluido Mecánica LTDA.	10	36.61
Conector rápido codo	Fluido Mecánica LTDA.	14	76.89
Conector recto en bronce	Fluido Mecánica LTDA.	22	89.62
Conector rápido en tee	Fluido Mecánica LTDA.	24	165.21
Manguera 6 mm	Fluido Mecánica LTDA.	15 m	27.46
Erlenmeyers de 3 Lts.	Walter Velasco	24	627.74
Tapones en caucho	Walter Velasco	22	12.07
Timer	Walter Velasco	1	132.00
Cable y misceláneas			*
Manguera de silicona			*
Tapones de silicona			*
Filtros de 0.22 micras			*
Clamps			*
			2513.13

- **Nota:** Items que no relacionan costos, dependen de su valor de compra en Estados Unidos, se estima en US\$500.00. aproximadamente.

Sistema Neumático de Inmersión Temporal

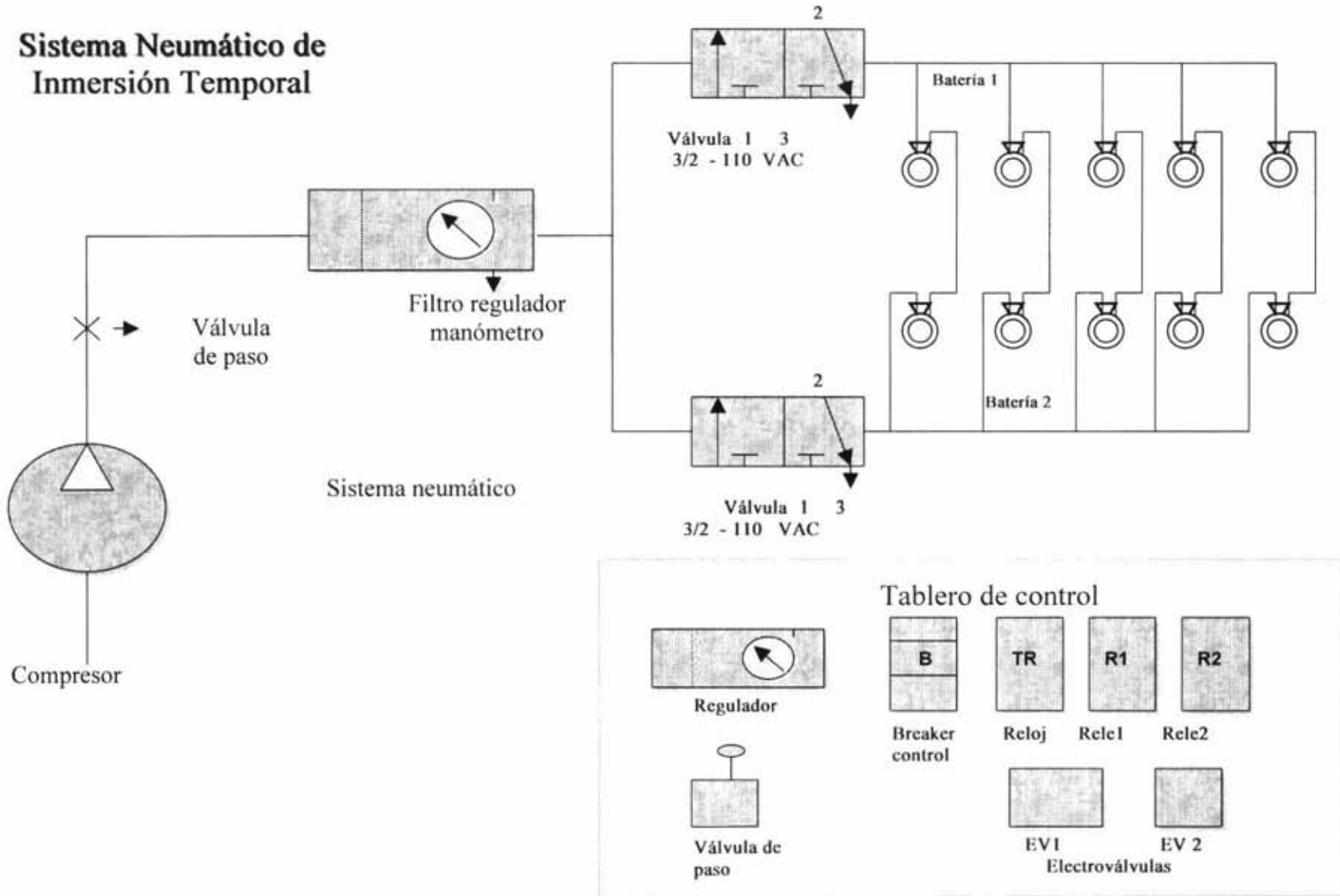
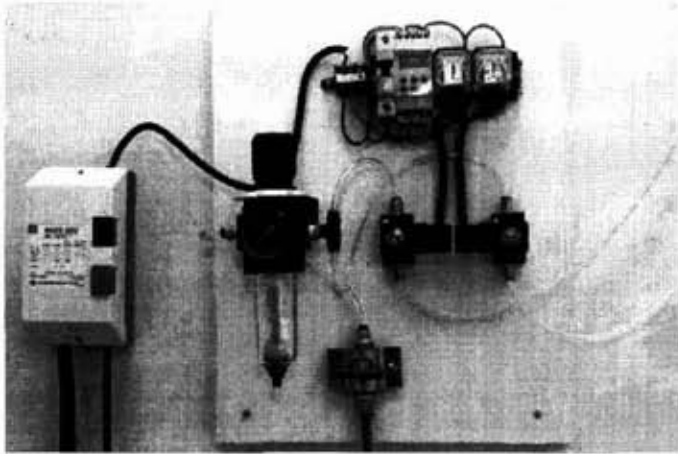
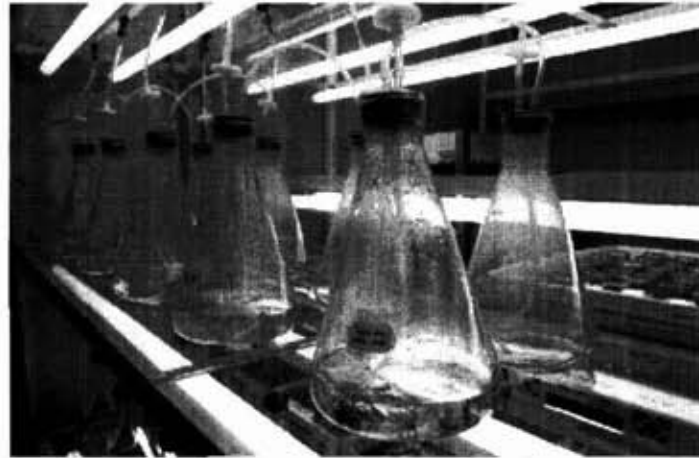


Diagrama del funcionamiento del Sistema de Inmersión Temporal (SIT), Instalado en Biotecol Ltda.



Panel de control electrónico



Baterías "sembradas" con yuca, clon 'CMC-40'



Inmersión del material



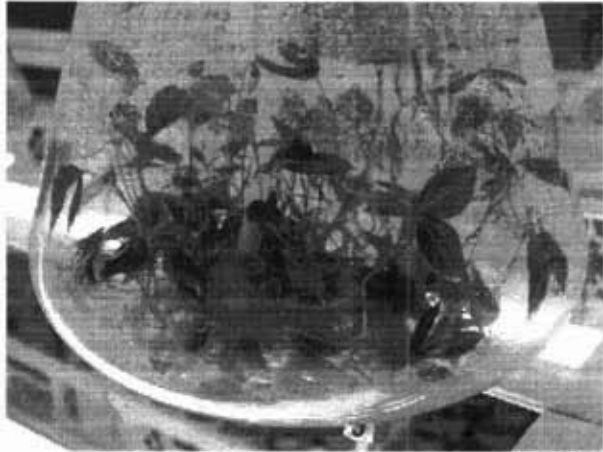
Sistema de Inmersión Temporal - SIT,



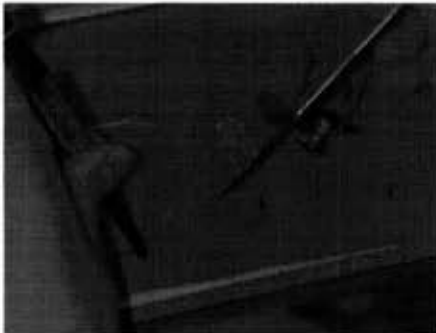
Compresor libre de aceite, Biotecol Ltda.

ANEXO 2.

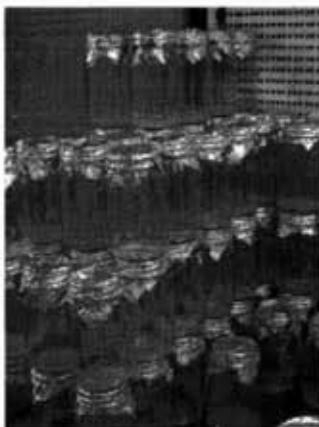
Infografía



Batería SIT



Preparación de plantas para despacho en frascos.

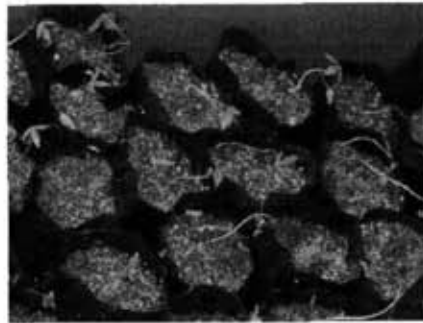


Frascos listos para ser despachados.

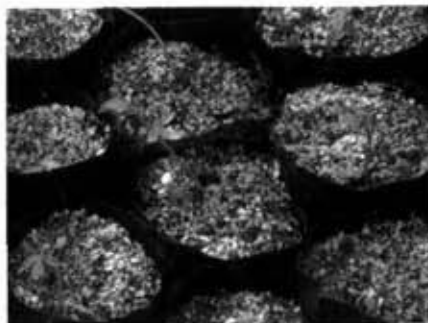
Infografía 2



Efecto de luz



Humedad relativa



Recipientes para las plantas en la casa de malla.

Infografía 3



Desinfección



Lavado

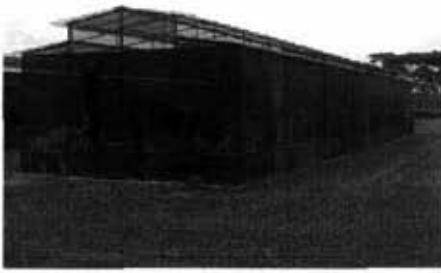
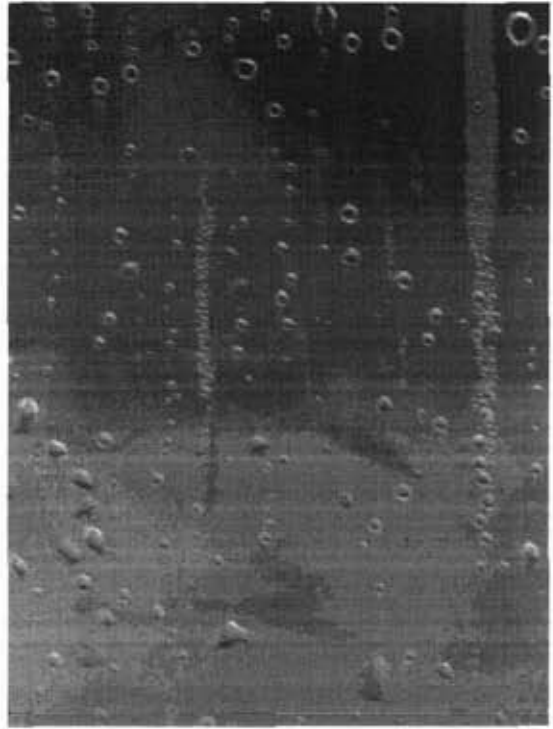
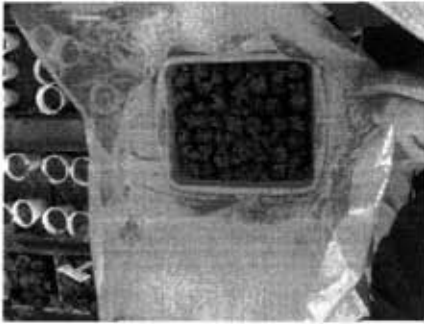


Cernido



Molienda

Infografía 4



Instalaciones para el endurecimiento de plantas.

Infografía 5



Plantas listas para trasplante.



Riego de planta recién
Transplantada.



Trasplante.



Hueco para
Trasplante.



Planta recién transplantada.



Lote de siembra.

6.10. Análisis sectorial y microeconómico del impacto de la introducción de cambio tecnológico en la producción de yuca en Colombia

Zully Escobar*

6.10.1. Objetivos

Los objetivos de este trabajo de investigación fueron los siguientes:

- ❑ Construir una base de datos actualizada y completa con información confiable sobre el cultivo de la yuca en Colombia y sus principales regiones productoras, que sirva como mecanismo de difusión de la información y estadísticas que existen actualmente sobre el sector yuquero.
- ❑ Analizar la situación actual del cultivo a partir de las tendencias de área, producción, rendimiento y precios del sector yuquero colombiano (1975–1999).
- ❑ Construir escenarios que permitan analizar los efectos al introducir cambios tecnológicos en los sistemas tradicionales de siembra de yuca en Colombia, con el fin de conocer las reducciones porcentuales que se presentan en los costos totales por tonelada y para determinar la competitividad de cada una de las regiones productoras analizadas (Costa Norte, Cauca–Valle, Santander, Norte de Santander, Llanos Orientales, Huila–Tolima y Eje Cafetero).
- ❑ Hacer un análisis ex–ante del impacto que se produce al introducir mejoras tecnológicas a la producción tradicional de yuca del país, en términos de efectos sobre los ingresos (productores y consumidores) y sobre el empleo.

6.10.2. Resultados

❑ *Base de datos*

La base de datos ya está construida y se está organizando para que esté disponible tanto en la página web de CIAT (www.ciat.cgiar.org) como en la página web de CLAYUCA (www.clayuca.org).

❑ *Análisis de la situación actual y tendencias del cultivo de yuca (1975–1999)*

Este análisis está disponible en la página web de CLAYUCA para quienes estén interesados en consultarlo. También se puede consultar en la sección de economía del libro “El cultivo de la yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización”.

❑ *Escenarios de cambio tecnológico para las diferentes regiones*

* Economista. Universidad del Valle. Trabajo de tesis de pregrado, realizado en CLAYUCA.

Los escenarios de cambio tecnológico, con su respectivo escenario base de costos de producción, ya están construidos para las regiones productoras analizadas. Como ejemplo, se citan los escenarios de la zona plana del Cauca y Costa Norte por ser regiones con gran potencial de producción en el país⁴.

Según los siguientes, en todos los escenarios, la introducción de cambios tecnológicos mejora sustancialmente los rendimientos, reduce notablemente los costos de producción y, por consiguiente, mejora los ingresos de los agricultores. Los porcentajes de cambio en los precios por tonelada sobre costos totales van desde el 11% para el uso de la siembra mecanizada, hasta el 60% con el uso del paquete tecnológico más completo. Los aumentos en los rendimientos en cada uno de los escenarios se deben a la adopción de las prácticas modernas de producción propuestas⁵. La sola introducción de maquinaria en siembra y cosecha ya supone aumentos en los rendimientos de un 5–10%.

En la zona plana del Cauca, los rendimientos aumentan con la utilización de tecnología desde 23 ton/ha hasta un máximo de 33 ton/ha con la adopción del paquete tecnológico más completo. Por su parte, los costos totales de producción por tonelada se reducen de Col\$106.452 a Col\$47.948, que representa (dado el precio al productor para el año 2000 de Col\$266.000) un beneficio neto de Col\$159.548 por tonelada en el primer caso, y de Col\$218.052 en el segundo caso, es decir, una rentabilidad del 455%.

El porcentaje de participación de la mano de obra se reduce hasta un mínimo de 32%, reducción que implica el desplazamiento de alrededor de 20 personas a nuevos puestos de trabajo o a estudios de capacitación para ejercer labores más calificadas y acordes con la modernización del sector. A su vez, la participación de los insumos aumenta, aproximadamente, un 15%, lo cual pone en evidencia que las prácticas de manejo integrado del cultivo se deben intensificar, con el fin de obtener los resultados deseados. Por su parte, la participación de la mecanización no tiene incrementos considerables, pues la introducción de maquinaria es relativamente baja y conserva determinadas labores manuales imposibles de sustituir. Además, no todas las tecnologías propuestas aquí implican el uso de maquinaria.

⁴ Los escenarios de cambio tecnológico de las otras regiones productoras mencionadas, son detallados en la tesis "Análisis sectorial y microeconómico del impacto de la introducción de cambio tecnológico en la producción de yuca en Colombia". Por Zully Escobar A., CLAYUCA, 2001.

⁵ Los resultados expuestos en los Cuadros son el resultado de un proceso de entrevistas con los técnicos del CIAT, encargados del manejo de este cultivo en las diferentes regiones del país.

Cuadro 6.10.1. Escenarios de costos de producción con diferentes tecnologías–zona plana del Cauca (precios del 2000).

	Costos de producción con tecnología en la zona plana del departamento del Cauca							
	Tradicional	1. Siembra mecanizada	2. Siembra mecanizada– cosecha semi–mecanizada	3. Variedades mejoradas	4. Siembra mecanizada, cosecha semi–mecanizada, variedades mejoradas	5. Gen resistente a herbicidas con variedad tradicional	6. Gen resistente a herbicidas con variedad mejorada	7. Adopción total
Rendimiento promedio (ton/ha)	23	23.5	25	30	32	24,5	31.5	33
Jornales/ha	59	53,32	37,32	67	38,32	45	55	25,32
Coefficiente técnico	2,57	2,27	1,49	2,23	1,20	1,84	1,75	0,77
Costos directos/ton (\$Col)	68683	60857	50077	57869	40074	49702	44416	28571
% Mano de obra	44,82	44,74	35,61	46,31	35,70	44,35	47,17	32,12
% Mecanización	9,50	11,09	13,69	8,64	13,37	2,87	2,50	5,98
% Insumos	45,69	44,17	50,69	45,05	50,93	52,78	50,33	61,90
Costo oportunidad de la tierra (\$Col/ha)	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
Costos totales/ton	106452	95531	80104	88701	63876	79840	69929	47948
Precio corriente al productor 2000 (\$Col/ton)	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000
Beneficios netos después de costos directos (\$Col/ton)	197317	205143	215923	208132	225926	216298	221584	237429
Beneficios netos después de costos totales (\$Col/ton)	159548	170469	185896	177299	202124	186160	196071	218052
% de cambio en precio/ton sobre costos directos	Base	-11,39	-27,09	-15,75	-41,65	-27,64	-35,33	-58,40
% de cambio en precio/ton sobre costos totales	Base	-10,26	-24,75	-16,67	-40,00	-25,00	-34,31	-54,96
Rentabilidad (%)	149,88	178,44	232,07	199,88	316,43	233,17	280,38	454,77
Razón beneficio/costo	1,50	1,78	2,32	2,00	3,16	2,33	2,80	4,55

Cuadro 6.10.2. Escenarios de costos de producción con diferentes tecnologías–Costa Norte (precios del 2000).

	Costos de producción con tecnología en la costa Atlántica							
	<i>Tradicional</i>	1. Siembra mecanizada	2. Siembra mecanizada– cosecha mecanizada	3. Variedades mejoradas	4. Siembra mecanizada, cosecha semi– mecanizada, variedades mejoradas	5. Gen resistente a herbicidas con variedad tradicional	6. Gen resistente a herbicidas con variedad mejorada	7. Adopción total
Rendimiento promedio (ton/ha)	15	16	17	23	24	16,5	25	27
Jornales/ha	62	54,32	39,32	70	41,32	46	60	23,32
Coefficiente técnico	4,13	3,40	2,31	3,04	1,72	2,79	2,40	0,86
Costos directos/ton (\$Col)	55200	48528	41705	50900	35329	35024	35769	19660
% Mano de obra	60,27	56,35	44,93	48,18	39,46	64,11	51,88	34,34
% Mecanización	16,91	19,14	22,77	11,96	19,04	5,19	3,23	9,34
% Insumos	22,83	24,51	32,30	39,87	41,50	30,70	44,89	56,31
Costo oportunidad de la tierra (\$Col/ha)	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000	110000
Costos totales/ton	82405	72873	63189	74007	52630	54300	52877	30666
Precio corriente al productor 2000 (\$Col/ton)	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000
Beneficios netos después de costos directos (\$Col/ton)	124800	131472	138295	129100	144671	144976	144231	160340
Beneficios netos después de costos totales (\$Col/ton)	97595	107127	116811	105993	127370	125700	127123	149334
% de cambio en precio/ton sobre costos directos	Base	-12,09	-24,45	-7,79	-36,00	-36,55	-35,20	-64,38
% de cambio en precio/ton sobre costos totales	Base	-11,57	-23,32	-10,19	-36,13	-34,11	-35,83	-62,79
Rentabilidad (%)	118,43	147,00	184,86	143,22	242,01	231,49	240,41	486,96
Razón beneficio/costo	1,18	1,47	1,85	1,43	2,42	2,31	2,40	4,87

En la Costa Norte, los incrementos en los rendimientos y las disminuciones en los costos son muy importantes, dada la competitividad alcanzada por la yuca en esa región. Los costos totales de producción por tonelada en el escenario más completo son de Col\$19.660 y con un margen de ganancia sobre costos totales de Col\$149.334. El porcentaje de reducción de costos por tonelada alcanza a ser del 64% para el mercado fresco, lo que facilitaría el fomento del cultivo en más áreas, incentivaría al gobierno y a los entes privados a invertir y, por lo tanto, se aseguraría una oferta constante para abastecer a los demandantes de yuca fresca en los diferentes mercados. Por ejemplo, si la yuca se vendiera para el mercado seco, el precio al productor ya no sería Col\$180.000, sino Col\$80.000, según precios del año 2000. En consecuencia, el beneficio neto, luego de los costos totales, sería inferior en Col\$100.000. Esta es una reducción considerable, pero constituye una opción de venta que asegura el mercado de la yuca y satisface la demanda de la industria de alimentos concentrados para animales, con miras a reducir y sustituir la cantidad de granos importados.

El porcentaje de participación de la mano de obra se reduce de 60% a 34% en el escenario de adopción total; las personas que queden desempleadas tendrán que prepararse para otro tipo de labores, como por ejemplo, las actividades de procesamiento para producción de harina de yuca o almidones.

Si se toma como criterio de decisión el análisis beneficio/costo, que asegura que la inversión debe hacerse sólo si los beneficios son mayores a los costos, entonces se debería adoptar cualquiera de las tecnologías propuestas, ya que todas cumplen con el estándar de adopción: que la relación beneficio/costo sea mayor que la unidad. Lo que esto muestra es que las tecnologías mencionadas son rentables, pero no dice cuál es el mejor escenario por el valor de la razón beneficio/costo. Otro punto importante en este análisis es que la Costa Atlántica es la región productora por excelencia y es la región de Colombia más competitiva en la producción de yuca.

a. Evaluación ex-ante del impacto de las tecnologías disponibles sobre el nivel de ingreso y empleo.

Para llevar a cabo este análisis sobre el impacto de la adopción de tecnologías sobre los niveles de ingreso y empleo en Colombia, se utilizó un modelo conocido como DREAM (Dynamic Research Evaluation for Management). Este modelo económico, basado en la teoría marshalliana de los excedentes económicos, sirve para estimar los cambios en los precios y las cantidades de equilibrio y en los beneficios al productor y al consumidor que se suceden debido a cambios alternativos en la tecnología de yuca utilizada en Colombia.

La teoría que encierra este modelo ha sido descrita en detalle (Alston et. al. 1995) y existe un manual del usuario (Wood y Baitx 1998) que se puede consultar para mayor profundización⁶. Este modelo es similar al MODEXC (Rivas et al. 1992)⁷ cuya teoría también se puede consultar, si se requieren mayores explicaciones.

⁶ Wood, S.; Baitx W. DREAM: Manual para el usuario. Priorización de la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe. IFPRI, BID, CIAT, IICA. San José, Costa Rica. 1998.

Para la región i en el año t , las ecuaciones de oferta y demanda para un determinado bien de consumo son:

$$\text{Oferta: } Q_{i,t} = \alpha_{it} + \beta_i PP_{i,t}$$

$$\text{Demanda: } C_{i,t} = \gamma_{it} + \delta_i PC_{i,t}$$

i se refiere a la región y t se refiere a los años desde el punto inicial de la evaluación. Se asume que las pendientes son constantes para cada región y para cada período. Los interceptos pueden variar en el tiempo por cambios en la oferta o la demanda, debido a factores diferentes a la investigación (productividad, ingreso, población). Todas las variables se expresan en términos reales, de modo que cualquier crecimiento es real. La tasa de descuento también es una tasa real del 5%.

Los parámetros de las ecuaciones de oferta y demanda se definen en $t=0$ como:

- Cantidad consumida en Colombia, $\Sigma C_{i,0}$ ⁸
- Cantidad producida en cada región $Q_{i,0}$
- Precio al productor en cada región $PP_{i,0}$
- Precio al consumidor $PC_{i,0}$
- Elasticidad de la oferta en cada región $\varepsilon_{i,0}$
- Elasticidad de la demanda en cada región $\eta_{i,0}$

Se asume que las elasticidades son iguales en cada una de las regiones estudiadas.

Para poder ejecutar el modelo de determinación de los excedentes económicos se debe tener información relevante acerca de: producción (oferta), precios al productor, consumo (demanda), cambios en los costos debidos a la introducción de cambio tecnológico y elasticidades de oferta y demanda. Los datos de oferta se tienen para cada región analizada mientras que los datos de demanda sólo se tienen para Colombia porque en cada región no se han realizado estudios de demanda que permitan obtener las curvas de demanda de cada región estudiada.

Otros parámetros se definen de la siguiente manera:

$$\beta_{i0} = \varepsilon_{i0} Q_{i0} / PP_{i0} \quad \alpha_{i0} = (1 - \varepsilon_{i0}) Q_{i0} \quad \delta_{i0} = \eta_{i0} C_{i0} / PC_{i0} \quad \gamma_{i0} = (1 - \eta_{i0}) C_{i0}$$

⁷ Rivas, L. et al. Modelo de análisis de excedentes económicos (MODEXC). CIAT. Cali, Colombia. 1992.

⁸ Es la sumatoria de los consumos en cada región, igual a la producción total del país bajo el supuesto de que todo lo que se produce se consume.

Donde el subíndice se refiere a los valores observados en el período inicial de tiempo.

ϵ_i es la elasticidad de la oferta

η_j es la elasticidad de la demanda

El cambio tecnológico se modela a través del desplazamiento de la función de oferta

Donde

$$K_{it} = c_i A_{it} P P_{io}$$

c_i es la reducción en unidad de costos en la región i y A_{it} es el porcentaje de agricultores que adoptan la tecnología reductora de costos.

Para el cálculo de los efectos sobre el empleo, primero se estimó el empleo de mano de obra en ausencia de cambio técnico de la siguiente manera:

Donde,

$$E_{it} = Q_{it} L_{it}$$

E_{it} es el nivel de empleo en el período t con tecnología tradicional

L_{it} es la cantidad de jornales empleados por tonelada de producción con la tecnología tradicional.

Luego se calculó la cantidad de mano de obra empleada en presencia del cambio técnico, E_{itm} , de la siguiente manera:

$$E_{itm} = Q_{it}(1 - A_{it})L_{it} + Q_{it}A_{it}L_{itm}$$

Donde

Q_{it} es la cantidad de yuca producida en cada región con la tecnología tradicional

L_{it} es el número de jornales por tonelada de yuca con la tecnología tradicional

L_{itm} es el número de jornales por tonelada de yuca con la tecnología mejorada

A_{it} es el porcentaje de adopción de cada una de las tecnologías

Este indicador permite obtener la cantidad de empleos que se eliminarán con la introducción de cada cambio tecnológico en cada una de las regiones estudiadas.

Parametrización inicial

Los cuadros base para poder ejecutar el modelo son:

Cuadro 6.10.3. Parámetros iniciales requeridos por el DREAM.

Región	Cantidad Inicial (*000 tm) 1/	Precio inicial (US\$/tm) 1/	Elasticidades*		Crecimiento autónomo (%)	
			Oferta	Demanda	Oferta*	Demanda
Costa Norte	750,9	129,90	0,5		2,0	
Llanos Orientales	233,1	240,80	0,5		2,0	
Eje Cafetero	40,0	267,29	0,5		2,0	
Cauca-Valle	79,6	196,14	0,5		2,0	
Huila-Tolima	51,2	246,54	0,5		2,0	
Santanderes	264,8	253,31	0,5		2,0	
Otras regiones	390,5	240,80	0,5		1,0	
Colombia	1810,1	195,40	0,5	-0,64		2,0
Periodo de evaluación			2001-2016			
Tasa de cambio (\$Col)			1254,55 1/			
Tasa de anual de descuento (en %)			5,0			

1/ Promedio del periodo 1995-1999

Cuadro 6.10.4. Parámetros de cambio técnico en la Costa Norte.

Escenario de cambio técnico	Desplazador de la oferta (K) % de reducción en los costos	Probabilidad de éxito de la investigación (%)	Tiempo necesario para que la tecnología esté lista para su uso (años)	Adopción esperada en 10 años (%)
1. Siembra mecanizada (SM)	11,57	100	1	50
2. Siembra y cosecha mecanizadas (S&CM)	23,32	100	1	50
3. Variedades mejoradas (VM)	10,19	100	1	75
4. S&CM + VM	36,13	100	1	60
5. Variedad tradicional con gen de resistencia a herbicidas (VTGR)	34,11	100	1	75
6. Variedad mejorada con gen de resistencia a herbicidas (VMGR)	35,83	100	1	75
7. S&CM + VMGR	61,79	100	1	75

* Tomado de: Gottret, M.V., Henry, G., and Mullen, J.D. 1994. Economic Returns of the Integrated Cassava Research and Development Project in the Atlantic Coast of Colombia. Approved by CIAT internal revision to be submitted for publication, second draft, February, 1994. Se suponen las elasticidades iguales para cada región del país.

* Se trata de un escenario optimista donde existirán estímulos a la producción doméstica a través de políticas estatales, adecuada oferta de nuevas tecnologías de producción a través de los esfuerzos de organizaciones como CLAYUCA y apoyo de la industria de concentrados para animales. Por eso se supone un crecimiento de la oferta y la demanda del 2%.

Cuadro 6.10.5. Parámetros de cambio técnico en la zona plana del Cauca.

Escenario de cambio técnico	Desplazador de la oferta (K) % de reducción de los costos	Probabilidad de éxito de la investigación (%)	Tiempo necesario para que la tecnología esté lista para su uso (años)	Adopción esperada en 10 años. (%)
1. Siembra mecanizada (SM)	10.26	100	1	50
2. Siembra y cosecha mecanizadas (S&CM)	24.75	100	1	50
3. Variedades mejoradas (VM)	16.67	100	1	75
4. S&CM + VM	40.00	100	1	60
5. Variedad tradicional con gen de resistencia a herbicidas (VTGR)	25.00	100	1	75
6. Variedad mejorada con gen de resistencia a herbicidas (VMGR)	34.31	100	1	75
7. S&CM + VMGR	54.96	100	1	75

Efectos sobre el ingreso

Los efectos sobre el ingreso se mirarán para tres de las tecnologías estudiadas: adopción de siembra y cosecha mecanizadas, adopción de siembra y cosecha mecanizadas más variedades mejoradas y adopción total (incluye todas las opciones anteriores más la utilización del gen de resistencia a herbicidas).

Cuadro 6.10.6. Adopción de siembra y cosecha mecanizadas.

Región	Valor presente de los beneficios tecnológicos (US\$ millones)		
	Productores	Consumidores	Total
Costa Norte	48.1		
Cauca-Valle	10.5		
Total Colombia	95.5	86.4	181.9

Cuadro 6.10.7. Adopción de siembra y cosecha mecanizadas y variedades mejoradas.

Región	Valor presente de los beneficios tecnológicos (US\$ millones)		
	Productores	Consumidores	Total
Costa Norte	77.8		
Cauca-Valle	19.7		
Total Colombia	241.0	191.3	432.3

Cuadro 6.10.8. Adopción de siembra y cosecha mecanizadas y de variedades mejoradas con gen de resistencia a herbicidas.

Región	Valor presente de los beneficios tecnológicos (US\$ millones)		
	Productores	Consumidores	Total
Costa Norte	178.5		
Cauca-Valle	31.0		
Total Colombia	523.8	411.5	935.3

Cuadro 6.10.9. Distribución social de los beneficios tecnológicos, según clase de tecnología.

Escenario tecnológico	Distribución de los beneficios sociales (%)		
	Productores	Consumidores	Total
Siembra mecanizada	53,9	46,1	100
Variedades mejoradas	52,5	47,5	100
Siembra y cosecha mecanizadas	59,1	40,9	100
Siembra y cosecha mecanizadas y variedades mejoradas	55,8	44,2	100
Variedades tradicionales con gen de resistencia a herbicidas	56,1	43,9	100
Variedades mejoradas con gen de resistencia a herbicidas	57,2	42,8	100
Siembra y cosecha mecanizadas y variedades mejoradas con gen de resistencia a herbicidas	56,0	44,0	100

Cuadro 6.10.10. Impacto del cambio técnico sobre el ingreso neto del productor, según región y clase de tecnología (US\$/ha).

Región	Clase de tecnología								Cambio en el ingreso al pasar de TT a adopción total (%)
	TT	SM	S&CM	VM	S&CM +VM	VT+GR	VM+GR	S&CM +VM+GR	
Costa Norte	963	1149	1352	1631	2111	1429	2152	2823	193
Cauca -Valle	2664	2924	3333	3893	4673	3337	4566	5237	97

TT: Tecnología tradicional. SM: Siembra mecanizada. S&CM: Siembra y cosecha mecanizadas. VM: Variedades mejoradas. VT: Variedades tradicionales. GR: Gen de resistencia a herbicidas.
Tasa de cambio: US\$ 1254.55, promedio de 1995–1999

Cuadro 6.10.11. Impacto del cambio técnico sobre el nivel de empleo, según región y clase de tecnología (miles de jornales).

Escenario tecnológico	Costa Norte		Cauca-Valle	
	2012	2016	2012	2016
1. Tecnología tradicional	3832	4168	251	273
2. Siembra mecanizada	3542	3851	240	261
3. Siembra y cosecha mecanizadas	3083	3351	207	225
4. Variedades mejoradas	3111	3383	236	257
5. Siembra y cosecha mecanizadas + variedades mejoradas	1006	1093	184	200
6. Variedades tradicionales con gen de resistencia a herbicidas	3073	3339	207	225
7. Variedades mejoradas con gen de resistencia a herbicidas	2780	3021	206	223
8. Siembra y cosecha mecanizadas + variedades mejoradas con gen de resistencia a herbicidas	1735	1884	134	145
Cambio en el nivel de empleo al pasar del escenario 1 al 8	-2097	-2284	-117	-128
# de jornales %	-54,7	-54,8	-46,6	-46,9

1/ Se refiere al paso del escenario 1 al 6.

6.10.3. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, la yuca es un producto con potencial de desarrollo agrícola en Colombia. Sin embargo, es necesario actuar de inmediato para reducir los costos de producción, con el fin de que la yuca se produzca a precios más competitivos.

La introducción del cambio tecnológico en la producción de yuca es una alternativa viable de reducción de costos de producción por tonelada. Ha quedado demostrado que cualquiera de las mejoras técnicas mencionadas incrementa la productividad y, por lo tanto, reduce el costo de producción por tonelada de yuca producida. Por lo tanto, si se produce a menores costos, la yuca se puede vender a menores precios en sus diferentes mercados. Esto a la vez que incrementa la oferta, incentiva la demanda por yuca en grandes volúmenes haciendo que el producto sea más competitivo y genere mayor rentabilidad a los productores.

Como se puede deducir de los Cuadros anteriores, los niveles de ingreso tanto de productores como de consumidores se incrementan a medida que se va pasando de una tecnología a otra; por lo tanto, la introducción de tecnología al cultivo no sólo reduce sustancialmente los costos de producción, sino que también mejora los ingresos de los agentes involucrados. No obstante, la reducción en términos del empleo es considerable, aunque se puede afirmar que las personas desplazadas por la introducción de tecnologías pueden conseguir trabajos más calificados en las actividades de procesamiento de las raíces frescas de yuca (harina de yuca, procesados, almidones). En cierto sentido, se

busca remplazar las actividades menos rentables y más costosas por actividades calificadas que contribuyan al desarrollo industrial de los productos derivados de la yuca.

En pocas palabras, no es posible que la introducción de mejoras tecnológicas genere competitividad, sostenibilidad, rentabilidad, empleo e ingresos; pero si al menos se cumplen algunos de estos objetivos, el sector se beneficiaría considerablemente respecto a su situación actual y avanzaría más en su camino hacia convertirse en una alternativa para el desarrollo de la agroindustria nacional para pequeños, medianos y grandes productores y procesadores.

6.11. La viabilidad de la industrialización de la yuca en el campo colombiano

*Salomón Pérez**

6.11.1. Objetivos

Determinar la capacidad que tiene Colombia para desarrollar una agroindustria de secado de yuca fuerte y competitiva, frente a las importaciones crecientes de maíz y sorgo, realizadas por la industria de alimentos balanceados.

- ❑ Determinar la competitividad de la yuca seca nacional frente al maíz, al sorgo y a la yuca seca importada.
- ❑ Establecer el precio que la harina de yuca debe alcanzar para ser competitiva frente al maíz y al sorgo, según su contenido nutricional.
- ❑ Identificar los puntos críticos o cuellos de botella en la cadena productiva de la yuca seca, que limitan o imposibilitan la competitividad de la yuca seca en el corto y largo plazo.
- ❑ Determinar las regiones más competitivas en la producción de yuca fresca en Colombia a través de la aplicación de la Matriz de Análisis de Política (MAP) y del cálculo del indicador “cuasi-rentas”.
- ❑ Examinar el impacto que la introducción de nuevas tecnologías en la producción de yuca fresca y seca como siembra y cosecha mecanizada, variedades mejoradas y secado artificial, pueden tener en la competitividad de la agroindustria.
- ❑ Determinar las regiones de Colombia que tienen mayor posibilidad de desarrollar una agroindustria competitiva de secado de yuca.

6.11.2. Resultados

En los últimos años, diferentes entes del sector agropecuario del país, han visto en la yuca una alternativa viable e interesante, como sustituto del sorgo y, en especial, del maíz en la producción de alimentos balanceados para pollos, cerdos, ganado y peces.

Según una encuesta realizada por la Corporación Colombia Internacional (CCI) en 1997, la disponibilidad para sustituir maíz y sorgo por harina de yuca en la industria de alimentos balanceados es de 17,5% para el sector avícola y 27,4% en el sector porcícola. Con base en estos datos, la demanda potencial por yuca seca en estos sectores sería mayor a 300.000 toneladas por año, esto sin tener en cuenta al sector ganadero y acuícola.

* Economista. Universidad del Valle. Trabajo de tesis de pregrado, realizado en CLAYUCA.

Como se puede observar, la utilización de la yuca en la alimentación de animales tiene grandes posibilidades de desarrollo, por lo que es necesario observar la viabilidad técnica y económica de producir yuca con destino a este mercado en las diferentes regiones productoras de Colombia.

Es así, como CLAYUCA desarrolló un estudio encaminado a determinar la competitividad de las diferentes regiones yuqueras en la producción de yuca con destino a la fabricación de alimentos balanceados. En este estudio se utilizó el indicador de competitividad denominado “cuasirrentas”⁹, que nos permite presentar una idea de los retornos a los factores fijos de producción como tierra, infraestructura agrícola, mano de obra familiar, entre otros.

A continuación, los resultados de este indicador (ver Cuadro 6.11.1), calculado con el objetivo de observar cómo hubiese sido y cómo será su comportamiento para los diferentes tipos de productores y regiones, suponiendo que venden el total de su producción al mercado de secado de yuca.

Cuadro 6.11.1. Valores promedio del indicador de competitividad por regiones para los tres períodos de análisis para el caso del mercado seco.

	1980-1992	1993-2000	2001-2005
<i>Costa Atlántica</i>	0,46	0,40	1,79
Valle-Cauca	0,24	0,19	1,93
Santanderes	-0,01	-0,01	0,02
Huila-Tolima	-2,19	-1,80	-0,27
Eje Cafetero	-4,01	-0,97	-0,58

Fuente: CLAYUCA

Según estos resultados, la producción de yuca con destino al mercado seco no hubiese sido ni es competitiva en regiones como los Santanderes, Huila-Tolima y el Eje Cafetero, que son regiones con una alta inclinación hacia el mercado fresco; mientras la zona de la Costa Atlántica y la parte plana de Valle y Cauca muestran que, aunque la producción de yuca para el mercado seco sería competitiva, los ingresos no retribuyen por la tierra y demás factores fijos de producción, al estar el valor del indicador entre 0 y 1.

Sin embargo, con la tecnificación del cultivo, entendiéndose por esto la introducción de variedades mejoradas de alto rendimiento, así como de siembra y cosecha mecanizada; la zona plana de Valle y Cauca así como la Costa Atlántica refuerzan su competitividad. Por lo que estas dos zonas se pueden convertir en dos polos de desarrollo para la agroindustria de secado de yuca, según simulación hecha por CLAYUCA sobre los efectos de la tecnificación del cultivo en los costos e ingresos del productor.

⁹ Hertford, Reed y García, James A. Competitividad de la Agricultura en las Américas.

Por otra parte, el cálculo del indicador según tipo de productor (ver Cuadro 6.11.2), nos muestra que son los grandes productores quienes logran ser competitivos en la producción de yuca con destino al mercado seco mediante la tecnificación del cultivo.

Cuadro 6.11.2. Valores promedio del indicador de competitividad por tipo de productor para los tres periodos de análisis para el caso del mercado seco.

	1980-1992	1993-2000	2001-2005
<i>Productor grande</i>	-1,21	-0,39	1,76
<i>Productor mediano</i>	-1,23	-0,55	0,19
<i>Productor pequeño</i>	-0,81	-0,37	-0,71

Fuente: CLAYUCA

Como se puede observar, sólo mediante la inversión en nuevas y más eficientes técnicas de producción, como la siembra y la cosecha mecanizada, permitiendo al productor tener unos costos de producción bajos que posibilite obtener cierto margen de rentabilidad al vender su producción al mercado seco, se logrará el despegue de la agroindustria del secado de yuca en Colombia, beneficiando tanto a los productores agrícolas y pecuarios como al país, generándose un mayor número de empleos en el campo, así como una reducción en los costos por concepto de importación de cereales.

7. CONTACTOS CON DONANTES

7.1. Promoción del uso de la yuca en las industrias de producción animal y de alimentos balanceados de América Latina y el Caribe: un enfoque de desarrollo de mercados para mejorar la competitividad

Propuesta presentada al
Fondo Común de los Productos Básicos, CFC.
Diciembre de 2001

7.1.1. Perfil del proyecto preparado para el Fondo Común de los Productos Básicos, CFC

Perfil del proyecto preparado para evaluación por parte del Grupo Intergubernamental sobre Cereales (FAO-IGG) para posterior recomendación de financiamiento por el Fondo Común para los Productos Básicos. Esta propuesta ha sido desarrollada en consulta con instituciones del sector público, empresas del sector privado, grupos de agricultores de los países incluidos y personal científico del CIAT y CIRAD. Todas estas instituciones hacen parte del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca-CLAYUCA.

7.1.2. Resumen del proyecto

Título del proyecto Promoción del uso de la yuca en las industrias de producción animal y alimentos balanceados en América Latina y el Caribe: un enfoque de desarrollo de mercados para mejorar la competitividad.

Duración 4 años

Localización El proyecto se implementará en tres países productores de yuca de América Latina y el Caribe. Estos tres países son: Colombia, Venezuela y Haití. En América Latina, Brasil es el mayor productor de yuca, responsable por casi el 75% de la producción total del continente. Excluyendo a Brasil, los tres países incluidos en esta propuesta representan juntos casi una tercera parte de la yuca producida en la región. Los tres países incluidos en la propuesta son socios de CLAYUCA. Se espera que los resultados obtenidos en este proyecto puedan servir de modelo para acciones similares en otros países de la región, así como para algunos países africanos.

Naturaleza Proyecto regional, basado en un enfoque de desarrollo del proyecto de mercados, busca promover un uso integral del cultivo de la yuca (hojas, raíces, tallos y residuos del procesamiento de almidones), como una fuente de energía abundante y competitiva

en costos para las industrias de producción animal y alimentos balanceados de los países incluidos en el proyecto, que presentan tasas de crecimiento muy altas. El principal objetivo de desarrollo del proyecto es establecer y fortalecer los vínculos entre los productores y procesadores de yuca y los sectores privados que constituyen estos nuevos y crecientes mercados. Se espera ofrecer a estos sectores una opción viable para disminuir su creciente dependencia de granos importados como materia prima para los concentrados animales. Para alcanzar estos objetivos, el proyecto promoverá principalmente la formación y consolidación de empresas agroindustriales basadas en el cultivo de la yuca. El proyecto incluirá, en cada país y región, actividades de planificación y estudios de factibilidad de los mercados de alimentación animal para determinar sus características y su potencial.

A través de actividades complementarias de investigación adaptativa y desarrollo de tecnología, se asegurará la calidad del producto final, la competitividad y los suministros adecuados de materia prima. Estas actividades incluirán: desarrollo de productos y de procesos, selección de variedades mejoradas, multiplicación rápida de material de siembra, prácticas de mecanización en siembra y cosecha mecanizada, manejo integrado de plagas y enfermedades, programas de nutrición animal basados en yuca, sistemas mejorados de mercado y estrategias organizacionales para promover una participación más activa de los beneficiarios del proyecto. El incremento esperado en la demanda por raíces de yuca estimulará a los agricultores a adoptar tecnologías mejoradas de producción y procesamiento. Los nuevos sistemas de comercialización contribuirán en la estabilización de los precios de la yuca con beneficios directos para los productores y procesadores del producto en términos de mayores ingresos, oportunidades de empleo y seguridad alimentaria para las familias rurales. El uso intensificado de la yuca como fuente local de energía para la alimentación animal contribuirá en la disminución de la importación de cereales, esto beneficiará directamente el ahorro de divisas en los países involucrados. El efecto y el impacto global del proyecto será la identificación de modelos operacionales y organizacionales viables para promover en la región el desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles, competitivos y eficientes basados en yuca.

7.1.3. Características del proyecto

Este proyecto está basado en una combinación de donación y crédito que será financiado por CFC, fondos de contrapartida por parte de la agencia ejecutora, CLAYUCA/CIAT, y cofinanciación de los beneficiarios del proyecto en cada uno de los tres países seleccionados.

En Colombia, el gobierno del departamento de Córdoba, en nombre de un grupo de 1.500 agricultores productores de yuca, asumirá el componente de crédito, que se utilizará para financiar la construcción de una planta de procesamiento de harina de yuca y para establecer un programa de crédito para la producción de yuca. Los beneficiarios del proyecto en Colombia son los agricultores que están participando en un programa de reubicación de familias campesinas, desplazadas de sus tierras por problemas de violencia política que están afectando muchas de las regiones de Colombia. Este programa inició hace 2 años, y los agricultores tuvieron acceso a nuevas tierras en las que ya han establecido 1.200 hectáreas de yuca. El componente de crédito les ayudará a establecer y fortalecer sus vínculos con mercados industriales para el cultivo de la yuca. Las intervenciones tecnológicas de CLAYUCA en la región serán coordinadas por la Secretaría de Desarrollo Económico y Agroindustrial del departamento de Córdoba, que es una de las entidades socias del Consorcio. Estas actividades están listas para ser iniciadas durante el primer año de implementación del proyecto.

Los contactos en Venezuela para la formulación de este proyecto han sido realizados principalmente con la Federación Venezolana de Porcicultores (FEPORCINA), miembro de CLAYUCA. El sector porcícola de Venezuela está enfrentando problemas relacionados con su gran dependencia de cereales importados para la elaboración del alimento balanceado que utiliza en sus sistemas de producción animal. El interés de FEPORCINA es establecer alianzas estratégicas con grupos de productores de yuca y, a través de ellas, poder mejorar su acceso a materias primas, como la harina de yuca, que puede ser producida localmente y a precios competitivos, en comparación con los cereales importados. El componente de crédito para inversión en la planta de procesamiento de harina de yuca y la organización y el manejo del programa de crédito para apoyar la producción de yuca serían asumidos por FEPORCINA o por otras entidades a determinar durante el primer año de actividades del proyecto. El marco operacional del proyecto en Venezuela se definiría durante el primer año y las actividades comenzarían en el segundo año.

En Haití, la situación sobre la formulación de esta propuesta no es muy clara. CLAYUCA ya está trabajando en este país, pero las actividades se están desarrollando muy lentamente. Los contactos para identificar beneficiarios del proyecto necesitan ser fortalecidos. Las experiencias y resultados obtenidos en Colombia y en Venezuela durante los 2 primeros años del proyecto serán utilizados como referencia para diseñar el marco operacional en la implementación del proyecto en Haití. Se implantará solamente cuando se disponga de datos confiables sobre la factibilidad de utilizar el componente de préstamo en este país.

En Colombia y Venezuela, el componente de cofinanciación incluido en esta propuesta será asumido por dos grupos: la gobernación del departamento de Córdoba en Colombia y el gremio FEPORCINA en Venezuela. En Haití, si el componente de préstamo es implementado, el sector responsable de cofinanciar la inversión necesitará ser identificado.

La cofinanciación de contrapartida del CIAT y CLAYUCA para implementar este proyecto vendrá de los fondos recibidos a través de las cuotas anuales de los países beneficiarios, durante los 4 años de duración del proyecto. Estos recursos serán utilizados para apoyar las actividades del proyecto.

La contribución del CIAT estará representada en los fondos destinados a financiar el 50% de la posición internacional de coordinación del proyecto, durante un período de 4 años.

Costo total estimado:	USD 3.089,475
Financiación solicitada a CFC	USD 1.949,475
<input type="checkbox"/> Donación	USD 1.049,475
<input type="checkbox"/> Préstamo	USD 900.000
Cofinanciación (sector público y privado)	USD 600.000
✓ Gobierno del departamento de Córdoba–Secretaría de Desarrollo Agroindustrial y Económico	USD 200.000
✓ FEPORCINA (Venezuela)	USD 200.000
✓ Ministerio de Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural (Haití)	USD 200.000
Contribuciones de contrapartida	USD 540.000
<input type="checkbox"/> Colombia	USD 120.000
<input type="checkbox"/> Haití	USD 60.000
<input type="checkbox"/> Venezuela	USD 60.000
<input type="checkbox"/> CLAYUCA/CIAT	USD 300.000
Agencia ejecutora del proyecto	CLAYUCA ¹⁰
Organismo supervisor	FAO–IGG (Cereales)
Fecha estimada de inicio	Julio 2002

¹⁰ Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca.

7.1.4. Marco lógico

Promoción del uso de la yuca en la alimentación animal en América Latina y el Caribe: un enfoque de desarrollo de mercados para mejorar la competitividad.

Reseña descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Meta del proyecto			
<p>Promover mejoras sostenibles en la calidad de vida y en los ingresos de los productores y procesadores de yuca de América Latina y el Caribe, a través de estrategias que tienen como objetivo el desarrollo de agroempresas rurales y el establecimiento de vínculos con mercados en desarrollo.</p>	<p>Al final del proyecto se tendrá evidencia de uno o más de los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de vínculos y acuerdos comerciales entre productores y procesadores de yuca y empresas del sector privado. • Número de empresas agroindustriales basadas en el cultivo de la yuca, establecidas y fortalecidas en los países y las regiones de influencia del proyecto • Número de toneladas de harina de yuca y trozos de yuca seca comercializadas en los mercados de alimentación animal de los países y regiones de influencia del proyecto. • Ingresos en el hogar de los productores y procesadores de yuca, participantes en el proyecto. • Ingresos promedio por hogar para muestras seleccionadas de los grupos de beneficiarios del proyecto • Número de empleos formales generados por el proyecto. 	<p>Datos disponibles en el sistema de monitoreo y evaluación del proyecto, sobre el número de operaciones comerciales desarrolladas en cada país y región de influencia del proyecto.</p> <p>Datos disponibles en las entidades locales y regionales y las instituciones participantes.</p> <p>Datos disponibles en el informe parcial y en el informe final del proyecto.</p> <p>Memorias de las reuniones de planificación y evaluación.</p> <p>Memorias de Talleres.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La producción, los costos de producción y la productividad del cultivo permiten la competitividad de la yuca frente a otros productos y materias primas en los mercados de alimentación animal. • La yuca mantiene y fortalece su importancia como una opción de política agrícola, al nivel de las entidades nacionales de agricultura y desarrollo rural, que le pueden brindar apoyo logístico a las actividades previstas en el proyecto. • Los productores y procesadores de yuca invierten sus beneficios en mejorar su calidad de vida.

Reseña descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Propósito del proyecto			
<p>Mejorar la competitividad del sector yuquero en los países y regiones de influencia del proyecto, a través de una estrategia de desarrollo de mercado que incluye el establecimiento de empresas agroindustriales basadas en el cultivo de la yuca, la adopción de tecnologías mejoradas de producción, procesamiento y comercialización y el establecimiento de vínculos entre los grupos de productores y procesadores de yuca con los mercados crecientes de alimentos balanceados para animales.</p>	<p>Al final del proyecto se tendrá evidencia documentada de todos, o la mayoría de los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de empresas agroindustriales basadas en la yuca que se han establecido y fortalecido. • Porcentaje de productores y procesadores de yuca en las áreas de influencia del proyecto que han adoptado tecnologías mejoradas de producción, procesamiento y comercialización de yuca y han incrementado sus ingresos. • Número de operaciones comerciales entre productores y procesadores de yuca e incrementos de los nuevos mercados. • Número de empresas de producción animal y fabricantes de alimentos balanceados para animales que usan productos basados en yuca. • Número de países usando el enfoque de desarrollo de mercados en forma eficiente al final del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes del proyecto. • Datos disponibles en el sistema de monitoreo y evaluación del proyecto. • Datos disponibles en las empresas privadas y usuarios finales de los productos. • Datos disponibles en las entidades de investigación, asistencia técnica y desarrollo colaboradoras del proyecto en cada país y región. • Datos disponibles sobre el número de operaciones comerciales desarrolladas en cada país y región. • Datos disponibles en entidades locales y regionales y documentos del proyecto. • Informes de instituciones relacionadas con el proyecto. 	<p>Situación de comercio internacional de los cereales continua, favoreciendo la producción y consumo local de yuca en comparación con la importación de cereales, en el sector de alimentos balanceados para animales.</p> <p>Los fondos del proyecto para apoyar los componentes de préstamo y donación, y los fondos de contrapartida y cofinanciación, están disponibles en el tiempo oportuno y en la cantidad adecuada para apoyar las actividades del proyecto.</p> <p>Existe ambiente favorable para la difusión masiva de los conocimientos, nuevas tecnologías y resultados generados por el proyecto.</p>

Reseña descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Producto 1			
<p>1. Mecanismos de comunicación, toma de decisiones, planificación y evaluación entre los participantes del proyecto establecidos y consolidados en cada país y región.</p>	<p>Al final del proyecto se tendrá evidencia documentada de todos, o la mayoría de los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Número de Comités de Coordinación establecidos y operando. ✓ Número de entidades trabajando en cada Comité Coordinador. ✓ Número de relaciones de trabajo establecidas entre las instituciones y empresas que participan en el Comité Coordinador. ✓ Número de actividades y proyectos ejecutados por cada Comité Coordinador. 	<p>Actas de reuniones e informes de cada Comité Coordinador.</p> <p>Informes anuales del proyecto.</p> <p>Informes de entidades colaboradoras.</p> <p>Revisiones basadas en evidencias.</p>	<p>Los mecanismos implementados facilitan y estimulan la participación y la colaboración efectiva entre los grupos de productores, las empresas del sector privado y las entidades del sector público que participan en el proyecto.</p>
<p>Actividades</p> <p>1.1 Comité Coordinador del proyecto creado en cada país.</p> <p>1.2 Sistema de monitoreo y evaluación del proyecto diseñado y operando.</p> <p>1.3 Informes anuales técnicos y financieros presentados.</p> <p>Evaluación parcial y final del proyecto presentado.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actas e informes de las reuniones de los Comités Coordinadores a nivel regional y de cada país. ✓ Informes anuales del proyecto. ✓ Informes de entidades seleccionadas. ✓ Informes de evaluación externa. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las entidades nacionales colaboradoras del proyecto son capaces de mantener los salarios y la disponibilidad de tiempo de su personal técnico y les permite seguir colaborando y apoyando las actividades. ✓ El componente financiero del proyecto permite la implementación de las actividades previstas de acuerdo con los objetivos y metas.

Reseña descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Producto 2			
<p>Actividades de planificación ejecutadas en cada país, para seleccionar áreas de implementación y participantes del proyecto y definir características del mercado, fortalezas y limitantes para la producción, procesamiento y comercialización de la yuca y los paquetes tecnológicos a ser evaluados</p>	<p>Al final del proyecto se tendrá evidencia documentada de todos, o la mayoría de los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Número de estudios de mercado finalizados para cada país y región de influencia del proyecto. ✓ Número de estudios de factibilidad, planes de negocios y estrategias de mercado desarrollados para cada país y región de influencia del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actas e informes de las reuniones de cada Comité Coordinador. ✓ Informes anuales del proyecto. ✓ Informes de instituciones seleccionadas. ✓ Revisiones basadas en evidencias. ✓ Memorias de seminarios y reuniones técnicas. ✓ Documentos del proyecto. 	<p>Los mecanismos implementados durante el proyecto permiten a los grupos de productores y procesadores de yuca, a los participantes del sector privado y a las instituciones participantes trabajar en forma colaborativa y eficiente para implementar las actividades propuestas en el proyecto.</p>
<p>Actividades</p> <p>2.1 Estudios de oferta y demanda de yuca realizados en cada país.</p> <p>2.2 Diagnóstico de las prácticas y limitantes actuales para el cultivo de la yuca en cada país y región.</p> <p>2.3 Estudio de mercado de los sectores de producción animal y alimentos balanceados para animales realizados en cada país y región.</p> <p>2.4 Identificación y organización de participantes del proyecto en cada país y región.</p> <p>2.5 Análisis de factibilidad, planes de negocios y estrategias de mercado desarrolladas para cada país y región.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actas e informes de las reuniones de los Comités Coordinadores a nivel regional y de cada país. ✓ Informes anuales del proyecto. ✓ Informes de algunas instituciones seleccionadas. ✓ Revisiones documentadas. ✓ Informes de evaluaciones externas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los diferentes sectores, entidades y empresas participantes del proyecto son capaces de participar en los diagnósticos y estudios, y contribuyen con información y datos confiables. ✓ Se identifica un número suficiente de grupos de productores y empresas privadas y mercados en cada país y región de influencia, interesados en establecer alianzas estratégicas para facilitar la implementación del proyecto. ✓ Los estudios de mercado, planes de negocios y estrategias finalizan a tiempo y en conformidad con los recursos disponibles en cada país y región.

Reseña descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Producto 3			
Fase piloto ¹¹ establecida en cada país y región de influencia del proyecto y evaluación técnica, económica y operacional de los procesos implementados.	<p>Al final del proyecto se tendrá evidencia documentada de los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Datos confiables sobre los resultados de las intervenciones tecnológicas del proyecto. ✓ Datos confiables sobre los esquemas operacionales y los planes de acción desarrollados por los participantes del proyecto. ✓ Datos confiables sobre los aspectos económicos de los procesos y las operaciones implementadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actas e informes de las reuniones de cada Comité Coordinador. ✓ Informes anuales del proyecto. ✓ Informes de instituciones seleccionadas. ✓ Revisiones basadas en evidencias. ✓ Memorias de seminarios y reuniones técnicas. ✓ Documentos del proyecto. 	<p>Las entidades y las empresas participantes son capaces de mantener su compromiso con el proyecto y facilitan a su personal técnico la colaboración con las actividades previstas.</p> <p>El ambiente favorable al desarrollo rural basado en el cultivo de la yuca es mantenido y fortalecido en cada país y región de influencia del proyecto.</p>

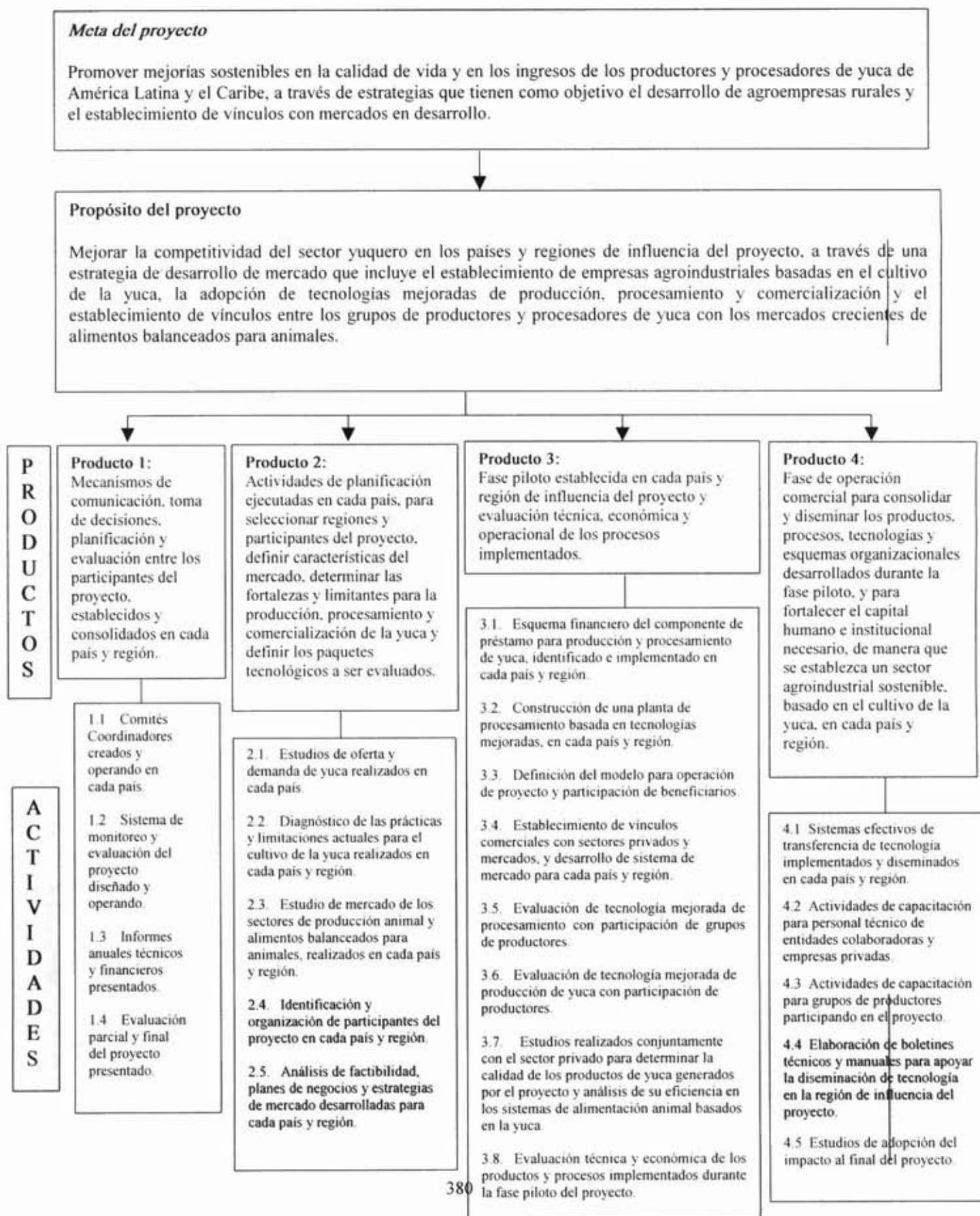
¹¹ Fase piloto significa, en el contexto de esta propuesta, la serie de actividades con las que todos los componentes incluidos en la estrategia seleccionada para implementar el proyecto son puestas en acción de manera simultánea y los participantes en el proyecto tienen la oportunidad de adaptarlos y evaluarlos, generando información confiable sobre su viabilidad.

Reseña Descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Producto 3			
<p>Actividades</p> <p>3.1 Esquema financiero para el componente de préstamo para producción y procesamiento de yuca, identificado e implementado en cada país y región.</p> <p>3.2 Construcción de una planta de procesamiento en cada país y región, basada en tecnologías mejoradas.</p> <p>3.3 Definición de un modelo para operación del proyecto y participación de beneficiarios.</p> <p>3.4 Establecimiento de vínculos comerciales con sectores privados y mercados y desarrollo de sistema de mercado para cada país y región.</p> <p>3.5 Evaluación de tecnología mejorada de procesamiento con participación de grupos de productores.</p> <p>3.6 Evaluación de tecnología mejorada de producción de yuca con participación de productores.</p> <p>3.7 Estudios realizados conjuntamente con el sector privado para determinar la calidad de los productos de yuca generados por el proyecto y análisis de su eficiencia en los sistemas de alimentación animal basados en la yuca.</p> <p>3.8 Evaluación técnica y económica de los productos y procesos implementados durante la fase piloto del proyecto.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actas e informes de las reuniones de los Comités Coordinadores regionales y de cada país. ✓ Informes anuales del proyecto. ✓ Informes de algunas instituciones seleccionadas. ✓ Revisiones documentadas. ✓ Informes de evaluaciones externas. 	<p>✓ Los fondos del proyecto y los fondos de cofinanciación y de contrapartida están disponibles a tiempo y en las cantidades adecuadas para facilitar la implementación de las actividades previstas en el proyecto.</p>

Reseña descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Producto 4			
<p>Fase de operación comercial para consolidar y diseminar los productos, procesos, tecnologías y esquemas organizacionales desarrollados durante la fase piloto y para fortalecer el capital humano e institucional necesario para establecer un sector agroindustrial sostenible, basado en el cultivo de la yuca, en cada país y región.</p>	<p>Al final del proyecto se tendrá evidencia documentada de los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Número de instituciones del sector público y privado que participan en el proyecto y que son conscientes de la importancia y los resultados del enfoque de mercados. ✓ Número de empresas agroindustriales basadas en el cultivo de la yuca, establecidas y fortalecidas y que se mantienen funcionando. ✓ Número de prácticas mejoradas de manejo del cultivo introducidas y asimiladas por el sector yuquero en los países y regiones. ✓ Número de empresas industriales usando yuca como fuente competitiva de energía. ✓ Número de actividades de capacitación realizadas. ✓ Número de boletines de divulgación y manuales publicados. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actas e informes de las reuniones de cada Comité Coordinador. ✓ Informes anuales del proyecto. ✓ Informes de instituciones seleccionadas. ✓ Revisiones basadas en evidencias. ✓ Memorias de seminarios y reuniones técnicas. ✓ Documentos del proyecto. 	<p>Los diferentes sectores que participan en el proyecto mantienen su interés y colaboran activamente en la diseminación de los resultados.</p> <p>Un número adecuado de grupos de productores se interesa y participa en el proyecto y utiliza los beneficios obtenidos en mejorar su calidad de vida.</p> <p>El cultivo de la yuca mantiene y fortalece su importancia ante los sectores que formulan políticas de desarrollo, como una opción de política rural con potencial de promover el progreso.</p>

Reseña descriptiva	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Hipótesis importantes
Producto 4			
<p>Actividades</p> <p>4.1 Sistemas efectivos de transferencia de tecnología implementados y diseminados en cada país y región.</p> <p>4.2 Actividades de capacitación para personal técnico de entidades colaboradoras y empresas privadas.</p> <p>4.3 Actividades de capacitación para grupos de productores participando en el proyecto.</p> <p>4.4 Elaboración de boletines técnicos y manuales para apoyar la diseminación de tecnología en la región de influencia del proyecto.</p> <p>4.5 Estudios de adopción e impacto al final del proyecto.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actas e informes de las reuniones de cada Comité Coordinador. ✓ Informes anuales del proyecto. ✓ Informes de instituciones seleccionadas. ✓ Revisiones basadas en evidencias. ✓ Memorias de seminarios y reuniones técnicas. ✓ Documentos del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entidades colaboradoras en cada país y región dedican tiempo y recursos para diseminar los resultados del proyecto. ✓ Tecnologías, procesos y modelos organizacionales son adoptados por los grupos de productores. ✓ El sector privado y los mercados mantienen su interés en la yuca como un cultivo adecuado para entrar en los sistemas de alimentación animal. ✓ Los fondos del proyecto, los de cofinanciación y contrapartida están disponibles en el momento oportuno y en la cantidad adecuada para implementar las actividades del proyecto.

Estructura detallada de trabajo del proyecto



8. PROYECTOS FINANCIADOS POR EL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL DE COLOMBIA, MADR

8.1. Proyectos 2001

8.1.1. Plan Maestro de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia, Fase I

Justificación

Durante los últimos tres años, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia – MADR, y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, han venido implementando el programa “Asistencia al Programa de Modernización de Yuca a Nivel Nacional”, que ha incluido acciones puntuales de apoyo técnico y financiero a proyectos que tienen como objetivo mejorar la producción, productividad y rentabilidad del cultivo de la yuca en Colombia. La principal estrategia operativa del convenio MADR/CIAT está basada en la apertura de seis polos de desarrollo en seis de las principales zonas productoras de yuca del país. En cada uno de estos polos, las variedades mejoradas de yuca que han sido producidas en los últimos años, con alto potencial de rendimiento, se están evaluando, en condiciones reales de los sistemas de producción característicos de las diferentes zonas. Además del componente de mejoramiento genético, el personal técnico del CIAT presta también labores de asesoría técnica y asesoría a los productores interesados en el cultivo de la yuca.

Los resultados que se empiezan a obtener con las actividades de promoción y modernización del cultivo de la yuca han motivado a muchas regiones, grupos de productores y empresas públicas y privadas, a obtener mejor información sobre el cultivo y a procurar variedades mejoradas, técnicas de cultivo, asesoría técnica, etc. Aunque el programa MADR/CIAT ha realizado algunos eventos de capacitación, estos han sido circunscritos solamente a algunas de las regiones, y han estado principalmente dirigidos a los colaboradores más cercanos como las UMATAS y las Secretarías de Agricultura. Por otro lado, los crecimientos acelerados que se están presentando en algunos mercados como el de la yuca para alimentación animal y la yuca fresca para consumo humano, están ejerciendo presión sobre los sistemas de producción, convirtiendo la yuca en un cultivo atractivo para productores en todo el país. El efecto directo es que la audiencia que reclama más información, capacitación y asesoría, ha crecido vertiginosamente.

Es necesario entonces, desarrollar un plan de capacitación que le permita a todas las regiones del país en las que el cultivo de la yuca está siendo promocionado como una alternativa agroindustrial de desarrollo agrícola, mejorar la preparación técnica del capital humano que está a cargo de las actividades relacionadas con la yuca. Este capital humano incluye técnicos de empresas públicas, privadas, universidades y grupos de productores.

Esta propuesta buscó cumplir dicho objetivo a través de 1) una serie de cursos intensivos, 2) la publicación de un libro sobre el cultivo de la yuca y 3) la participación activa de los técnicos del CIAT y CLAYUCA en dos eventos masivos de divulgación de información y promoción: a) Feria Agroexpo (Bogotá) y b) Reunión Nacional sobre Yuca promovida por SENA (Armenia).

Se propuso que la primera fase del Plan Maestro de Capacitación fuera ejecutada por el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca – CLAYUCA, como parte de las actividades incluidas en el Convenio de Cooperación Técnica suscrito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR) y el CIAT, del proyecto “Asistencia al Programa de Modernización de Yuca a Nivel Nacional” en el año 2001. De esta forma, CLAYUCA ha estado apoyando los esfuerzos del MADR y del CIAT para promover el desarrollo sostenible del cultivo de la yuca en Colombia.

Objetivo

Contribuir con el mejoramiento de la capacidad técnica, los conocimientos y la información de los profesionales que trabajan con el cultivo de la yuca en Colombia, incluyendo los avances que se han producido en el CIAT y en otras entidades de investigación nacionales e internacionales, en relación con tecnologías de producción y procesamiento de yuca. Las expectativas también fueron dirigidas a mejorar la información y los conocimientos sobre el cultivo que poseen los grupos de productores y otros sectores interesados en la yuca, a través de la publicación de un Libro y la participación en foros de divulgación como la Feria Agroexpo y una Reunión Nacional sobre Yuca.

Metodología

El Componente principal del Plan Maestro de Capacitación es una serie de cursos intensivos que se realizaron en zonas consideradas como estratégicas. Cada curso se realizó con una metodología que incluyó conferencias teóricas, aulas prácticas, visitas a campos comerciales de producción y empresas de procesamiento, trabajo en grupos y sesiones plenarias. Un componente importante de la metodología del curso fue la oportunidad que se le dio a los participantes para interactuar con el personal científico del CIAT y de CLAYUCA, para discutir y formular planes de trabajo específicos para sus respectivos proyectos y programas, que faciliten la participación posterior del CIAT y de CLAYUCA en actividades de asistencia técnica y asesoría.

El Libro publicado contiene las contribuciones de los conocimientos de todo el personal científico del CIAT, a nivel nacional e internacional.

La participación en los eventos masivos de divulgación (Agroexpo y Reunión Nacional) se basó en la elaboración de una serie de pósters y la participación del personal técnico del CIAT y de CLAYUCA, dictando conferencias y atendiendo personalmente los

requerimientos del público en general. En ambos eventos se instaló un stand MADR/CIAT/CLAYUCA

Áreas de capacitación

- ◆ Producción y manejo de germoplasma de yuca
- ◆ Manejo de fertilidad del suelo en cultivos intensivos de yuca
- ◆ Manejo integrado de plagas
- ◆ Manejo integrado de enfermedades
- ◆ Sistemas de producción de yuca
- ◆ Sistemas de procesamiento de harina de yuca
- ◆ Sistemas de procesamiento de almidón de yuca
- ◆ Sistemas de procesamiento de yuca fresca (croquetas)
- ◆ Mecanización de siembra y cosecha de yuca
- ◆ Sistemas de producción y multiplicación de semilla de yuca
- ◆ Utilización de la yuca en la alimentación animal

Selección de participantes

En el planteamiento del Plan se propuso contar con 25 participantes en cada uno de los cursos. Los participantes fueron seleccionados a partir de candidatos propuestos por las entidades y empresas que participan en las actividades promovidas por el MADR y el CIAT en cada región. El MADR y CLAYUCA coordinaron la selección de los participantes. En cada región se identificó una entidad que sirviera de contraparte y apoyara los aspectos logísticos de la realización de cada curso. Las regiones de los cursos aparecen en el Cuadro 8.1.1.

Cuadro 8.1.1. Regiones para los cursos intensivos.

Departamento (s)	Entidad / empresa contraparte	Sede del curso	# de participantes
Atlántico, Magdalena, Cesar, Guajira	Concentrados del Norte Inyucal, S.A. Secretaría de Agricultura del Atlántico	Barranquilla	25
Córdoba, Sucre, Antioquia	Corpoica Secretaría de Agricultura de Córdoba Secretaría de Agricultura de Sucre	Montería	25
Antioquia	Secretaría de Agricultura de Antioquia UNIBAN Corpoica	Corpoica (Tulenapa)	25
Cauca, Valle	Secretaría de Agricultura del Cauca Secretaría de Agricultura del Valle	Santander de Quilichao	25

Conferencistas / instructores en los cursos

CIAT:

Hernán Ceballos
Benjamín Pineda
Fernando Calle
Bernardo Árias
Gustavo Jaramillo
Germán Llanos

CLAYUCA:

Luis Fernando Cadavid
Lisímaco Alonso
Jorge Luis Gil

INVITADOS

En algunos temas, la Coordinación del Proyecto invitó conferencistas con amplia experiencia y conocimientos sobre el tópico específico.

Período y duración de cada curso

Los cursos propuestos en este proyecto fueron de carácter intensivo y tuvieron una duración de 4 días completos cada uno. Las fechas de realización de cada curso se definieron en forma conjunta entre CIAT, CLAYUCA y las entidades y empresas colaboradoras en cada región.

Coordinación e información

La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de CLAYUCA (Ing. Bernardo Ospina). En cada región se buscó que la entidad o empresa contraparte nombrara una persona responsable del curso.

Elaboración, publicación y distribución de libro sobre el cultivo de la yuca (“La Yuca en el tercer Milenio: sistemas modernos de producción procesamiento, utilización y comercialización”)

La propuesta incluyó la solicitud de fondos para financiar la elaboración, publicación y distribución del libro documento sobre yuca, con un tiraje de 1.000 ejemplares, incluyendo la *Guía Práctica para el Manejo de las enfermedades, las plagas y las deficiencias nutricionales de la yuca*.

Agroexpo 2001: El lugar más importante para el desarrollo agroindustrial XIII. Feria Internacional Agropecuaria y de Industrias Afines

La XIII edición de la Feria Internacional Agropecuaria y de Industrias Afines, AGROEXPO, se llevó a cabo del 13 al 22 de julio de 2001 en Santa Fe de Bogotá. Desde hace 26 años este evento bienal se ha constituido en el certamen de mayor importancia en su tipo para el desarrollo agrícola y pecuario, a través del intercambio de conocimientos científicos, tecnologías y servicios de sus participantes.

Agroexpo cuenta con la participación oficial de varios países, gremios nacionales y entidades privadas en los siguientes sectores: maquinaria e insumos agrícolas y pecuarios, planes de desarrollo institucional, medio ambiente, pesca, avicultura, horticultura, porcicultura, especies menores, ganado vacuno y equino, industria forestal y maderera, lácteos, cárnicos, nutrición animal, inseminación y reproducción.

En 1999 CIAT y CLAYUCA tuvieron una exitosa participación en este evento. El stand, el mensaje de cooperación interinstitucional y trabajo en equipo de estas dos entidades atrajo el interés del público asistente.

Para el 2001 el objetivo logrado consistió en conocer resultados de los trabajos que, con apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, MADR, han adelantado CIAT y CLAYUCA.

Se quiso atender la invitación de FENAVI para estar presente como expositor en la muestra comercial del Salón Avícola. La importancia de participar en Agroexpo, como quedó demostrado, al igual que en 1999, radica en que es un espacio en el que se pueden hacer contactos que representan futuros socios para CLAYUCA. También es una excelente oportunidad para dar a conocer la nueva tecnología disponible para el cultivo de la yuca y su procesamiento, además es un espacio propicio para intercambiar experiencias de la yuca en la alimentación animal, trabajos que han llevado el total apoyo del Ministerio.

En un stand de 18.6 m² se dio a conocer al público el mensaje corporativo de las dos entidades, de una forma dinámica, interactiva y de alto contenido visual.

¿De qué forma?

- Para crear este ambiente se dispuso de pósters (101cm x 91cm) y fotografías referentes a cada una de las áreas de trabajo de CIAT y CLAYUCA (mecanización, poscosecha, alimentación animal, follaje, fertilización y variedades). Para una información más detallada sobre los resultados de investigación de CLAYUCA se contó con la presencia de técnicos e ingenieros que brindaron asesorías acertadas a los visitantes del stand, con presentaciones en power point, para explicar a los interesados en el tema de qué se trata, cómo se desarrolla, beneficios del trabajo, etc.
- Se llevaron muestras de los resultados en obtención de yuca para alimentación animal, para que el público observara más de cerca los resultados del procesamiento de la yuca y los usos que se le pueden dar a este cultivo tropical. También se contó con material in vitro, semilla, raíces de yuca, etc., dispuesto de tal forma que llamó la atención del público que visitó el stand: estudiantes, agricultores, académicos, investigadores, representantes de entidades públicas y privadas, entre otras.



Figura 8.1.1. Horacio Serpa, Candidato presidencia de Colombia, durante su visita al stand de CLAYUCA en Agroexpo 2001.

- En cuanto a la información que estuvo a disposición de los visitantes, incluyó plegables institucionales de CLAYUCA, las tres ediciones del boletín informativo Continente Yuquero y se dispuso de la página Web del Consorcio, presentada a través

de un computador. Aunque para la fecha aún no se había publicado el libro de yuca, fue la oportunidad para promocionarlo, y una vez se dispuso de él, fue posible enviarlo a aquellas personas que lo solicitaron en la Feria.

- Por otra parte, CLAYUCA como entidad que agrupa a distintos sectores de la cadena productiva, pudo vincular a algunos de ellos para que estuvieran presentes en su stand. Por ejemplo, CONGELAGRO S.A Congelados Agrícolas S.A para que ofreciera degustaciones al público de yuca frita y chips de yuca. También se llevaron los productos que, a nivel internacional, se elaboran con base en yuca.



Figura 8.1.2. Stand de CLAYUCA en Agroexpo 2001

8.1.2. Estudio de la viabilidad técnica, económica y comercial de la obtención de adhesivos para uso en la industria de cartón corrugado, a partir de almidón de yuca extraído por vía seca¹

Ana Milena Bonilla*
Lisímaco Alonso**

Productos

Almidones obtenidos por vía seca y harinas refinadas provenientes de cinco variedades de yuca

Actividades

a) Preselección y caracterización de 5 variedades de yuca del grupo de clones élite del banco de germoplasma del CIAT (Proyecto de Mejoramiento de Yuca).

Se seleccionaron inicialmente 5 variedades para la producción de harina refinada (partículas con diámetro <100 µm) y almidón vía seca (partículas con diámetro <53 µm) en términos de su contenido de amilosa, viscosidad, alta producción en campo y alto rendimiento de almidón. Las variedades fueron: HMC 1 (ICA P-13), MPER 183 (Peruana), CM 6740-7 (Reina), MTAI 8 y MCOL 2215 (venezolana). En el Cuadro 8.1.2. se registran los valores de las principales características de estas variedades.

Cuadro 8.1.2. Características de las variedades de yuca preseleccionadas en el estudio.

<i>Variedad</i>	<i>Zona de ubicación</i>	<i>Rendimiento en campo (ton /ha)</i>	<i>Materia seca (%)</i>	<i>Amilosa (%)</i>
CM 523-7	Valles interandinos	18-26	36	21
CM 6740-7	Valles interandinos	20-28	36	15
HMC 1	Valles interandinos	20-22	34	24
MPER 183	Valles interandinos	25-40	32	22
MCOL 1522	Laderas caucanas	10-25	29	23

Un contenido alto de amilosa genera en el producto final un buen pegue, ya que al secarse el adhesivo, el polímero (amilosa) se alinea formando una capa rígida. Además, permite la rápida evaporación del agua en el momento de la unión, produciendo un secado rápido, lo cual ocurre por la tendencia de las moléculas de amilosa para reasociarse (el secamiento rápido es una característica importante que deben tener los adhesivos para utilizarlos en el sellado de las cajas de cartón).

¹ Harina ultrarefinada de yuca con partículas menores de 53 y 100 micras.

* Ingeniera Agroindustrial. Universidad de San Buenaventura, Cali. Trabajo de tesis de pregrado realizado en CLAYUCA.

** Ingeniero Agrícola. Sistemas de manejo poscosecha, CLAYUCA, Cali, Colombia. E-mail: l.alonso@cgiar.org

La amilosa también cumple una tarea muy importante en la penetración del adhesivo en el papel o cartón (Seminario de Adhesivos para Corrugado, National Starch). Este polímero (amilosa) presenta una característica de recristalización del almidón después de ser gelatinizado (retrogradación), lo cual es de significativa importancia cuando se habla de estabilidad y conservación del producto final, por esto se decidió trabajar preliminarmente con variedades que contengan diferentes contenidos de amilosa para realizar una comparación y establecer un primer balance entre ventajas y desventajas.

b) Extracción y caracterización del almidón dulce de yuca extraído por vía húmeda.

La extracción de los almidones de las raíces frescas se realizó en el laboratorio del Proyecto de Agroempresas Rurales – CIAT, y se estableció un banco de almidones de las anteriores variedades de yuca con la incorporación de la variedad Catumare.

En la Figura 8.1.3. se ilustra el comportamiento de los almidones dulces de las variedades de yuca CM 6740-7 (Reina), HMC-1 (ICA P 13), MPer 183 (Peruana), MTai 8, Mcol 2215 (Venezolana) en un tratamiento de calentamiento – enfriamiento.

Las diferentes curvas muestran un pico máximo de viscosidad, el decrecimiento de la viscosidad a la temperatura de 90°C durante 20 minutos y un aumento final de la viscosidad al ser enfriada la muestra. Esta nueva elevación de la viscosidad se atribuye a la nueva estructura del gel formado principalmente por la amilosa en retrogradación (Cuadro 8.1.3.)

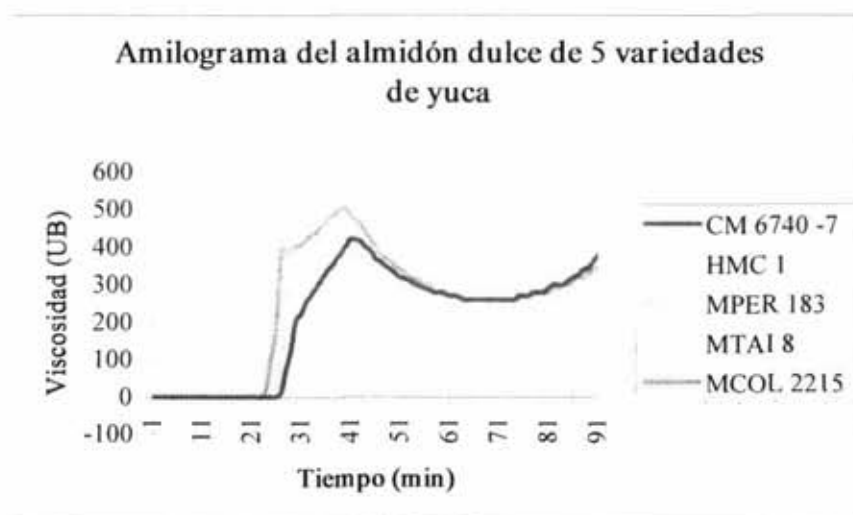


Figura 8.1.3. Curvas de viscosidad de los almidones dulces de las variedades de yuca, CM6740-7 (reina), HMC 1 (ICA P 13), MPER 183 (Peruana), MTAI 8 (Tailandia) y MCOL 2215 (venezolana).

Cuadro 8.1.3. Datos de los amilogramas de los almidones dulces extraídos de las anteriores variedades seleccionadas.

<i>Identificación</i>	<i>T_{gelat.}</i> <i>°C</i>	<i>V max</i> <i>(UB)</i>	<i>V 90</i> <i>(UB)</i>	<i>V 90/20</i> <i>(UB)</i>	<i>V 50</i> <i>(UB)</i>	<i>T cocc</i> <i>(min)</i>	<i>Inest gel</i> <i>(UB)</i>	<i>Indi gel</i> <i>(UB)</i>
Hmc-1	25	507	420	280	380	13	227	40
CM 6740-7	26	420	400	241	380	15	179	20
Mper 183	25	420	400	250	320	13	170	80
Mtai 8	23	410	340	218	350	11.5	192	20
Mcol 2215	20	500	420	260	345	15	240	75

c) Extracción de harina refinada de yuca (partículas con diámetros <100 µm)

Se obtuvo harina refinada de las variedades CM 6740-7 (Reina), HMC1 (Manihotica) y MPER 183 (Peruana) utilizando dos tecnologías de procesamiento. En la tecnología tradicional, la harina refinada se extrajo a partir de trozos de yuca secados naturalmente en patio de cemento y en la técnica artificial, la harina se obtuvo por medio la planta piloto de secado artificial continuo, que CLAYUCA e Industrias Protón Ltda. instalaron en el CIAT, con el apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

Después de obtenidas las harinas integrales gruesas, éstas se sometieron a un proceso de doble molienda y tamizado con una malla de 140 mesh para conseguir finalmente la harina refinada (partículas con diámetros <100 µm). (Véase Anexo 1 y 2)

d) Caracterización de las harinas refinadas de yuca

En los comienzos de este proyecto, Cartón de Colombia fue una de las empresas que se interesó y nos obsequió una muestra del almidón de maíz perla, materia prima para fabricar adhesivos con diferentes aplicaciones. Este almidón fue caracterizado y comparado con las diferentes muestras de harina refinada de yuca. En los Cuadros 8.1.4. y 8.1.5. se registra la composición de las diferentes harinas y del almidón perla: (%) Almidón, (%) ceniza, (%) proteína, (%) fibra y (%) grasa.

Cuadro 8.1.4. Análisis proximal de las harinas refinadas de yuca obtenidas inicialmente en el proyecto.

<i>Material</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>FC (%)</i>	<i>E. Et (%)</i>	<i>Cenizas (%)</i>	<i>Humedad (%)</i>	<i>Almidón (%)</i>
HMC 1 (Planta)	4.6	4.5	0.7	3.3	10	78
CM 6740-7 (Planta)	3.6	4.1	0.8	2.4	9	83
MPER 183 (Planta)	3.7	3.2	0.6	3.1	11	83
HMC 1 (Trozos)	3.9	2.7	0.7	2.5	9	85
CM 6740-7 (Trozos)	3.1	2.6	0.7	2.2	10	85
MPER 183 (Trozos)	2.3	2.2	0.9	2.7	10	86

Cuadro 8.1.5. Análisis proximal del almidón de maíz perla(muestra tal cual)

Material	Proteína (%)	FC (%)	E.Et (%)	Cenizas(%)	Humedad (%)	Almidón (%)
Almidón de maíz perla	0.6	0.3	0.7	0.1	12	87

En las figuras 8.1.4. y 8.1.5. se muestran los análisis de la viscosidad donde se pueden comparar los comportamientos de las muestras en un tratamiento de calentamiento y enfriamiento. Se encontró que las harinas de las 3 variedades presentaron características parecidas a las del almidón de maíz perla. Los análisis de viscosidad de las muestras que fueron extraídas de la harina de la planta piloto (CLAYUCA - Protón) se pueden ver en la Figura 8.1.4. y en la Figura 8.1.5. se ilustra la comparación de la muestra de almidón de maíz perla y las muestras extraídas a partir de trozos secados naturalmente sometidas a 2 moliendas y tamizado (partículas de diámetro < 100 µm).

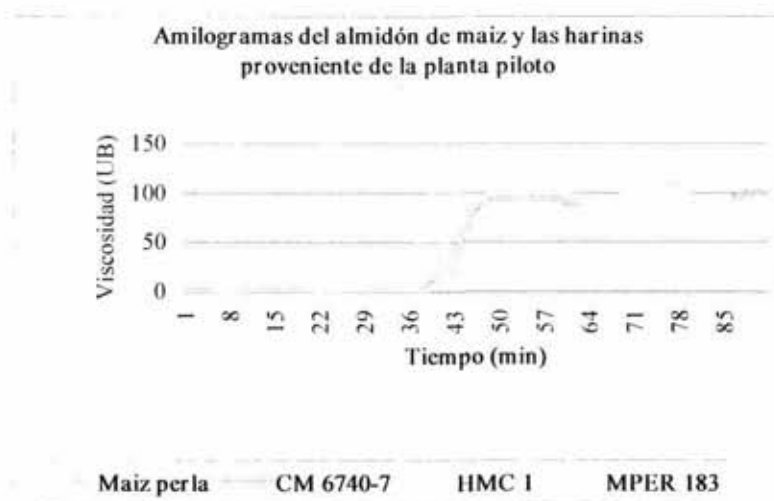


Figura 8.1.4. Comparación del almidón de maíz perla y harina refinada (partículas de partículas < 100 µm) extraída en la planta piloto de 3 variedades de yuca.

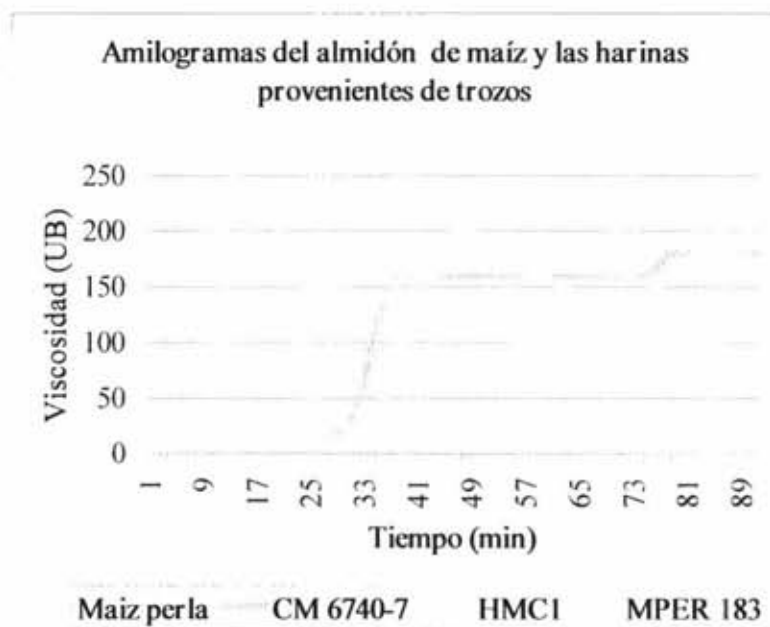


Figura 8.1.5. Comparación del almidón de maíz perla y harina refinada (partículas de < 100 μm) extraída a partir de trozos secados naturalmente de 3 variedades de yuca.

Como se puede observar, el comportamiento de las harinas refinadas de yuca cambia significativamente con relación al comportamiento del almidón puro (Figura 8.1.3.) de estas mismas variedades de yuca. Las muestras de harina refinada, sin tener en cuenta la variedad, presentan un leve aumento de la viscosidad en la fase de enfriamiento, contrario a los almidones puros de yuca, lo que permite predecir una mayor estabilidad en el tiempo del producto. Esta característica de estabilidad la presenta en mayor grado el almidón de maíz perla, que puede ser un almidón modificado (información no habilitada por la empresa). Comparando las variedades, según los datos de viscosidad (véase Cuadro 8.1.6.), el comportamiento más parecido al almidón perla lo presentó la variedad HMC-1 para ambos tipos de harina con temperaturas de gelatinización entre 65-82 °C y un pico máximo de viscosidad entre 100-120 UB.

Cuadro 8.1.6. Datos de los amilogramas de las harinas refinadas de las 3 variedades de yuca seleccionadas y el almidón de maíz perla.

<i>Identificación de la Harina</i>	<i>T gelat</i> °C	<i>V max</i> (UB)	<i>V 90</i> (UB)	<i>V 90/20</i> (UB)	<i>V 50</i> (UB)	<i>F cocc</i> (min)	<i>Inest gel</i> (UB)	<i>Indi gel</i> (UB)
Almidón de maíz perla	79	120	110	125	120	11	5	-5
HMC1 (planta piloto)	82	100	90	95	100	9	5	5
CM 6740-7 (planta piloto)	80.5	95	60	90	100	11	5	10
MPER 183 (planta piloto)	67	140	140	110	140	15	30	30
HMC1(trozos)	65.5	120	120	100	120	27	20	20
CM 6740-7 (trozos)	58	160	160	160	180	15	0	20
MPER 183 (trozos)	70	200	175	145	210	16	55	65

La temperatura de gelatinización es un factor muy importante del almidón que compone la materia prima para fabricar el adhesivo. La temperatura de gelatinización varía con los diferentes almidones, indispensable para la aplicación de la enzima y permitir que actúe efectivamente en la hidrólisis del almidón. Además, entre menos sea la temperatura de gelatinización, habrá menos consumo de energía en el proceso de fabricación del adhesivo.

La curva de viscosidad del almidón perla muestra gran estabilidad en el tiempo a los cambios de temperatura y resistencia al cizallamiento en el tiempo. Una curva característica la presenta la muestra de harina refinada proveniente de la variedad HMC1 (extraída por medio de las dos tecnologías). La característica de estabilidad es importante en la mayoría de los productos que contienen almidón, ya que ayuda a su conservación y buena apariencia.

Adhesivos evaluados y producidos a partir de las harinas refinadas extraídas de trozos secos y la planta piloto

Fase I (nivel de laboratorio)

Actividades

a) Identificación y selección de las fórmulas que se utilizaron para la elaboración de los adhesivos. Las diferentes formulaciones se encontraron en la literatura que trata sobre el tema, por contactos con algunas empresas productoras de pegantes y por recomendaciones de algunos funcionarios y expertos (Cuadro 8.1.7.)

Cuadro 8.1.7. Fórmulas de los adhesivos encontradas en diferentes fuentes de información.

Formula	Almidón y/o harina [□] (%)	Agua (%)	NaOH (%)	Bórax (%)	Otros	T (°C)	
1. Corrugating ¹²	21.27	77.82	0.5	0.36	-	<54	
2. Hand book adh.	8.02	90.35	1.7	-	-	<71	
3. Peter Snyder ¹³	19-29	70-80	0.4-0.5	0.3-0.4	-	-	
4. Ronny ¹⁴	21.24	78.31	0.26	0.17	-	<54	
5. Miguel A Viera ¹⁵	15 [□]	83.7	0.57	0.53	0.1 pre y anties*	<75	
6. Miguel A Viera	20.2 [□]	78.83	0.57	0.2	0.1 pre y anties*	<75	
7. Teresa Sánchez ¹⁶	4.67 [□]	93.45	1.8	-	-	-	
8. Adhesives of cassava ¹⁷	16	45.45			45.4 ml (KOH)	70	
9. Gilberto Collazos ¹⁸	9.1	20-30	70-80	0.5-3	1-3	Enzimas**	<90
	9.2	25-30	70-75	-	-	0.62-1 ácido muriático***	<80
	9.3	20-30	70-80	1-3	-	-	<35
	9.4	20-30				50 hipoclorito de sodio***	<70
	9.5	20-30	70-80	1-3		Peróxido de H ₂	<80

* Antiespumante para adhesivos y preservativo (formol o formaldehído)

** Enzima hidrolasa (alfa – amilasa)

*** Porcentaje con relación al contenido de sólidos.
Velocidad de agitación entre 80 y 180 r.p.m.

Cada una de las fórmulas están diseñadas para almidones y/o harinas de diferentes fuentes botánicas. En el mes de enero 2002 se iniciaron los ensayos con las primeras ocho fórmulas del Cuadro 8.1.7, utilizando diferentes concentraciones de harina, diferentes dosificaciones de los aditivos, diferentes tiempos de cocción, diferentes tiempos de acción de los reactivos y diferentes temperaturas.

Uno de los problemas presentados en los primeros ensayos de ajuste con algunas formulaciones, fue en la adición del bórax al almidón y/o harina; la mezcla resultante se

¹² Fórmula de El Seminario de Adhesivos para Corrugado de la National Starch

¹³ Artículo de Adhesivos basados en almidón para corrugado por Peter Snyder, septiembre 2001, (www.conversion.com)

¹⁴ New Corrugating, Tappi

¹⁵ Fórmulas obtenidas de informes sobre una investigación que no se culminó. Esta investigación se realizó para obtener adhesivos a partir de harina de yuca en Agroempresas Rurales, 1992 CIAT, antiguamente sección de Utilización del programa de Yuca.

¹⁶ Fórmula utilizada en una microempresa caleña para sellar cajas de cartón con snacks

¹⁷ Revista Starch, No 42. Processing of cassava Starch for adhesive Production

¹⁸ Especialista en adhesivos contratado por CLAYUCA

volvía muy pegajosa y extremadamente espesa, lo cual no era beneficioso para su manejo en el papel. Otro factor que no se tuvo en cuenta fue la agitación mecánica fuerte, que no pudo aplicarse en esta primera etapa de ensayos, ya que fueron a nivel de laboratorio, donde se utilizó un agitador magnético y manual.

En febrero de 2002, CLAYUCA con fondos propios, decidió contratar los servicios del Doctor Gilberto Collazos, quien posee amplia experiencia en el campo de adhesivos fabricados con diferentes almidones y harinas. Él brindó las bases para el diseño de un pequeño reactor para llevar cabo ensayos en escala piloto (Anexo 3). La intervención del consultor fue de gran utilidad, ya que brindó las bases necesarias para encontrar una de los adhesivos utilizados para sellar cajas de cartón corrugado. Inicialmente, se presentó una propuesta para elaborar adhesivos y llegar al adhesivo buscado (adhesivo para sellar cajas de cartón). Su propuesta inicial incluyó el uso de: ácido muriático, NaOH, peróxido de sodio, enzimas (alfa amilasa) e hipoclorito de sodio (Cuadro 8.1.7, fórmula 9.1)

En el mismo mes se realizaron pruebas adicionales para ensayar las fórmulas a nivel de laboratorio con la supervisión del Doctor Collazos. Se trabajaron las diferentes alternativas donde se encontró que algunos reactivos no funcionaban bien con la harina; este fue el caso del hipoclorito de Sodio. Por otro lado, se encontró que las enzimas produjeron un adhesivo con mejores características que las demás alternativas, por lo cual se decidió seguir trabajando durante los siguientes meses en la formulación 9.1 del Cuadro 8.1.7. hasta que se llegó a la formulación que se muestra a continuación a partir de enzimas (Alfa – amilasa). Además, las enzimas forman un complejo que ayuda a que la solución sea más orgánica y, por ende, biodegradable. La fórmula 2 se tomó como una alternativa sólo química para sellar cajas con carga liviana.

Las fórmulas básicas fueron las siguientes:

- Adhesivo para sellar cajas con capacidad de carga entre 10 y 20 kg (Cuadro 8.1.7., fórmula 9.1)

Harina de yuca	20-30%
Agua	70-80%
Cloruro de calcio	0.5-3 %
Alfa amilasa	0.5 –2 % (temperatura entre 70 y 80 °C)
Ácido clorhídrico	0.7-1.5%
Antiespumante	0.4-1.4%
Soda Cáustica	0.7-1.5%
Talco	5-7%
Formol	4.5-6%

- Adhesivo para sellas cajas con capacidad de carga menor 7 kg (Cuadro 8.1.7., fórmula 7)

Harina de yuca	5-15 %
Agua	85-95%
Antiespumante	0.5-1.5%
Soda Cáustica	1.5-3%

En las dos formulaciones, el agua y la harina conforman el 100% base de la solución.

Estas dos fórmulas, tienen una aplicación en la industria para sellar cajas de cartón. La fórmula No 7 del Cuadro 8.1.5, genera un adhesivo apropiado para sellar cajas con capacidad de carga liviana (< 7 kg) y la formulación 9.1 del Cuadro 8.1.5, genera un adhesivo para sellar cajas con capacidad de carga pesada (>10 kg).

Fue necesario el cambio de las fórmulas originales (Cuadro 8.1.7.), debido a que estaban diseñadas para una materia prima diferente a la yuca; además, la procedencia botánica del almidón es un factor importante en el momento de elaborar una formulación de adhesivo para cualquier aplicación en la industria de adhesivos. La formula 9.1 original está acondicionada especialmente para trabajar con una mezcla de almidones y la formulación 7 original tenía un contenido de sólidos del 4.67% y su elaboración se conseguía con agitación manual.

b) Ajuste de las dos fórmulas seleccionadas (abril 2002)

Inicialmente para ajustar las formulaciones de los adhesivos se realizaron varios ensayos de ajuste, que tuvieron en cuenta:

- Definición del contenido de sólidos.
- Ajuste de los aditivos en la formulación.
- Comparación de los efectos de los diferentes reactivos utilizados.
- Ajustes de temperatura y los tiempos de agitación.

Ajustes para cada fórmula:

Fórmula 1. Para ajustar la formulación se realizaron ensayos preliminares con diferentes concentraciones de harina (20, 25 y 30%). Se consiguieron mejores resultados a nivel de laboratorio con una concentración del 25% de harina refinada de yuca. Teniendo en cuenta la concentración de harina se adicionaron los demás componentes.

Se encontró que el porcentaje de sólidos más apropiado para manejar la fórmula fue 25%, debido a que con éste se obtenía un adhesivo a nivel de laboratorio con las características de viscosidad exigidas a nivel comercial. En este nivel se encontró que era difícil manejar mayor contenido de sólidos debido a que no se contaba con un equipo con la suficiente fuerza de agitación.

La fórmula 1 a nivel de laboratorio quedó así:

Harina refinada de yuca	25%
Agua	75%
Cloruro de calcio	0.1 %
Alfa amilasa	0.027 % (temperatura entre 70 y 80 °C)
Ácido clorhídrico	0.47%
Antiespumante	0.47%
Soda Cáustica	0.70%
Talco	5.88%
Formol	4.7%

Fórmula 2. Implementando agitación magnética y manual en el laboratorio, se pudo acondicionar la fórmula para harina de yuca con un 10% de sólidos, adicionando, además bórax que detenía la reacción de la soda cáustica y el antiespumante que evitaba la espuma que se formaba por la agitación.

La fórmula 2 a nivel de laboratorio quedó así:

Harina refinada de yuca	10 %
Agua	90%
Antiespumante	1.5%
Soda Cáustica	1.5%

Cada uno de los ingredientes tiene funciones importantes dentro de la solución, así como se describe a continuación:

Harina de yuca: Es el material activo de la solución al poseer alto contenido de almidón (amilosa y amilopectina) y es el encargado de impartir cuerpo y viscosidad a la solución. La amilosa ayuda a penetrar más fácil el adhesivo al papel.

Enzima(Alfa amilasa): Ayuda a disminuir la viscosidad, lo que permite incluir gran contenido de sólidos.

Cloruro de Calcio: Mejora las propiedades de hinchamiento y gelatinización del almidón. Las sales como esta actúan como agentes de hinchamiento, como agentes estabilizadores o para impartir transparencia, adhesividad, densidad o para aumentar la viscosidad.

Ácido Sulfúrico: Ácido fuerte para cortar la actividad enzimática.

Soda cáustica: En este caso, la soda se usa para conseguir el pH alto exigido por las empresas compradoras.

Talco: Ayuda a homogeneizar la solución y aumentar el contenido de sólidos.

Úrea: Aumenta la resistencia al agua. Es un plastificador que modifica la capa adhesiva de tal manera que la deformidad y la fuerza se mejoran. Evita la sinéresis. Reduce la viscosidad de las pastas, así los sólidos pueden aumentar. Aumenta la fuerza de tensión y rebaja el punto de gelatinización.

Formol: ayuda a la preservación del adhesivo.

Monosul o antiespumante: Imparte suavidad y evita la espuma en la solución.

c) Efecto de la tecnología de extracción de la harina refinada de yuca y de las diferentes variedades utilizadas sobre las características de los adhesivos.

En el mes de mayo 2002, se llevó a cabo una serie completa de ensayos, utilizando las dos formulaciones antes mencionadas, para evaluar el comportamiento de las variedades de yuca seleccionadas en el proceso de elaboración de adhesivos.

La investigación se apoyó en un diseño estadístico para encontrar las diferencias que pudieran existir entre variedades de yuca, tipo de extracción de la harina y las fórmulas. Por eso, se llevó a cabo la elaboración de 36 adhesivos, con el objeto de alimentar el diseño experimental. El diseño consistió en bloques Completos al azar, con 3 repeticiones (días) donde se evaluaron 6 tratamientos:

- Dos formulaciones: fórmula 1 (enzimática) y fórmula 2 (química)
- Variedades de yuca: CM6740-7, HMC 1 y MPER 183
- Tecnología de extracción de la harina: a partir de trozos secados al sol y a partir de la planta piloto de secado artificial continuo (CLAYUCA / Protón).

Los adhesivos fueron caracterizados (Anexo 4) para verificar su calidad y su estabilidad de acuerdo con las características siguientes:

Contenido de sólidos: Porcentaje en peso del material no volátil en un adhesivo.

pH: Se manejan según los requerimientos del mercado, preferiblemente soluciones alcalinas para retardar la descomposición del producto.

Pegue: En una junta con unión adhesiva al intentar separar aparece un área rasgada. Se mide por el número de cuadrículas rasgadas; las dimensiones de cada cuadrícula fueron de 1 cm x 1 cm marcadas con anterioridad en el papel.

Viscosidad: La viscosidad o el "espesor" del adhesivo de almidón es muy importante y debe mantenerse en un rango específico para permitir la optimización del proceso de fabricación. Esto se debe a que la viscosidad controla el "agarre y la transferencia" del adhesivo e influye en la velocidad con la que el adhesivo migra hacia el interior del sustrato.

Tack: Propiedad de un adhesivo que le permite formar una acción de resistencia medible inmediatamente después de que el adhesivo y el adherido entran en contacto a baja presión.

Estabilidad: Período durante el cual las características del adhesivo se conservan, especialmente la viscosidad.

Vida útil: Período de tiempo durante el que un adhesivo empacado puede estar almacenado en condiciones de temperatura específicas y permanecer adecuado para el uso.

Las conclusiones derivadas del análisis de varianza se resumen en los Cuadros 8.1.8 y 8.1.9.

Cuadro 8.1.8. Efectos sobre las diferentes variables de evaluación del adhesivo fabricado por vía enzimática del tipo de extracción de la harina utilizada y la variedad de yuca.

Fórmula Enzimática	
<i>Sin Efecto</i>	<i>Efecto</i>
Variable: Contenido de Sólidos	
Tipo de extracción	Variedad de yuca con un 95 % de confiabilidad
Interacción entre tipo de extracción y variedad de yuca	
Variable: Pegue, Viscosidad y pH	
Variedad de yuca	
Tipo de extracción	
Interacción entre variedad de yuca y tipo de extracción	

Cuadro 8.1.9. Efectos sobre las diferentes variables de evaluación del adhesivo fabricado por vía química del tipo de extracción de la harina utilizada y la variedad de yuca

Fórmula Química	
<i>Sin Efecto</i>	<i>Efecto</i>
Variable: Viscosidad	
Tipo de extracción	Variedad de yuca con un 99.9 % de confiabilidad
Interacción entre tipo de extracción y variedad de yuca	
Variable: Pegue	
Variedad de yuca	Interacción entre variedad de yuca y tipo de extracción con un 95% de confiabilidad
Tipo de extracción	
Interacción entre variedad de yuca y tipo de extracción	
Variable: Contenido de Sólidos	
Variedad de yuca	
Tipo de extracción	
Interacción entre variedad de yuca y tipo de extracción	

En cuanto a la estabilidad, el adhesivo 1 (enzimático) presentó el siguiente comportamiento:

Prueba con preservativo: El adhesivo con preservativo (formol) fue almacenado en frascos de vidrio a la temperatura del laboratorio (22-25 °C) durante un mes sin presentar descomposición o daño microbiológico.

Prueba sin oxígeno y sin preservativo: El adhesivo sin preservativo fue empacado herméticamente y almacenado en frascos de vidrio a la temperatura del laboratorio (22-25°C). A los 12 días, aproximadamente, presentó cristalización y liberación de gases, lo que produjo un aumento en el volumen de la solución causando la salida del producto del recipiente.

Prueba de exposición al oxígeno sin preservativo: El adhesivo sin preservativo fue almacenado en frascos de vidrio a la temperatura del laboratorio (22-25 °C), pero no fue empacado herméticamente. Su durabilidad fue 3 días porque presentó descomposición microbiológica.

El adhesivo 2 no contuvo preservativos y su duración almacenado en presencia del oxígeno a la temperatura del laboratorio (22-25 °C) fue 2 semanas, presentando crecimiento microbiano.

Sí el adhesivo es empacado herméticamente y almacenado en condiciones normales su duración puede ser un mes aproximadamente, perdiendo capacidad de pegue y viscosidad después de este tiempo.

Se realizaron unas pruebas de aplicación de los adhesivos para sellar cajas de cartón. Se establecieron contactos con algunas empresas, que evaluaron los adhesivos (PEGATEX, Véase Anexo 5). Se escogieron 6 adhesivos obtenidos de diferente harina elaborados con la formulación enzimática. Según el estudio, los adhesivos presentaron buenas características de pegue y tack, muy importantes para su desempeño. Se determinó la aplicabilidad, concluyendo PEGATEX Ltda. que los adhesivos tienen buenas características para elaborar bolsas de papel y en algunos casos para sellar cajas de cartón.

Como conclusión general en esta parte del estudio, se encontró que la harina refinada (diámetro < 100 µm) de las 3 variedades de yuca es una materia prima apta en la fabricación de adhesivos (método químico y enzimático) para sellar cajas de cartón, obteniendo adhesivos con características dentro de los requerimientos de la muestra patrón.

Con la fórmula enzimática se logran tiempos cortos de pegue, ya que permite el uso de un alto contenido de sólidos que genera ciertas ventajas, por lo que se determina que su aplicación es para cajas con capacidad de carga pesada (10 –20 kg). Por otra parte, la fórmula química, al tener bajo contenido de sólidos, debe permitírsele un tiempo de pegue más largo (1 hora), que la hace adecuada para cajas con capacidad de carga liviana (7 kg) y que no requieran un envío inmediato.

En el Cuadro 8.1.10 se resumen las características principales de las dos formulaciones (enzimática y química) y se comparan con el adhesivo patrón (adhesivo 002 fabricado por Almidones Nacionales).

Cuadro 8.1.10. Comparación de las características de los adhesivos fabricados en el proyecto vs. el adhesivo patrón (adhesivo 002, Almidones Nacionales).

Variable	Adhesivo Enzimático	Adhesivo Químico	Adhesivo Patrón
Contenido de sólidos (%)	25%	10%	23%
Viscosidad (cps)	8000 – 12000	10000 – 18000	6000 – 12000
pH	7 - 9	10	8 – 9
Pegue (% del área rasgada)	Bueno (100s)	Bueno (3600 s)	Bueno (100 s)
Tack (adhesividad)	Excelente	Bueno	Excelente
Estabilidad (días)	30 días	15 días	30 días

En el Cuadro 8.1.11. se consignan los costos de los materiales y los aditivos usados en las formulaciones 1 y 2.

Cuadro 8.1.11. Cantidades y costos de los aditivos y materiales utilizados en las formulaciones 1 y 2 (mayo de 2002).

Aditivo	Cantidad	\$/Col/lit adhesivo 1	Cantidad	Col/lit adhesivo 2
Harina de yuca refinada	(250g)	112.5	(150g)	67.5
Agua	(750g)	0.75	(850g)	0.85
Enzima	(0.0225g)	4.6		
Cloruro de Calcio	(0.318g)	24.19		
Ácido sulfúrico (98%)	(1ml)	3.6		
Talco	(10g)	6.1		
Monosul ó antiespumante	(1.6 g)	7.7	(1.6 ml)	7.8
Hidróxido de sodio	(3ml)	4.4	(2.5ml)	2.5
Formol	(4ml)	4.13		
Total \$Col/l		168		78.6

Fórmula 1: adhesivo con 25% de harina de yuca utilizando la opción enzimática.

Fórmula 2: adhesivo con 15% de harina de yuca utilizando la opción química.

En el Cuadro 8.1.12. se registran los precios de venta de varios adhesivos que se encuentran en el comercio y que son utilizados en la industria para sellar las cajas de cartón, comparados con los adhesivos fabricados con harina refinada de yuca.

Cuadro 8.1.12. Comparación de los precios de venta de diferentes adhesivos utilizados para sellar cajas de cartón (mayo del 2002)

Adhesivo	Precio de Venta (\$Col/k)
Fórmula enzimática (CLAYUCA)	400
Fórmula química (CLAYUCA)	130
PVA (Acetato de polivinilo)	2000
Hot-melt	9000
Pegol 015 (Industrias del Maíz):	620

El precio de venta estimado en esta fase de los adhesivos del proyecto muestra como ventajosa la incorporación de harina de yuca en la formulación. (Véase Cuadro 8.1.12.)

FASE II
Nivel Piloto con Empleo de un Reactor

Actividades

a) Selección de las variedades de yuca y caracterización de las harinas

Se escogieron de nuevo las variedades HMC-1 y CM 6740-7, porque presentaron buenas características en el ensayo de laboratorio. Se reemplazó la variedad MPer 183 por la variedad Catumare (CM 523-7), porque es una variedad altamente difundida en el Valle y en el resto del país y tiene un alto contenido de materia seca y es también una variedad apropiada para procesos industriales.

En el Cuadro 8.1.13. se ilustran los resultados de los análisis proximales de las variedades escogidas.

Cuadro 8.1.13. Análisis proximales de las harinas refinadas de las variedades de yuca escogidas provenientes de la planta piloto CLAYUCA-PROTON y de trozos secados naturalmente

Variedad	Cenizas	Proteína	E.ET.	FC
<i>Planta piloto</i>				
Hmc-1	1.9	2.6	1	1.8
Reina	2.4	2.9	0.9	2.6
Catumare	2.2	2.9	x	3.3
<i>Trozos</i>				
Hmc-1	1.9	2.6	1	1.8
Reina	2.1	2.4	0.8	1.8
Catumare	1.9	3.4	x	4.6

La harina refinada fue extraída por medio de una premolienda y una serie de tamizados hasta conseguir partículas menores de 100 μm .¹⁹

b) Elaboración y ajuste de la formulación de los adhesivos a nivel de planta piloto

De acuerdo con los resultados promisorios de la fase I, se construyó un reactor que permitiera la adición de más sólidos en el adhesivo. Desde el mes junio hasta el mes de julio de 2002, se llevó a cabo la elaboración de adhesivos en el reactor utilizando sólo la fórmula enzimática.

Con el fin de adecuar la fórmula para trabajar con el reactor se hicieron una serie de ajustes en los diferentes aditivos, en los tiempos de acción de la enzima, cantidad de enzima, la cantidad de materia prima y la temperatura. Se realizaron una serie de ensayos,

¹⁹ Línea de proceso establecida en el proyecto "Evaluación de varios procesos de extracción de almidón dulce de yuca a partir de harina por vía seca".

aproximadamente 19, con los que se encontró una formulación adecuada para fabricar adhesivo en el reactor (véase Anexo 6).

En los primeros ensayos la función del ácido HCL no fue la mejor, por esto se decidió cambiarlo por uno más fuerte y más económico como es el ácido sulfúrico, que se utilizó en los ensayos 13-21 de junio. Con este cambio, además de reducir los costos, se encontró que no era necesario llevar la solución a una temperatura final de 90°C para asegurar la inactivación de la enzima. Con estos dos puntos a favor se redujeron los costos de preparación del adhesivo notablemente. El ácido sulfúrico al poseer alta concentración se puede utilizar en bajas dosis y además el precio es bajo (\$ 3621 por litro).

En los ensayos del 26 al 28 de junio, se evaluaron diferentes tiempos de acción de la enzima, diferentes temperaturas y diferentes dosis de ácido, base y formol para continuar en la adecuación de la fórmula.

Se concluyó que para 1 litro de adhesivo es necesario utilizar un ml de H₂SO₄, tres ml de NaOH y cinco ml formol. La temperatura para la aplicación de la enzima puede oscilar entre 70 y 80 °C y el tiempo de acción de la enzima dependerá de la viscosidad final deseada.

c). Ensayo de corroboración a nivel piloto de los resultados de la fase de laboratorio

En el mes de septiembre del 2002 se montó un ensayo donde se elaboraron 36 adhesivos con muestras de harina refinada con partículas menores a 100 micras. El objetivo de este ensayo consistió en corroborar los resultados anteriores obtenidos con las pruebas de adhesivo a nivel de laboratorio, realizando un diseño factorial con arreglo completamente al azar combinado a través de las semanas, mientras duró la evaluación de la vida útil.

Los tratamientos fueron:

Variedades: HMC-1, CM 6740-7 y la CM 523-7.

Tipo de extracción: Harina de planta piloto y harina de trozos secados al sol.

Tiempo: primera, segunda, tercera y cuarta semana.

Las variables de respuesta que se tuvieron en cuenta para cada adhesivo fueron: % de área rasgada o pegue y pH.

El ensayo se efectuó con el fin de encontrar la respuesta de las variedades y el tipo de extracción de la harina con relación a la calidad del adhesivo (capacidad de pegue).

En el análisis de varianza no se encontró efecto del tipo de materia prima empleada (planta piloto y trozos) en la calidad del adhesivo (pegue). En la Figura 8.1.6. aparecen los valores promedios de área rasgada para los dos materiales durante el tiempo. El pegue de los adhesivos que fueron elaborados con el material proveniente de la planta piloto

presentó una disminución con el tiempo, mientras que en los adhesivos elaborados con la harina de trozos aumentó ligeramente con el paso de las semanas.

Con relación al pH hubo diferencias significativas entre los materiales, pero el pH no afecta la calidad del adhesivo y éste se puede manejar controlando la dosificación final del ácido sulfúrico (véase Figura 8.1.7.)

Se encontró efecto de las variedades sobre la calidad (pegue) del adhesivo, aunque esto no debe ser tan categórico porque parece que el proceso de extracción del material afectó la calidad de la misma harina. No todas las variedades responden de igual forma a los procesos de secado artificial con temperaturas altas. El comportamiento del almidón frente a temperaturas superiores a 80°C difiere entre variedades (Figura 8.1.8.)

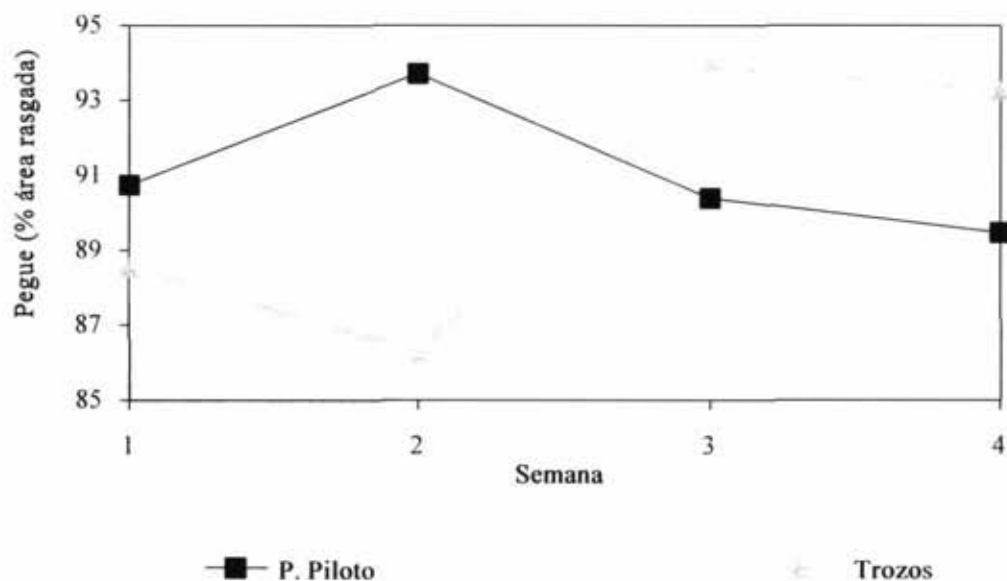


Figura 8.1.6. Efecto del tipo de material (trozos o planta piloto) durante el tiempo sobre la calidad (pegue) del adhesivo.

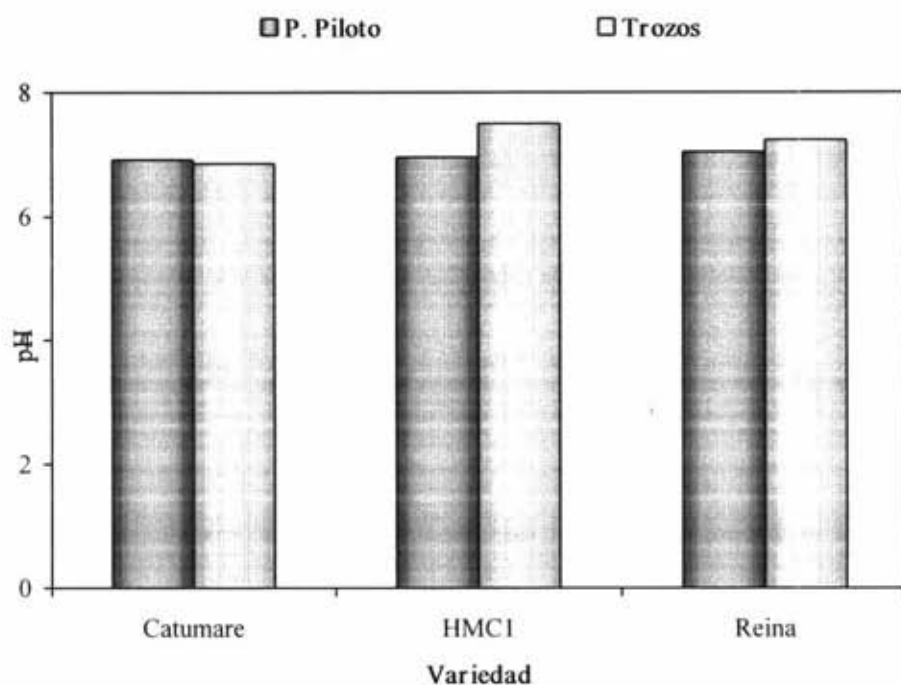


Figura 8.1.7. Efecto de las variedades y el tipo de material sobre el pH del adhesivo.

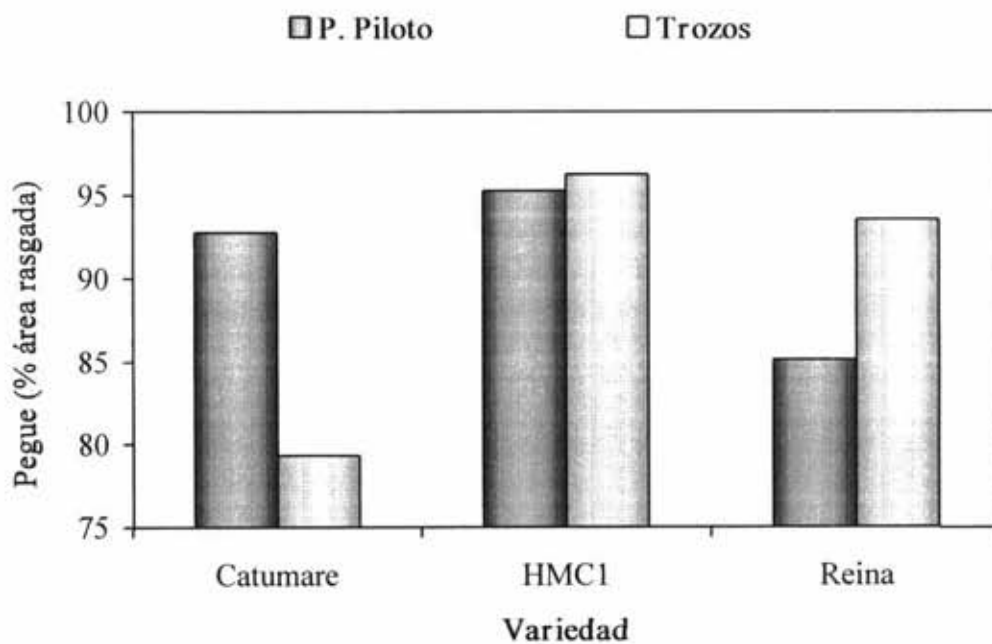


Figura 8.1.8. Efecto de la variedad y el tipo de extracción en el pegue del adhesivo.

A pesar de que se encontró diferencia entre las variedades, con todas ellas se logró hacer adhesivo con características de pegue mayor al 80%. Según normas manejadas en el sector de adhesivos, un buen adhesivo es aquel que presenta un pegue mayor de 50% en 100 segundos. Con todo lo anterior se llegó a la conclusión que se puede elaborar adhesivos con una mezcla de variedades y manejar cualquier tipo de material (trozos secados al sol y trozos provenientes de un secado artificial - planta piloto)

En el Cuadro 8.1.14. se registran los costos por aditivos y materiales de 4 formulaciones de adhesivos: Las dos primeras (opción enzimática) están basadas en harina de yuca (25 y 30 %) y las dos últimas están basadas en almidón dulce. Como se puede observar el precio es mayor en el caso de los adhesivos elaborados con almidón dulce de yuca que en el caso de adhesivos con harina de yuca.

Cuadro 8.1.14. Comparación de los costos por aditivos y materiales de adhesivos elaborados con base en harina refinada y almidón dulce de yuca.

Aditivos y materiales	\$Col/ lit adhesivo 1	\$Col/ lit adhesivo 2	\$Col/ lit adhesivo 3	\$Col/ lit adhesivo 4
Harina de yuca refinada	(250gr) 113	(300gr) 135	(250gr) 400	(300gr) 480
Agua	(750gr) 0.75	(700gr) 0.7	(750gr) 0.75	(700gr) 0.7
Enzima	(0.0225gr) 4.6	(0.0337gr) 6.9	(0.0225gr) 4.6	(0.067gr) 13.8
Cloruro de Calcio	(0.318gr) 24.19	(0.477gr) 36.3	(0.318gr) 24.19	(0.90gr) 72
Ácido sulfúrico (98%)	(1ml) 3.6	(1 ml) 3.6	(1ml) 3.6	(0.5ml) 1.8
Talco	(10gr) 6.1	(5gr) 3.04	(10gr) 6.1	(5gr) 3
Monosul	(1.6gr) 7.7	(1.6gr) 7.7	(1.6gr) 7.7	(1.6gr) 7.7
Hidróxido de sodio	(3ml) 4.4	(3.5ml) 5.131	(3ml) 4.4	(1.5ml) 2.2
Formol	(10ml) 11.6	(10ml) 11.6	(10ml) 11.6	(10ml) 11.6
Total \$Col por litro	176	210	467	610

Adhesivo 1: 25% de harina (a nivel de laboratorio)

Adhesivo 2: 30% de harina (reactor)

Adhesivo 3: 25% de almidón (a nivel de laboratorio)

Adhesivo 4: 30% de almidón (reactor)

FASE III

Ultimas modificaciones en el manejo de las fórmulas de los adhesivos

Actividades

a) Fabricación del adhesivo con mediana viscosidad.

Los tres adhesivos se fabricaron utilizando una mayor proporción de la enzima, sin alterar al final la temperatura óptima de acción de la misma enzima. Las evaluaciones se realizaron en un tiempo de 4 semanas en el mes de noviembre de 2002. Como se puede observar en el Cuadro 8.1.15. la viscosidad aumentaba entre 2000 y 8000 cp entre semana y semana.

Cuadro 8.1.15. Datos promedios de las características de los adhesivos con mediana viscosidad para elaborar bolsas de papel y pegar etiquetas en envases.

Características		Sólidos (Bx)	Viscosidad (cp)	pH	Pegue (%)
Adhe 1	Seman 1	24	3850	7.5	90
	Seman 2	24	8850	7.5	90
	Seman 3	24.5	12950	7.5	95
	Seman 4	24.5	20250	7.5	95
Adhe 2	Seman 1	26	11200	7	90
	Seman 2	26	13350	7	90
	Seman 3	28	19500	7	95
	Seman 4	27.5	22500	7	95
Adhe 3	Seman 1	26	22200	7.5	95
	Seman 2	26	26150	7.5	95
	Seman 3	27	31400	7.5	95
	Seman 4	27	37900	7.5	100

El cambio de la viscosidad se controla adicionando un plastificante como la úrea. La úrea aumenta la resistencia al agua, evita la sinéresis y funciona como agente estabilizador al prevenir la solidificación/separación (setback) del adhesivo. La úrea también retrasa la evaporación inicial del agua del adhesivo. (Cassava in food, feed, and industry por C. Balagopalan et al (1988, CRC Press).

En cuanto al pegue, no se encontraron grandes cambios y todas las muestras se ubicaron dentro de un buen rango de pegue, sin importar las otras variables.

b) Ensayo para disminuir la viscosidad con adición posterior de agua

Cuando la viscosidad alta de un adhesivo dificulta su manejo es posible agregar agua para conseguir un valor cómodo deseado sin alterar la calidad del mismo adhesivo.

Se realizó una prueba para bajar la viscosidad del adhesivo adicionándole agua y sometiéndolo a una agitación fuerte y cortante con una licuadora. El ensayo consistió en elaborar un adhesivo con una viscosidad entre 25000-35000 cps y a la semana siguiente, a 80 ml de adhesivo, se le adicionaron 20 ml de agua y se sometieron a un licuado de 3 minutos. En el Cuadro 8.1.16. se muestra el comportamiento del adhesivo durante 4 semanas.

Cuadro 8.1.16. Características durante el tiempo de un adhesivo resultante de la adición posterior de agua.

Características		Sólidos (Bx)	Viscosidad (cp)	pH	Pegue (%)
Adhe I	Seman 1	28.5	31400	7	100
	Seman 2	25	14100	6.5	95
	Seman 3	25	12150	6.5	95
	Seman 4	25	10750	6.5	95

La apariencia del adhesivo fue mucho más homogénea; su viscosidad inicial se redujo a la mitad en la segunda semana, pero en el resto del tiempo se tuvo una relativa estabilidad que no afectó la calidad del adhesivo (pegue, pH, etc.).

FASE IV

Reajuste de la fórmula manejando diferentes tiempos de acción de la enzima y diferentes temperaturas

Actividades

a) Cambios en los tiempos de la agitación y elevación final de la temperatura

Se realizaron una serie de ensayos adicionales para realizar un último ajuste en la formulación para el adhesivo utilizado para sellar cajas. Se manejó un nuevo tiempo de acción de la enzima (30 minutos), dos tiempos de agitación (24 y 6 horas), elevación de la temperatura hasta de 100 °C y la aplicación de un nuevo ingrediente (úrea).

Al final de las pruebas se obtuvo un pegante con una viscosidad más estable y un buen pegue, adecuado para sellar las cajas de cartón. La formulación más conveniente fue la siguiente:

Harina de yuca (trozos secados al sol y una mezcla de variedades): 30%

Agua:	70%
Cloruro de Calcio:	0.15%
Enzima (HT 2000):	0.0113%
Ácido sulfúrico (98%):	0.33%
NaOH (48%):	1%
Talco:	1.6%
Monosul:	0.3%
Úrea:	0.3%
Formol:	3.3%

Se aclara nuevamente que los porcentajes de los aditivos están en función de la cantidad de harina que se utilice en la formulación.

Se debe manejar un tiempo de acción de la enzima de 30 minutos a una temperatura entre 70-80°C. La acción de la enzima se desactiva con el ácido sulfúrico y elevando la temperatura del adhesivo al final entre 90-100°C durante 10 minutos. Con esta elevación final de la temperatura se rompen los gránulos del almidón y se evita que la viscosidad siga creciendo después en el almacenamiento.

Se recomienda agregar el formol media hora antes de empacar, ya que es muy volátil y se puede perder en la agitación. El adhesivo se agita desde el inicio de la fabricación durante 7 horas exactamente. El adhesivo que se obtiene posee buenas características de pegue, viscosidad entre 4000 – 7000 cps y buena apariencia.

Cuadro 8.1.17. Valores promedios de las características de los adhesivos fabricados con dos tiempos de agitación y con elevación final de la temperatura.

Características	Adhesivo 1				Adhesivo 2			
	Sm 1	Sm 2	Sm 3	Sm 4	Sm 1	Sm 2	Sm 3	Sm 4
Cont. sólidos	30.5	30.5	30.5	30.5	29	28.5	29	29
Viscosidad(cp)	5400	4800	3150	2150	3250	5850	6450	6300
pH	6	6	6	6	7.5	7.5	7.5	7.0
Pegue (%)	90	85	90	85	90	95	85	85

Los adhesivos presentaron buenas características de viscosidad y la estabilidad fue buena. Los cambios de la viscosidad no afectaron el pegue ni la calidad del adhesivo.

b) Protocolo para la fabricación del adhesivo (3 Litros)

Materiales y equipos

- 1.- Harina de Yuca con partículas menores de 100 micras (µm).
- 2.- Reactor dotado con agitador, un sistema de aplicación de calor y un mecanismo de enfriamiento.
- 3.- Cloruro de calcio (en polvo)
- 4.- Á Amilasa Termoestable (referencia HT-2000)
- 5.- Ácido sulfúrico (98%)
- 6.- Talco Industrial
- 7.- Monosul (antiespumante)
- 8.- Hidróxido de sodio (48%)
- 9.- Formol
- 10.- Úrea comercial

Procedimiento

1. Preparar a temperatura ambiente con agitación el volumen de la solución que contenga un 30% de harina de yuca. El agua y la harina conforman el 100% y deben tener un volumen de 3 litros.

2. Agregar a la solución anterior 1.35 g de Cloruro de calcio e iniciar la elevación de la temperatura de la solución en el reactor hasta alcanzar una temperatura entre 70 - 80 °C. Completar hasta aquí 10 minutos de agitación. Agregar 0.1017 g de la enzima y dejarla actuar durante 30 minutos. Tapar muy bien el reactor para evitar pérdidas de calor.
3. Agregar 3ml de ácido sulfúrico (98% de pureza) y subir la temperatura de la solución entre 90 y 100 °C. Sostener la temperatura durante 10 minutos.
4. Al cabo de los 10 minutos anteriores, agregue 14.4 g de talco e iniciar el descenso de la temperatura suprimiendo la fuente del calor del reactor.
5. Después de 10 minutos adicione 2.7 g de Monosul.
6. Enfriar la solución hasta la temperatura ambiente y agregue 9 ml de Hidróxido de sodio al 48%, 2.7 g de úrea y 30 ml de Formol.
7. Finalmente, agitar durante 6 horas a temperatura ambiental.

c) Pruebas con esparcimientos y tiempos de presión para asegurar el pegue

Se realizaron ensayos de pegue en porciones de cartón con un área 200cm² utilizando 3 esparcimientos de adhesivo (g por cm² de superficie) y manejando 3 diferentes presiones para asegurar el pegue de las superficies. El adhesivo tiene una densidad aproximada de 1.1 gramos por cm³.

Tiempo de presión (segundos):	100 s
Esparcimiento (g de adhesivo por cm ²):	0.011, 0.025 y 0.035
Presión(g de peso por cm ²):	37.5, 87.5 y 355

En comparación con los ensayos a nivel de laboratorio, no se consiguió un pegue del 90% con los cartones en el mismo tiempo (100 s).

Tiempo de presión de 120 segundos

Se consiguió una buena fijación de las dos caras de cartón manejando un esparcimiento del adhesivo sobre el cartón de 0.025 con las tres presiones. Manejando los esparcimientos de 0.011 y 0.035 se consiguió una fijación regular del cartón utilizando una presión 355 g por cm².

Tiempo de presión de 420 segundos

Se consiguió una buena fijación de las dos caras de cartón manejando todos los esparcimientos elegidos con una presión de 37.5 g por cm². Manejando los dos esparcimientos mayores se consiguió también un buen pegue del cartón utilizando las dos presiones mayores.

Adhesivos producidos y evaluados a nivel industrial

Actividades

a) Fábrica de aglomerados de madera en Buenaventura(Valle del Cauca)

Además de la aplicación de la harina refinada de yuca para fabricar adhesivos en el sellado de cajas de cartón, se planteó la posibilidad de usarla en el proceso de producción de aglomerados de madera, reemplazando parcialmente la harina de trigo.

Una empresa privada del sector de adhesivos ha realizado algunos ensayos a nivel de laboratorio con muy buenos resultados, sustituyendo el uso de la harina de trigo en un 50% por harina de yuca. El reemplazo no ha sido inicialmente del 100% porque la harina de yuca induce un descenso en la viscosidad final del adhesivo en comparación con la harina de trigo. Hasta el momento la empresa no ha proporcionado más información, pero han comprado 800 kg de harina integral proveniente de la planta piloto para iniciar un ensayo a nivel comercial. Si esto resulta positivo se iniciaría un consumo mayor de 5 ton por mes.

b) UNIBAN

La Secretaría de Agricultura de Medellín está adelantando un proyecto de fomento del cultivo de la yuca con el objetivo de usar la harina de yuca como reemplazo del almidón de maíz en la producción de cartón corrugado. Fundauniban está apoyando el proyecto con dos empresas que podrían utilizarla: Fábrica de cajas de Urabá y Corrugados del Darién.

Por medio del proyecto "Evaluación de varios procesos de extracción de almidón dulce de yuca por vía seca a partir de harina"(MADR-CLAYUCA) se han producido varias veces muestras de harina con granulometrías menores de 53 micras y se han enviado a la Dra. Dorotea Martínez, funcionaria de la Secretaría, para llevar a cabo los análisis de sensibilidad alcalina (Anexo 7).

La sensibilidad del almidón dulce de maíz debe estar entre 45 y 50 ml. Las sensibilidades de las harinas enviadas hasta el momento han estado por encima de 65 ml; en CLAYUCA se realizaron estas pruebas a seis (6) muestras de tres variedades de yuca y los resultados tampoco fueron exitosos, ya que las sensibilidades estuvieron por encima de 57 ml (ver Cuadro 8.1.18). Esto significa que necesariamente la fórmula que se utiliza para el maíz tendría que ser adecuada para la harina de yuca. En estos momentos se está planeando con el Dr. Luis Fernando Baena, Director de Fundauniban, realizar dos pruebas a nivel comercial con 600 kg de harina refinada, cada una en dos empresas de la zona bananera.

Cuadro 8.1.18. Resultados de los análisis de sensibilidad alcalina de las muestras de harina enviadas por CLAYUCA a la Secretaría de Agricultura de Antioquia.

VARIEDADES	Sensibilidad alcalina (ml)	
	Muestra 1	Muestra 2
Reina	66	69
Catumare	67	70
HMC-1	57	75

En el pasado se ha ensayado con adhesivos basados en harina para fabricar las láminas de cartón, con malos resultados. En Cali, una Compañía llamada García y Asociados trabajó con harinas y almidones. Se han hecho adhesivos basados en almidón de yuca con buenos resultados hasta un determinado límite por su inestabilidad. En Brasil y en Venezuela algunas fábricas trabajan con almidón de yuca, según Luis Fernando Lozano representante de Harper/love, en el área Latina.

Para fabricar el adhesivo utilizado en la industria del cartón corrugado es viable utilizar cualquier tipo de almidón, ya sea de maíz, trigo, yuca, arroz, arveja, casabe y sagú. Cada tipo de almidón es diferente, por lo tanto requiere una formulación específica. El adhesivo final debe ser similar, independientemente de la fuente, en lo referente a los parámetros de viscosidad y punto de gelatina, es importante mantener la viscosidad en un rango específico para permitir optimizar el proceso de fabricación, esto se debe a que la viscosidad controla el agarre y la transferencia del adhesivo e influye en la velocidad con la que migra hacia el interior del sustrato. El punto de gelatina es un parámetro para medir la temperatura requerida para activar el proceso de pegado del adhesivo (www.conversion.com. Avances en adhesivos para corrugados de base almidón, Peter Snyder, septiembre 2001)

c) Medios de divulgación

Con el fin de divulgar ampliamente los resultados obtenidos y que puedan ser aplicados en aquellos lugares donde actualmente se desarrollan proyectos agroindustriales con base en la yuca, CLAYUCA se ha valido de varios medios que se describen a continuación:

Folleto divulgativo

En el Anexo 8 se presenta el folleto que ilustra brevemente algunos de los aspectos que se abordaron en esta investigación y se describe el procedimiento que se debe seguir para la fabricación de un adhesivo con base en harina de yuca con partículas menores de 100 micras.

Póster

En el Anexo 9 se puede apreciar el póster que se ha diseñado para mostrar en las exposiciones y cursos donde se quiera tratar el tema de la yuca y sus posibilidades agroindustriales.

Días de campo

Se han realizado varias presentaciones de divulgación a diferentes grupos de productores, procesadores y otros sectores interesados que han visitado las instalaciones de CLAYUCA. La información también se ha suministrado en los diferentes cursos de capacitación que ha dictado CLAYUCA en las diferentes regiones del país en el año 2002. Se llevará a cabo una presentación detallada en el próximo Curso Internacional de Yuca que se realizará en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT.

Informe de la tesis de grado

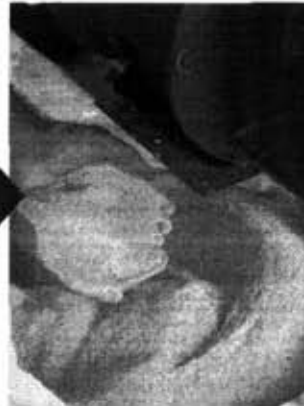
La primera parte del estudio sirvió de tema para realizar la tesis de grado “Estudio de la viabilidad técnica para la obtención de adhesivos a partir de harina refinada extraída en forma artesanal e industrial, evaluando tres variedades de yuca” para optar por el título de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad de San Buenaventura con sede en la ciudad de Cali-Colombia. El informe de la tesis fue publicado en el sitio www.ciat.cgiar.org/biblioteca/index.htm del 4 al 11 de octubre del 2002.

ANEXO 1

Proceso de extracción de harina refinada de yuca a partir de la Planta Piloto artificial CLAYUCA/PROTÓN



Vista general de la Planta Piloto CLAYUCA/PROTÓN.



Producto final, harina integral.

Luego la harina integral se sometió a una doble molienda, seguida de un tamizado para obtener harina refinada con partículas de diámetro menor de 100 μm .



Primera molienda
(molino de 3HP)



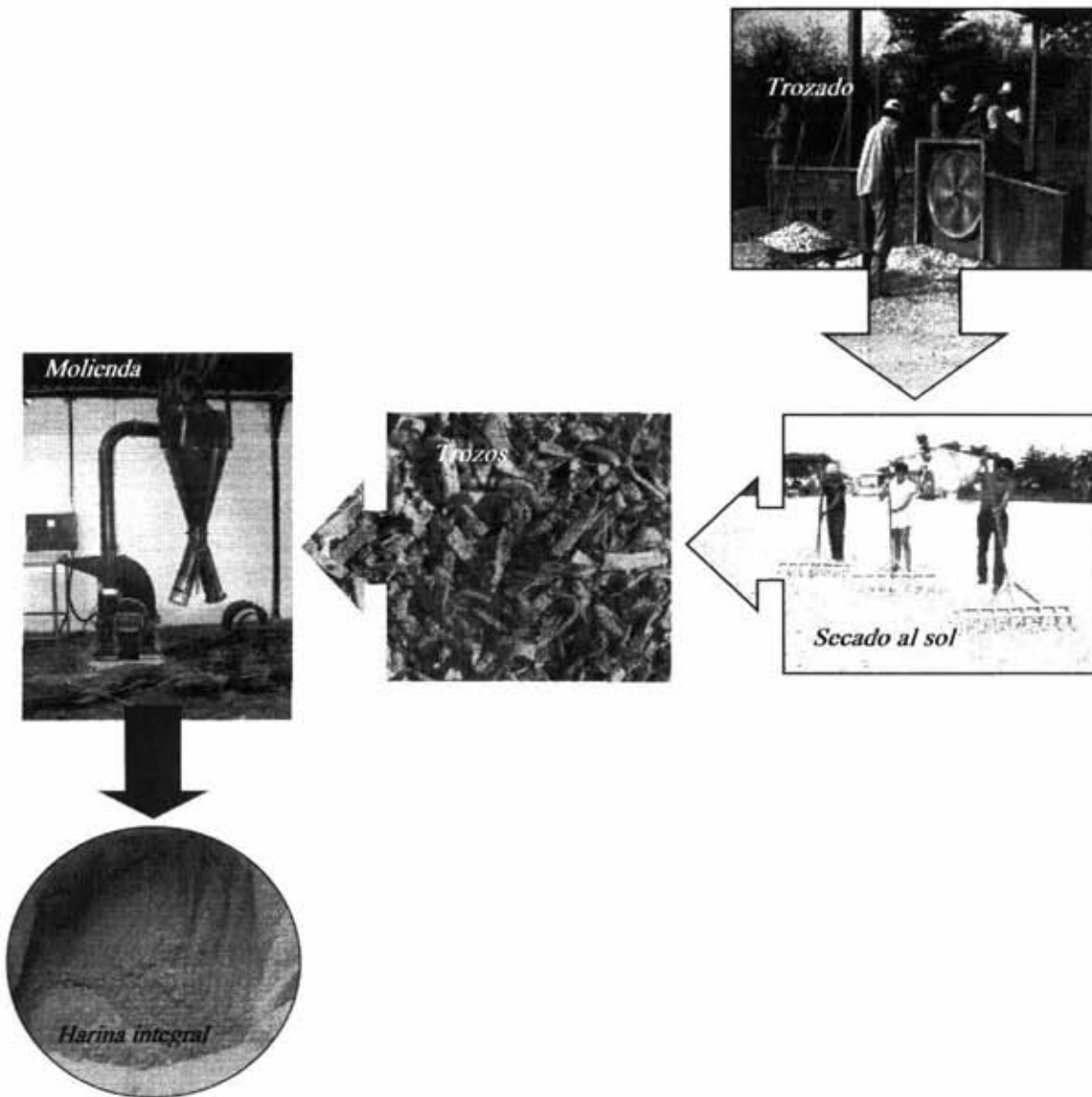
Segunda molienda
(Molino aspas laboratorio)



Tamizado (Ro-tap)

ANEXO 2

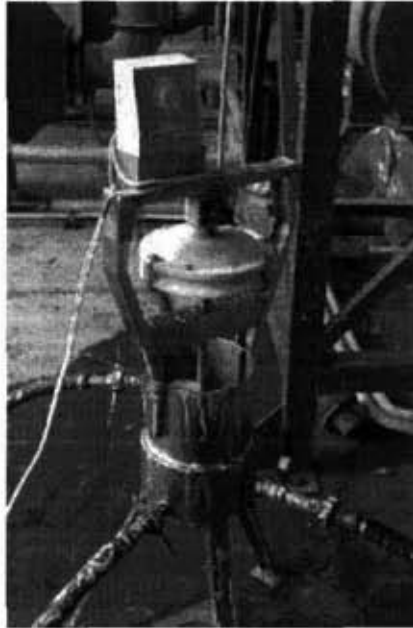
Proceso de extracción de harina refinada de yuca a partir de Trozos Secos



Luego la harina integral se sometió al mismo proceso de doble molienda y tamizado que se describe en el Anexo 1.

ANEXO 3

Reactor experimental
para elaborar 3 litros
de adhesivo por
tanda.



A. Demostración del proceso de fabricación del adhesivo a funcionarios de la Secretaría de Agricultura de Antioquia y Norte de Santander, agosto de 2002. B. Durante la visita de los embajadores de Canadá, Suiza, Japón y Bélgica en noviembre de 2002.

ANEXO 4

Valores promedios de las características de los adhesivos evaluados a nivel de laboratorio

Fórmula enzimática.

Tipo extracción	Variedad	Viscosidad cps	pH	Pegue %	Contenido Sólidos %
Planta piloto	CM6740-7	8133	7.8	56	25
Planta piloto	HMC1	7766	7.6	53	26
Planta piloto	MPER 183	9816	7.8	53	26
trozos	CM6740-7	8200	8.6	56	25
trozos	HMC1	9566	7.6	63	26
trozos	MPER 183	8750	8.1	60	26

Fórmula química.

Tipo extracción	Variedad	Viscosidad cps	pH	Pegue %	Contenido Sólidos %
Planta piloto	CM6740-7	11516	10	83	12
Planta piloto	HMC1	14600	10	76	12
Planta piloto	MPER 183	13666	10	76	12
trozos	CM6740-7	10750	10	73	12
trozos	HMC1	16483	10	86	12
trozos	MPER 183	13616	10	76	12

ANEXO 5

Análisis de la empresa Pegatex a las muestras de adhesivos enviadas por CLAYUCA

A continuación se pueden observar los resultados de los análisis realizados por PEGATEX a 6 muestras de adhesivos obtenidos con la formulación enzimática.

Muestra	Viscosidad Spin 6 rpm 10	Concentración refractómetro (% sólidos)	pH	Color	Película	Tack
MPER 183 P	14.000	26	7.0	Marrón oscuro	Grumosa mate	Baja
MPER 183 T	24.000	25	7.5	Marrón claro	Grumosa mate	Baja
CM 6740-7 P	13.000	26	6.5	Marrón claro	Grumosa mate	Baja
HMC -I T	16.000	26	7.0	Café	Grumosa mate	Baja
HMC -I P	10.000	25	6.5	Marrón oscuro	Grumosa mate	Baja
CM 6740-7 T	12.000	25	7.5	Café claro	Grumosa mate	Baja

P: planta piloto y T: trozos secados al sol.

De acuerdo con lo anterior se puede decir lo siguiente:

- Todas las muestras presentan viscosidades similares. En general, la estabilidad aparente de las dextrinas es buena.
- El pH se encuentra en un rango entre 6.5 y 7.5, que nos indica que no se utilizaron materias primas como hidróxido de sodio o potasa cáustica en la neutralización de la dextrina, generando probablemente una baja pegajosidad en húmedo.
- La concentración tomada con el refractómetro se encuentra alrededor de 26.
- Las muestras 1 y 6 presentan una coloración bastante oscura, que podría ser un inconveniente para el pegado de sustratos (papel, cartón) de color claro. El color adecuado para este tipo de productos es el que corresponde a la muestra N° 5.
- Las pruebas de pegado entre papel – papel, papel craft – papel craft, papel craft – cartón y sobre vidrio, arrojaron buenos resultados, presentando muy buena adhesión.

Un adhesivo con estas características, puede tener aplicación para la fabricación de bolsas de papel craft y para cerrado de cajas de cartón.

Realizado en PEGATEX Ltda. por Alexandra Rojas, Asistente ID.

ANEXO 6

Pruebas de adhesivos realizadas en la Fase II (nivel reactor o planta piloto)

Cronograma del mes de junio

Material: harina de yuca de la variedad Catumare.

Enzima: 0.075 % del contenido de sólidos. Este porcentaje representa la cantidad mínima requerida para fabricar el adhesivo con una viscosidad alta.

Día	Sólidos (%)	Enzima (%)	Acción (min.)	Ácido	Cantidad ácido (ml)	T final	Viscosidad	Peguc (%)
12	30	X	20	HCL (0.1N)		90°C		
12	25	X	17	HCL (0.1N)		90°C		
13	25	X	20	HCL (0.1N) y HCL 10%		90°C		
13	25	X	15	HCL (0.1N) y HCL 10%	20ml y 6.5 ml	90°C	2300	
20	25	X	17-20	Ácido sulfúrico	2.5 ml	70-80°C		
20	25	X	17-20	Ácido sulfúrico	2.5 ml	90°C		
21	25	X	10 ½	Ácido sulfúrico	1.5 ml	80°C		
21	25	X	10 ½	Ácido sulfúrico	1.5 ml	90°C		

Día	Contenido sólidos	Cantidad enzima	Tiempo acción	Ácido	Cantidad ácido	T° final	Viscosidad	Peguc
26 jun	30	x	15 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100%
26 jun	30	x	20 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100%
26 jun	30	x	25 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100%
27 jun	30	x	25 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100
27 jun	30	X	35 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100
27 jun	30	2X	15 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	12200	100
28 jun	30	X+1/2	15 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100
28 jun	30	X+1/2	20 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100
28 jun	30	x+1/2	30 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100

En los ensayos del 3 de 4 julio, se decidió utilizar diferentes cantidades de enzima y diferentes tiempos de acción de ésta para encontrar una viscosidad más manejable.

Cronograma de trabajo del mes de julio

Material: harina de yuca de la variedad Catumare.

Enzima: 0.075 % del contenido de sólidos. Este porcentaje representa la cantidad mínima requerida para fabricar el adhesivo con una viscosidad alta.

Día	Material	Cantidad sólidos	Cantidad enzima	Tiempo acción	Ácido	Cantidad ácido	T° final	Viscosidad	Pegue
3 jul	Catum planta	30	3x	10 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100%
3 jul	Catum planta	30	2x	10 min	Ácido sulfúrico	1 ml	70°C	cremosa	100%


Se realizaron adhesivos con un 30% de sólidos, utilizando harina refinada de la variedad Catumare proveniente de trozos secos. Se realizaron 2 ensayos, en el primero se utilizó 3 veces la cantidad de enzima necesaria en la formulación utilizando un tiempo de 10 minutos, con lo cual se obtuvo un buen adhesivo con una viscosidad baja; el segundo adhesivo se realizó utilizando el doble de la enzima necesaria, obteniendo un buen adhesivo con características buenas de viscosidad y pegue.

ANEXO 7

Protocolo para la determinación de la sensibilidad alcalina de almidones y harinas

Código IN0221.2-11 Sensibilidad alcalina

Página 1

	C.I. Uniban S. A.	IN0221.2-11
	FABRICA DE CAJAS Y SELLOS SENSIBILIDAD ALCALINA	Primera edición

1. OBJETO:

Establecer las instrucciones a seguir para realizar las pruebas de sensibilidad alcalina del almidón nativo utilizado en la preparación de gomas para el proceso de corrugación del cartón.

2. ALCANCE:

Este instructivo se utiliza para determinar la sensibilidad alcalina de los almidones nativos utilizados en las gomas del proceso de corrugación.

3. RESPONSABLES:

Coordinador e inspectores de calidad.

4. IMPORTANCIA:

Lograr verificar la sensibilidad a la soda cáustica de los almidones nativos, y de esta forma lograr controlar la viscosidad y el punto de gelatinización de la goma de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba.

5. DEFINICIÓN:

Se expresa en milímetros de almidón nativo sedimentado en una Probeta de 100 ml.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

1 Balón volumétrico de 1000 ml
1 Balón volumétrico de 500 ml
1 Beaker de 250 ml
1 Balanza
1 Espátula.
1 Probeta de 100 ml.
10,16 gr. de Soda Cáustica al 98% de pureza
5,5 gr. de Bórax 5.5 mol.
1 lt de agua desmineralizada

7. PRECISIONES:

Esta prueba se hace solo al almidón nativo utilizado en la preparación de gomas ó adhesivos para el proceso de corrugación.

Balanza calibrada.
Equipos limpios y secos.

8. TAMAÑO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:

Muestras de 47 gr. de diferentes lotes de almidón nativo.

9. NORMA DE REFERENCIA:

10. REPORTE:

Millilitros de almidón sedimentado en una Probeta de 100 mililitros, después de 24 horas en condiciones controladas de Temperatura en °C y %Humedad Relativa

COPIA NO CONTROLADA

Versión 01

11. PROCEDIMIENTO**11.1. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

- 11.1.1. Mida aproximadamente 200 ml de agua en el beaker.
- 11.1.2. Añada 10.16 gramos de soda cáustica
- 11.1.3. Mezcle hasta disolver.
- 11.1.4. Añada 5.5 gramos de Bórax 5 ml.
- 11.1.5. Colocar esta mezcla en el balón volumétrico de 1 Lt completar el volumen del balón volumétrico
- 11.1.6. Mezclar muy bien y guardar en recipiente plástico.

11.2. PROCEDIMIENTO

- 11.2.1. Pesar 47 gramos de almidón nativo.
- 11.2.2. Con la probeta mida 144 ml de la solución y colóquela en un beaker
- 11.2.3. Adicionar a la solución el almidón.
- 11.2.4. Mezclar con la espátula.
- 11.2.5. Adicionar esta solución en el balón volumétrico de 500 ml, agite manualmente 50 veces.
- 11.2.6. Colocar la mezcla en la probeta graduable hasta 100 ml.
- 11.2.7. Dejar reposar la mezcla por 24 horas.
- 11.2.8. Anote la fecha y la hora. No permita que el cilindro vibre o se mueva.

11.3. CORRECCIONES SUGERIDAS

En un bache de 700 galones

- 11.3.1. De 30 a 40 ml. Adicione 6# de soda al bache. Almidón poco sensible.
- 11.3.2. De 40 a 50 ml. Adicione 4 # de soda al bache.
- 11.3.3. De 50 a 60 ml. No adicione soda.
- 11.3.4. De 60 a 70 ml. Quite 4 # de soda al bache. Almidón sensible a la soda.
- 11.3.5. De 70 a 80 ml. Quite 6 # de soda al bache.
- 11.3.6. De 80 a 90 ml. Quite 8# de soda. Puede necesitar añadir hasta 5 galones de agua.
- 11.3.7. De 90 a 100 ml. Quite 8# de soda y añada 5 galones de agua.

ANEXOS:

Formato "Sensibilidad alcalina del almidón nativo"

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA DE EDICION:
Inspectores Calidad	Coordinadora Calidad	Director Fábrica	
D.O.V.G.	M.P.	S.G.B.	08 - 07 - 02.

ANEXO 8

Folleto divulgativo para la elaboración de un adhesivo con base en harina de yuca



ANEXO 9

Póster alusivo a la fabricación de un adhesivo con base en harina de yuca con partículas menores a 100 micras



8.1.3. Proyecto piloto sobre sistemas de producción intensiva de energía y proteína para uso en la alimentación animal basado en el cultivo asociado de yuca (raíces), yuca (follaje) y batata

Meta

Apoyar el desarrollo de los cultivos de yuca y batata en Colombia como alternativas agroindustriales con potencial de contribuir a la generación de empleo, ingresos, seguridad alimentaria y al manejo adecuado del medio ambiente.

Propósito

Generar, ajustar y validar sistemas de producción comercial, en forma asociada, los cultivos de yuca y batata, para maximizar la producción de proteína y energía por unidad de superficie, con destino a la alimentación animal y mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola en varias regiones del país.

Antecedentes

Durante los últimos años, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural–MADR, en asocio con el Centro Internacional de Agricultura Tropical–CIAT y el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca–CLAYUCA, han venido promoviendo la generación y la transferencia de tecnología para elevar la competitividad del cultivo de la yuca en el país. En los dos últimos años, se han logrado avances significativos en la identificación de variedades promisorias, con alto potencial de rendimiento, sembradas en diferentes lugares del país. Se espera que en un par de años, manteniendo el mismo ritmo de expansión que se ha alcanzado hasta el momento, los problemas de falta de disponibilidad de semillas mejoradas de yuca hayan sido minimizados.

Aunque la disponibilidad de variedades mejoradas es un requisito fundamental para estimular a los agricultores para incorporar tecnologías modernas que ayuden a mejorar la competitividad del cultivo de la yuca frente a otras opciones agrícolas, es necesario el desarrollo y la adaptación de sistemas de producción que incorporen estas variedades mejoradas y las complementen con otras prácticas recomendadas para el manejo sostenible de la fertilidad del suelo y el manejo integrado del cultivo.

El crecimiento acelerado de sectores, como el de la avicultura y el de la porcicultura, han abierto para el cultivo de la yuca la posibilidad de entrar en estos mercados como un componente energético y proteínico para la harina de raíces y la harina de forraje, respectivamente. Las tecnologías para la producción de yuca y su posterior procesamiento en forma de harina para uso en la alimentación animal han tenido avances significativos en los últimos años y ya se cuenta en el país con varias alternativas tecnológicas de procesamiento. La producción intensiva de forraje de yuca como fuente de proteína para uso en alimentación animal no ha recibido la misma atención por parte de las entidades que trabajan en desarrollo de tecnología para este cultivo. Se hace

necesario desarrollar sistemas de producción intensiva de la parte aérea de la yuca, que sean eficientes y competitivos y que le ayuden a mejorar al productor los ingresos que genera este cultivo. CLAYUCA ha iniciado trabajos de desarrollo y adaptación de estas tecnologías y ya se tienen datos preliminares sobre su viabilidad técnica y económica, que requieren ser validados a escala comercial.

Por otra parte, existe la posibilidad de complementar los sistemas actuales de producción del cultivo de la yuca con esquemas asociativos en los que se combina la producción de la yuca con la de batata (camote). Estos sistemas asociados permiten maximizar los rendimientos anuales de proteína y energía por unidad de superficie, considerando que la batata y la parte aérea de la yuca pueden ser producidas en condiciones intensivas, con varias cosechas por ciclo agrícola y con excelentes rendimientos anuales. Además, estos sistemas asociados permiten al productor distribuir los ingresos a lo largo del año en comparación con el monocultivo de la yuca, en el que sólo se reciben ingresos al final de la cosecha.

La propuesta de este documento busca iniciar el proceso de desarrollo y adaptación de sistemas asociados de producción de estos cultivos, en las condiciones específicas de varias regiones de Colombia, con el objetivo de maximizar los rendimientos e ingresos de los productores y, al mismo tiempo, contribuir con la búsqueda de sistemas agrícolas más eficientes y sostenibles para la cadena productiva que involucra la producción animal y de materias primas como las raíces y los tubérculos.

Marco tecnológico de referencia

El cultivo de la yuca, basado en variedades con alto potencial de rendimiento, manejo adecuado de la fertilidad del suelo y prácticas culturales apropiadas ofrece la posibilidad de generar rendimientos elevados por unidad de superficie, lo que ayuda a mejorar su competitividad frente a otras opciones agrícolas. Los resultados obtenidos en los últimos años en varias regiones productoras de yuca del país permiten afirmar que una meta de 25 toneladas de raíces por hectárea es un nivel de productividad que se puede obtener fácilmente utilizando sistemas modernos de producción.

La batata es un cultivo de corto período vegetativo que se caracteriza por su capacidad de producir rendimientos aceptables, aún en condiciones de suelos marginales y degradados, con muy pocos insumos. Es uno de los cultivos más eficientes en producción de carbohidratos, proteínas, vitaminas e ingresos, por unidad de superficie y de tiempo. También se destaca por ser uno de los primeros cultivos en términos de producción de materia seca y energía comestible por unidad de tiempo y superficie. Medido en función del contenido nutricional de 100 gramos de alimento cocinado, la batata se ubica en el tercer lugar como productor de energía y en el cuarto lugar como productor de proteína. Las hojas de la batata son también una buena fuente de proteína que presenta valores de hasta 2,8 gramos por 100 gramos de hojas frescas.

Para la yuca, raíces y parte aérea, existen técnicas de procesamiento que son eficientes, simples de manejar y que permiten obtener harinas gruesas de buena calidad para uso en

alimentación animal. Para la batata, en forma similar, se pueden obtener productos procesados en forma de harina y también la parte aérea puede ser procesada en forma de harina gruesa rica en contenido proteico.

Esta propuesta tiene como objetivo evaluar el desempeño agronómico de los dos cultivos producidos en forma asociada, y determinar la factibilidad técnica y económica para implementar sistemas intensivos de producción de proteína y energía para uso en alimentación animal. Se espera que los resultados obtenidos con este trabajo motiven a los avicultores, porcicultores y ganaderos del país, especialmente aquellos que poseen facilidades de producir cultivos, para desarrollar sus propios sistemas de producción buscando reducir al máximo la dependencia de materias primas importadas para la alimentación de sus rebaños. También se espera que el desarrollo de estos sistemas alternativos de producción integrada de raíces y tubérculos ayude a los agricultores colombianos a mejorar sus ingresos y su viabilidad económica.

Estrategia operacional

Este proyecto se plantea como una alianza estratégica entre CLAYUCA, CORPOICA, CIAT, FENAVI/FONAV, ACOPOR, SENA (Buga) y las Secretarías de Agricultura de Antioquia, Huila y Meta, con el apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

CLAYUCA y CIAT iniciaron el proceso de importación desde el Centro Internacional de la Papa, CIP, en Lima, Perú, de una colección de los mejores clones existentes de batata. Esta colección, debidamente indexada, fue recibida por CIAT donde es mantenida y servirá como base para los lotes que serán sembrados en las diferentes regiones de influencia del proyecto.

El proyecto tendrá una base de operaciones agronómicas en un lote de 10 has cedido por CORPOICA, Regional 2, en Palmira. En esta área se realizarán los ajustes iniciales del paquete tecnológico, que servirán como base para el trabajo en otras regiones. Se espera también realizar siembras comerciales en las siguientes regiones:

1. Antioquia/ Urabá (Contraparte: Secretaría de Agricultura de Antioquia)
2. Buga/Valle (Contraparte: Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA)
3. Llanos Orientales (Contraparte: Secretaría de Agricultura del Meta)
4. Huila (Contraparte: Secretaría de Agricultura del Huila)

En cada una de estas regiones, el proyecto ofrecerá la asistencia técnica y la asesoría en todo el ciclo productivo hasta la cosecha y ayudará a obtener las variedades de yuca y batata para ser sembradas.

CLAYUCA brindará asesoría para el procesamiento adecuado de los diferentes productos en las diversas regiones. El proyecto brindará asesoría a través de CLAYUCA y NUTRIBAL en la formulación de dietas para alimentación de aves, cerdos y ganado, basadas en los productos obtenidos en las siembras asociadas.

Se espera desarrollar un ciclo productivo de dos años consecutivos siendo que en el primer ciclo se utilizarán fondos del proyecto y en el segundo año, los ingresos obtenidos con la venta de los productos, se utilizarán para financiar las actividades durante el segundo ciclo.

Se utilizarán recursos del proyecto para financiar la siembra de las 10 hectáreas en el lote cedido por CORPOICA. El Anexo 1 presenta una descripción de los resultados que se esperan obtener.

Productos

1. Sistemas de producción asociada de yuca y batata, validados y ajustados, según las condiciones específicas de producción de varias zonas del país.

El proyecto incluirá trabajos en los departamentos del Valle del Cauca, Huila, Meta y Antioquia. Existe abundante información sobre condiciones de producción para la yuca en estas zonas. La información sobre batata se adaptará con base en las experiencias del CIP en zonas de características similares a las de las áreas de influencia del proyecto.

2. Viabilidad técnica y económica determinada para los sistemas de producción asociada de yuca y batata.

Se tienen muy poca información sobre el comportamiento del cultivo de yuca en asocio con batata. Las interacciones posibles de los dos cultivos en función de distancias de siembra, épocas de cosecha, período vegetativo de cada cultivo, número de ciclos por año y otras características serán observadas y analizadas buscando definir un sistema adecuado de siembra de los dos cultivos. Las comparaciones se harán con lotes sembrados en monocultivo para cada una de ellos. Los datos a ser obtenidos incluirán dos ciclos agrícolas completos. La viabilidad económica se determinará utilizando precios comerciales de los diferentes productos. Los costos de producción serán contabilizados rigurosamente.

3. Análisis técnico y económico de la incorporación de los sistemas de producción intensiva de proteína y energía, a partir de yuca y batata, en programas de producción de pollos, cerdos y ganado de leche.

En los lugares donde sea factible, se buscarán actividades colaborativas con productores de cerdos, pollos y ganado de leche, para determinar la viabilidad de utilización de los productos basados en yuca y batata, en la elaboración de dietas balanceadas. Se realizarán análisis de viabilidad técnica y económica.

4. Actividades de divulgación, capacitación y diseminación de información relevante a grupos de productores, técnicos y otros sectores interesados en el desarrollo de sistemas sostenibles de producción asociada de yuca y batata.

CLAYUCA, en estrecha colaboración con CORPOICA y demás entidades colaboradoras, realizará actividades de divulgación y promoción de los resultados obtenidos en este trabajo. Se plantea la realización de eventos como cursos, días de campo, complementados con la elaboración de materiales divulgativos, para que los grupos de productores, procesadores, y otros sectores interesados reciban la información generada por el proyecto.

Actividades

Producto I: Sistemas de producción asociada de yuca y batata, validados y ajustados, según las condiciones específicas de producción de varias zonas del país.

- Diseño experimental
- Siembra de lotes comerciales
- Mantenimiento de los lotes comerciales
- Cosecha de los lotes comerciales
- Análisis de resultados
- Publicación de resultados

Producto II: Viabilidad técnica y económica determinada para los sistemas de producción asociada de yuca y batata.

- Análisis técnico de los resultados
- Análisis económico de los resultados
- Publicación de resultados

Producto III: Análisis técnico y económico de la incorporación de los sistemas de producción intensiva de proteína y energía, a partir de yuca y batata, en programas de producción de pollos, cerdos y ganadería de leche.

- Identificación de colaboradores
- Formulación de las dietas balanceadas
- Instalación de los trabajos
- Seguimiento a los trabajos
- Análisis de viabilidad técnica y económica
- Publicación de resultados

Producto IV: Actividades de divulgación, capacitación y diseminación de información relevante a grupos de productores, técnicos y otros sectores interesados en el desarrollo de sistemas sostenibles de producción asociada de yuca y batata.

- *Días de campo*
- *Artículos técnicos*

- *Plegables divulgativos*
- *Reuniones técnicas*

Cuadro 8.1.19. Entidades colaboradoras.

Entidad	Tipo de contribución
CORPOICA	<ul style="list-style-type: none"> • Tierra • Asesoría científica • Financiación
NUTRIBAL	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría científica
Secretaría de Agricultura de Antioquia	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo logístico para trabajos en Antioquia
Secretaría de Agricultura del Meta	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo logístico para trabajos en el Meta
Secretaría de Agricultura del Huila	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo logístico para trabajos en el Huila
SENA–Buga	<ul style="list-style-type: none"> • Tierra • Apoyo logístico para trabajos de alimentación animal
CIAT	<ul style="list-style-type: none"> • Semillas de yuca • Semillas de batata • Asesoría científica • Financiación
CLAYUCA	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría Científica • Coordinación • Apoyo logístico • Financiación
FENAVI/FONAV	<ul style="list-style-type: none"> • Financiación • Apoyo logístico

ANEXO 1

Cálculos de Producción de Materias Primas (lote de 10 hectáreas)

1. Cultivos

- Yuca, raíces, cosecha a los 10 meses
- Batata, tubérculo, cosecha cada 5 meses, 2 cosechas anuales
- Yuca, parte aérea, cosecha cada 3 meses, 4 cosechas anuales

2. Fórmula general para pollos de engorde basada en yuca

Para pollos de engorde

Harina de yuca y batata:	34.5%
Harina de follaje de yuca:	5.0%
Soya integral:	30.0%
Torta de soya:	17.5%
Núcleo micros:	4.0%
Maíz:	6.0%
Total	100.0%

Áreas de siembra propuestas

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| • Yuca, raíces | 4.5 hectáreas |
| • Batata, tubérculo | 4.5 hectáreas |
| • Yuca, parte aérea | 1.0 hectáreas |
| Total | 10.0 hectáreas |

Rendimientos esperados

Cultivo	Hectáreas	Rendimiento esperado (ton/ha)	Cosechas por año	Total por año Base húmeda (ton)	% de humedad	Ren/ton/ha/año 12% humedad	Total ton/año 12% humedad
Yuca (raíz)	4,5	25	1	112.5	65	9.9	44,7
Batata (tubérculo)	4,5	20	2	180	75	11.4	51,1
Yuca (follaje)	1,0	20	4	80	85	13.6	13,6
Total							109,5

- 10 hectáreas producen 95,9 toneladas de harinas gruesas de yuca y batata, 13,6 toneladas de follaje de yuca, para un total de 109,5 ton.
- Con esta producción, se pueden fabricar 64 toneladas de alimento para pollos según la fórmula anterior (34,5% de inclusión de harinas de yuca y batata) y sobra un excedente de 73,8 toneladas.

- 64 toneladas de alimentos se pueden convertir en 32 toneladas de carne de pollo (equivalente a 16,000 pollos de 2 kg).

Relación producción animal (pollos)/producción de cultivos.

Materia prima	Total ton/año 12% humedad	% en la dieta	Pollos	
			Volumen de materia prima necesario para 64 ton de alimento	Excedente/d éficit ton
Yuca (Raíz)	44,7	34,5	22,1	+73,8
Batata (tubérculo)	51,1			
Yuca (follaje)	13,6	5	3,2	+10,4
Soya integral	0	30	19,2	-19,2
Torta de soya	0	17,5	11,2	-11,2
Maíz	0	6	3,8	-3,8
Aceite vegetal	0	3	1,9	-1,9
Núcleo micros	0	4	2,6	-2,6

Los requerimientos adicionales de materias primas serían:

<i>Producto</i>	<i>Toneladas</i>
Harinas gruesas de yuca y batata:	0
Harina de follaje de yuca:	0
Soya integral:	19,2
Maíz:	3,8
Torta de Soya:	11,2
Aceite Vegetal:	1,9
Núcleo micros:	2,6

Los excedentes de materias primas serían:

<i>Producto</i>	<i>Toneladas</i>
Harinas gruesas de yuca y batata:	73,8
Harina de follaje de yuca:	10,4

3. Fórmula general para cerdos de ceba basada en yuca/batata

Para cerdos de ceba

Harina de yuca y batata:	48%
Harina de follaje de yuca:	8%
Soya integral:	14%
Torta de soya:	12%
Núcleo micros:	5%
Maíz:	5%
Aceite vegetal:	3%

Melaza: 5%
 Total: 100%

Áreas de siembra propuestas

• Yuca, raíces: 4,5 hectáreas
 • Batata, tubérculo: 4,5 hectáreas
 • Yuca, parte aérea: 1,0 hectárea
 Total 10,0 hectáreas

Rendimientos esperados

Cultivo	Hectárea	Rendimiento esperado (ton/ha)	Cosecha por año	Total por año cosecha húmeda (ton)	% de humedad	Rend/ton/ha/año 12% humedad	Total ton/año 12% humedad
Yuca (raíz)	4,5	25	1	112,5	65	9,9	44,7
Batata (tubérculo)	4,5	20	2	180	75	11,4	51,1
Yuca (follaje)	1,0	20	4	80	85	13,6	13,6
TOTAL							109,5

- 10,0 hectáreas producen 95,9 toneladas de harinas gruesas de yuca y batata, 13,6 toneladas de follaje de yuca, para un total de 109,5 ton.
- Con esta producción, se pueden fabricar 109,4 toneladas de alimento para cerdos según la fórmula anterior (48, % de inclusión de harinas de yuca y batata) y sobra un excedente de 43,3 toneladas.
- 109,4 toneladas de alimentos se pueden convertir en 51,3 toneladas de carne de cerdo por año (44,78 ton producidas + 6,5 toneladas de lechones) equivalente a 570 cerdos de 90 kg cada uno.
- 3 lotes de 190 cerdos cada lote, períodos de 4 meses (3% mortalidad) = 553 cerdos/año.

Relación producción animal (cerdos) / producción de cultivos

Materia prima	Total ton/año 12% humedad	% en la dieta	Cerdos	
			Volumen de materia prima necesario para 109,4 ton de alimento	Excedente/déficit ton
Yuca(Raíz)	44,7	48	52,5	+43,35
Batata (tubérculo)	51,1			
Yuca (follaje)	13,6	8	8,8	+4,88
Soya integral	0	14	15,3	-15,3
Torta de soya	0	12	13,1	-13,1
Maíz	0	5	5,5	-5,5
Núcleo micros	0	5	5,5	-5,5
Aceite vegetal	0	3,0	3,3	-3,3
Melaza	0	5	5,5	-5,5

Los requerimientos adicionales de materias primas serian:

<i>Producto</i>	<i>Toneladas</i>
Harinas gruesas de yuca y batata:	0,0
Harina de follaje de yuca:	0,0
Soya integral:	15,3
Maíz:	5,5
Torta de soya:	13,13
Núcleo micros:	5,5
Aceite vegetal:	3,3
Melaza:	5,5

Los excedentes de materias primas serian:

<i>Producto</i>	<i>Toneladas</i>
Harinas gruesas de yuca y batata:	43,3
Harina de follaje de yuca:	4,9

4. Fórmula general para ganado de leche basada en yuca/batata

Para ganado de leche

Ensilaje de yuca y batata:	25,4 %
Ensilaje de follaje de yuca:	65,7 %
Soya integral:	3,9 %
Núcleo micros:	3,0 %
Melaza:	2,0 %
Total:	100,0%

Áreas de siembra propuestas

• Yuca, raíces:	3,0 hectáreas
• Batata, tubérculo:	3,0 hectáreas
• Yuca, parte aérea:	4,0 hectáreas
Total :	10,0 hectáreas

Rendimientos esperados

Cultivo	Hectáreas	Rendimiento esperado (ton/ha)	Cosechas por año	Total por año Base húmeda (ton)	% de humedad	Rend/ton/ha/año 12% humedad	Total Ton/año 12% humedad
Yuca* (raíz)	3,0	30	1	75	65	11,9	35,8
Batata* (tubérculo)	3,0	25	2	125	75	35,5	42,6
Yuca (follaje)	4	30	4	600	60	54,5	218,2
Total							296,6

*ensilaje incluyendo tallo y hojas.

- 10 hectáreas producen 78,4 toneladas de ensilaje de yuca y batata, 218,2 toneladas de ensilaje de follaje de yuca, para un total de 296,6 ton.
- Esta producción de harina puede generar 296,6 toneladas de alimento para ganado lechero, según la fórmula anterior.
- 296,6 toneladas de alimento se pueden convertir en 243.000 litros de leche por año (60 vacas en producción x 15 lt x 270 días de lactancia + 8 vacas secas) para un total de 68 vacas.

Relación producción animal (ganado de leche)/producción de cultivos.

Materia Prima	Total ton/año 12% humedad	% en la dieta	Ganado lechero	
			Volumen de materia prima necesario para 338,1 ton	Excedente/déficit ton
Yuca raíz	35,8	25,4	75,3	+3,1
Batata (tubérculo)	42,6			
Yuca (follaje)	218,2	65,7	194,9	+23,3
Soya integral	0	3,9	11,6	-11,6
Melaza	0	2	5,9	-5,9
Núcleo micros	0	3	8,9	-8,9

Los requerimientos adicionales de materias primas serían:

<i>Producto</i>	<i>Toneladas</i>
Ensilaje de yuca y batata:	0,0
Ensilaje de follaje de yuca:	0,0
Soya integral:	5,9
Núcleo micros:	8,9

Los excedentes de materias primas serían:

<i>Producto</i>	<i>Toneladas</i>
Ensilaje de yuca y batata:	3,1
Ensilaje de follaje de yuca:	23,3

*Informe de avance
Noviembre de 2002*

Jimena A. Hernández Bedoya^{}
Luis Fernando Cadavid López^{**}
Jorge Luis Gil Llanos^{***}*

Se realizó la evaluación del rendimiento productivo y caracterización de 18 clones de batata (*Ipomoea batatas*. Lam), procedentes del Centro Internacional de la Papa – CIP, Perú comparado con una variedad comercial (CHELA).

El material fue sembrado entre el 15 – 17 de mayo de 2002 en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, localizado en el km 17 vía Cali – Palmira. Latitud 3 (30 minutos Norte, Longitud 76(19 minutos Oeste, Altitud 965 m, con una temperatura promedio de 23.7 (C y una precipitación anual de 920 mm.²⁰

Se realizaron dos cosechas (la cosecha inicial a dos meses y la segunda a los tres meses de edad del cultivo), interrumpiendo el ciclo productivo de la batata, que se estima entre 3–4 meses. Esto se hizo para referenciar la producción intermedia de follaje y raíz, y así mismo, proporcionar datos que conlleven a la selección del material por precocidad y adaptabilidad al medio.

Primera cosecha. Follaje

Se realizó la cosecha de la parte aérea de los 18 clones a los dos meses de edad (julio 23-24 de 2002), para evaluar el rendimiento de follaje verde en t/ha. Este corte se hizo en forma manual (a unos 4-6 cm de altura y dejando 2 ó 3 yemas para permitir el rebrote).

Para la recolección de datos se llevaron registros de pesaje para cada uno de los 18 clones. En la Figura 8.1.9 se ilustra el momento de la toma de muestras y su correspondiente pesaje.

^{*} Estudiante de pasantía. Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira

^{**} Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Suelos, Sistemas de producción de yuca, CLAYUCA. E-mail: l.cadavid@cgiar.org

^{***} Zootecnista. Uso de la yuca en la alimentación animal, CLAYUCA. E-mail: j.l.gil@cgiar.org

²⁰ Comunicación personal CIAT



Figura 8.1.9. Recolección y pesaje del material.

En el Cuadro 8.1.20 se indican los valores obtenidos en rendimiento de follaje y el hábito de crecimiento.

Cuadro 8.1.20. Rendimiento (t/ha) de follaje a los dos meses de edad de 18 clones de batata sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. (Lote P2 sur)

Clon CIP	Materia Seca (%)	Rendimiento de follaje (t/ha)		*Hábito de crecimiento y coloración del tallo
		base húmeda	base seca	
400001	20.86	6.65	1.39	A, M
400004	22.95	34.06	7.82	A, O
400005	23.88	21.51	5.14	R, V
400036	21.21	30.66	6.50	R, V
420017	24.52	13.64	3.34	A, M
440003	20.15	61.45	12.38	R, V-M
440025	23.63	36.41	8.60	R, V-M
440036	23.58	18.01	4.25	R, V
440045	27.31	12.85	3.51	R, V-M
440067	29.18	22.50	6.57	R, V-M
440157	24.89	4.97	1.24	R, V-M
440166	27.56	7.95	2.19	A, V
440181	24.43	19.14	4.68	R, V
440203	16.17	15.43	2.49	R, V-M
440205	24.51	32.72	8.02	R, V
440260	23.49	28.04	6.59	R, M
187016 - I	22.54	86.06	19.40	A, M
187018 - I	23.82	62.92	14.99	A, V-M
Promedio	22.23	28.61	6.62	

*Hábito de crecimiento: A = Arbustivo, R = Rastrera

Color del tallo: V = Verde, M = Morado, V-M = Verde - Morado, O = Ocre

Los valores promedio de producción de follaje para los clones con base húmeda fueron de 28.61 t/ha y con base seca de 6.62 t/ha, con valores que van desde 4.97 t/ha hasta 86.06 t/ha. Los datos reportados por Barriga (1995) con base seca van desde 5.8 a 8.5 t/ha.

Los clones que presentan un mejor comportamiento para las condiciones de CIAT son el clon 187016 – 1, el clon 187018 – 1 y el clon 440003 con producciones de follaje con base seca de 19.40, 14.99 y 12.38 t/ha, respectivamente.

Cosecha de raíz

Se tomaron muestras aleatorias de 5 plantas para cada variedad con área estimada de 1.5 m², a una edad de 2 meses, para determinar rendimientos de producción en t/ha en fresco (Cuadro 8.1.21). En el Anexo 2 se indican los valores obtenidos en laboratorio para contenido de proteína cruda, fibra cruda, cenizas, extracto etéreo, Ca, P, Mg, S, C y K.

Cuadro 8.1.21. Rendimiento (t/ha) de raíz de los 18 clones de batata sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. (Lote P2 sur) a una edad de 2 meses

Clon CIP	Materia Seca (%)	Rendimiento de raíz (t/ha)	
		base húmeda	base seca
400001	21.88	0.73	0.16
400004	16.83	5.17	0.87
400005	20.75	5.25	1.10
400036	21.92	5.38	1.12
420017	25.80	2.00	0.52
440003	21.61	3.34	0.72
440025	23.48	4.20	0.99
*440036	28.35	0.88	0.25
*440045	20.75	0.93	0.19
440067	22.26	1.59	0.35
440157	19.90	6.46	1.28
440166	24.08	0.79	0.19
440181	24.83	8.37	2.01
440203	27.71	1.45	0.40
440205	25.21	8.11	2.04
440260	23.46	9.35	2.19
187016-1	31.42	6.62	2.09
187018-1	24.44	1.37	0.33
Promedio	22.25	4.0	0.93

*El número de plantas para el muestreo fue de 4 plantas con área de 1.2 m², debido al poco número de plantas sembradas en el semillero del clon.

El valor promedio de rendimiento de raíz con base húmeda de los 18 clones es de 4.0 t/ha mientras que con base seca son de 0.93 t/ha. Los clones que presentaron un mayor rendimiento a 60 días de siembra son el clon 440260 de 2.19 t/ha y el clon 187016 – 1 con una producción 2.09 t/ha con base seca.

Composición química del follaje

Los valores encontrados sobre composición química de follaje (Anexo 1) de los 18 clones de batata provenientes del CIP – Perú, cosechados a 60 días, muestran promedios de 13.77 % de proteína, 17.57 % de fibra, 15.88 % de ceniza y 3.69 % de grasa, datos similares a los reportados por Sánchez (1996) en el Perú, que indica valores de 11.6 % de proteína, 22.5% de fibra, 12.7 % de ceniza y 2.2 % de grasa.

Composición química de la raíz

Para la raíz de batata los valores promedios de los 18 clones de batata provenientes del CIP – Perú a 60 días de siembra son: proteína 4.27 %, fibra cruda 5.56 % y cenizas 6.47 % (Anexo 2).

Los resultados del contenido nutricional de los clones de batata peruano indican valores promedio de proteína de 4.9%, fibra cruda 3.0% y ceniza 2.7 % (Fernández, 2000), que son muy similares a los reportados por Sánchez 1996. Proteína 4.9%, fibra cruda 3.9%, grasa 1.1% y ceniza 4.5%.

Se determinó en el laboratorio los porcentajes de azúcares reductores y totales en cada uno de los clones. Los resultados aparecen en el Anexo 7.

Extracción de almidón

La metodología utilizada para este proceso es la descrita por Hurtado (1997), con una modificación del tiempo de triturado de 60 segundos para asegurar la total liberación de los gránulos de almidón. No todo los clones tuberizaron a los 60 días de edad, por lo tanto, debió seleccionarse el material para la extracción de almidón.

Cabe anotar que al momento de cosechar las variedades 440045 y 440036 no se encontró tuberización de raíz, y por tal motivo no se realizó el proceso de extracción de almidón.

Adicionalmente, se realizó la prueba de amilosa para determinar el comportamiento que presenta el almidón de batata y su posterior uso. El almidón contiene, generalmente, alrededor de 20% de una fracción soluble en agua, llamada amilosa, y 80% de una insoluble, conocida como amilopectina (Thornton 1996).

En el Anexo 5 se indican los valores obtenidos de amilosa y contenido d almidón para 16 clones de batata, descartándose las variedades 440045 y 440036.

Se realizó a los almidones pruebas de viscosidad para determinar algunas propiedades (Anexo 6).

En el Cuadro 8.1.22. se ilustran los datos obtenidos del contenido de almidón a los 60 días de edad del cultivo.

Cuadro 8.1.22. Contenido de almidón de los 18 clones de batata sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. (Lote P2 sur) a una edad de 2 meses.

Clon - CIP	Eficiencia de extracción (%)	Relación (kg) batata / almidón	Materia seca (%)
400001	1.14	88	95.19
400004	4.38	23	96.89
400005	8.03	12	85.99
400036	4.25	23	95.85
420017	2.25	44	96.94
440003	3.01	33	92.21
440025	5.40	18	96.23
440036	----	----	----
440045	----	----	----
440067	1.89	53	92.06
440157	4.13	24	94.71
440166	0.32	316	97.92
440181	2.09	48	94.11
440203	0.76	132	94.93
440205	6.64	15	96.94
440260	5.94	17	94.48
187016-1	6.65	15	92.36
187018-1	3.70	27	97.71

Los datos obtenidos de la relación batata / almidón van desde 12 hasta 316 kg de batata por kg de almidón. Lo que representa valores muy bajos de extracción. Es de notar que para esta época de siembra las raíces no habían alcanzado la tuberización completa, por esta razón los contenidos de almidón son bajos.

Segunda cosecha

La cosecha se hizo a 130 días de siembra (26 y 27 de agosto de 2002). Se tomaron veinte plantas por clon e igual número para la variedad comercial, separando las raíces del follaje para medir el rendimiento aproximado de estos elementos, evaluando el comportamiento de los clones con base en el testigo (CHELA). A continuación se muestra en el Cuadro 8.1.23. los datos de rendimiento de follaje obtenidos para esta nueva cosecha.

Las características de forma y de color de las raíces se encuentran descritas en el Anexo8.

El Anexo 9 corresponde a las fotografías de los 18 clones de batata (*Ipomoea batatas* Lam.) a tres meses de edad.

Cuadro 8.1.23. Rendimiento de follaje de los 18 clones de batata y una variedad comercial sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (Lote P2- Sur) a una edad de 3 meses comparado con una variedad comercial (CHELA).

Variedad Clon - CIP	Contenido Materia Seca (%)	Rendimiento de follaje	
		base húmeda (t/ha)	base seca (t/ha)
400001	15.38	23.65	3.64
400004	12.50	62.25	7.78
400005	19.66	33.24	6.34
400036	13.78	75.94	10.46
420017	14.29	38.18	5.45
440003	13.86	58.80	8.15
440025	14.58	30.20	4.40
440036	16.40	50.21	8.23
440045	16.65	20.45	3.40
440067	21.21	36.10	7.65
440157	14.17	48.96	6.94
440166	18.73	43.99	8.24
440181	13.33	42.74	5.69
440203	13.02	89.64	11.67
440205	16.32	28.63	4.67
440260	15.01	38.18	5.73
187016-1	12.93	52.70	6.81
187018-1	12.97	59.34	7.69
CHELA	19.33	12.03	2.32
Promedio	15.27	46.28	6.83

El rendimiento promedio en fresco de follaje, a tres meses de edad del cultivo, se elevó de 28.61 (dos meses) a 44.48 t/ha, mientras que con base seca permaneció casi constante de 6.62 (dos meses) a 6.83 t/ha. Debido a una disminución del contenido de materia seca del material de 22.23 (primera cosecha) a 15.27 t/ha.

Se aprecia el bajo rendimiento de la variedad comercial (CHELA) con 12.03 t/ha con base fresca, un contenido de materia seca mayor al promedio de los 18 clones.

En el Cuadro 8.1.24. se ilustran los valores obtenidos para la cosecha a tres meses de edad del cultivo.

Cuadro 8.1.24. Rendimiento de raíz de los 18 clones de batata y una variedad comercial sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (Lote P2 – Sur) a una edad de tres meses comparado con una variedad comercial (CHELA).

Clon - CIP	Contenido Materia Seca (%)	Rendimiento de raíz en fresco (t/ha)	Rendimiento de raíz en base seca (t/ha)
400001	25.04	6.64	1.66
400004	25.67	36.93	9.48
400005	23.57	21.45	5.05
400036	25.12	20.75	5.21
420017	29.91	11.62	3.47
440003	23.93	17.01	4.07
440025	26.28	23.65	6.21
440036	24.21	2.98	0.72
440045	26.65	13.63	3.63
440067	24.13	12.03	2.90
440157	24.23	29.15	7.06
440166	28.78	7.05	2.02
440181	28.72	27.80	7.98
440203	29.51	5.39	1.59
440205	29.27	20.33	5.95
440260	24.93	41.08	10.24
187016-1	28.19	9.54	2.69
187018-1	25.60	8.71	2.23
CHELA	32.34	2.90	0.94
Promedio	26.65	16.77	4.37

Para valores de rendimiento en fresco de raíz se encontraron datos mínimos de 2.90 y máximos de 41.08 t/ha, con un promedio de 16.77 t/ha de rendimiento en fresco. Se puede observar un aumento significativo de rendimiento y materia seca en raíz, donde para la primera cosecha encontramos valores de rendimiento con base seca de 0.93 t/ha y un porcentaje de materia seca promedio de 22.25%.

Composición química de follaje

Para la segunda cosecha se encontró una composición promedio de 12.57% en proteína, con un porcentaje alto en fibra cruda de 22.31 %, contenido de ceniza de 16.15 % y bajo contenido en grasa 5.21% (Anexo 3).

La variedad conocida como CHELA, presenta valores muy cercanos del promedio de los clones con 10.75 % de proteína, 22.90% en fibra, 13.30 % de cenizas y 3.0 % de grasa.

Composición química de raíz

El porcentaje de proteína disminuyó levemente de 4.27 a 3.48 %. No se presentó cambios significativos en los porcentajes de fibra cruda, cenizas y grasa de datos

obtenidos en la primera cosecha, presentando los siguientes comportamientos para fibra cruda paso de 5.56 a 5.74%, en cenizas de 6.47 a 5.65 % y del 1.83 a 1.62 % en grasa (Anexo 4).

La CHELA conserva su tendencia en cuanto a composición química con 2.69 % en proteína, 6.0 % de fibra, 8.2 % de cenizas y 2.4 % de grasa.

Cuadro 8.1.25. Contenido de almidón de los 18 clones de batata sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. (Lote P2 sur) a una edad de tres meses comparado con una variedad comercial (CHELA).

Variedad	Eficiencia de extracción (%)	Relación batata / Almidón (Kg)	% de Materia Seca
400001	0.09	11	89.0
400004	0.09	11	86.1
400005	0.10	10	90.6
400036	0.09	11	91.0
420017	0.10	10	94.1
440003	0.09	11	91.0
440025	0.07	14	91.0
440036	0.05	20	96.4
440045	0.11	9	84.4
440067	0.09	10	87.0
440157	0.08	12	90.3
440166	0.09	11	90.0
440181	0.08	12	92.0
440203	0.08	13	89.9
440205	0.10	10	90.0
440260	0.10	10	92.5
187016 – 1	0.15	7	90.4
187018 – 1	0.10	10	81.5
CHELA	0.12	8	88.7

Para esta época de cosecha los resultados de relación batata / almidón van desde 7 hasta 20 kg de batata/ kg de almidón, siendo aun resultados algo bajos, se espera que estos resultados mejoren en la cosecha correspondiente a cuatro meses.

ANEXO 1

Análisis proximal de follaje de batata a los dos meses de edad de 18 clones sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. (Lote P2 sur)

Clon - CIP	Proteína cruda (%)	Fibra Cruda (%)	*E.E. (%)	Cenizas (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	S (%)
CIP 400001	17.26	15.30	4.10	20.40	2.76	0.70	6.10	1.24	0.59	35.28	0.51
CIP 400004	14.94	14.90	4.10	18.50	2.39	0.56	5.54	1.24	0.96	40.05	0.40
CIP 400005	24.54	12.90	4.60	18.90	3.93	0.47	4.90	1.49	0.89	39.05	0.58
CIP 400036	14.56	18.90	3.80	16.40	2.33	0.55	4.20	1.32	1.00	40.28	0.48
CIP 420017	9.74	17.10	2.90	13.40	1.56	0.54	4.36	0.63	0.41	44.39	0.33
CIP 440003	10.76	21.30	4.30	13.30	1.72	0.53	4.32	0.98	0.71	41.85	0.28
CIP 440025	10.29	20.00	4.20	13.10	1.65	0.47	4.30	1.13	0.56	43.74	0.30
CIP 440036	11.94	18.70	3.70	16.90	1.91	0.59	4.29	1.42	0.76	38.97	0.38
CIP 440045	24.89	9.90	3.10	18.40	3.98	0.46	4.69	1.50	1.25	39.00	0.43
CIP 440067	12.51	21.90	2.80	18.50	2.0	0.62	5.59	1.14	0.83	39.08	0.53
CIP 440157	22.70	14.70	4.90	17.40	3.63	0.49	4.83	1.31	0.84	40.30	0.54
CIP 440166	11.94	15.20	3.10	16.90	1.91	0.68	4.28	1.50	0.68	41.05	0.42
CIP 440181	11.64	20.10	3.40	14.20	1.86	0.53	4.33	0.76	0.57	41.89	0.36
CIP 440203	10.17	21.80	3.00	13.50	1.63	0.45	4.23	1.07	0.69	40.63	0.24
CIP 440205	11.50	14.90	3.50	14.30	1.84	0.57	4.42	0.98	0.66	43.12	0.37
CIP 440260	9.01	19.30	4.40	13.70	1.44	0.58	4.34	0.89	0.46	40.00	0.31
CIP 187016-1	10.36	23.20	3.90	12.90	1.66	0.31	3.66	0.81	0.54	41.47	0.34
CIP 187018-1	9.06	16.10	2.70	15.10	1.45	0.68	5.83	0.91	0.66	30.20	0.38
Promedio	13.77	17.57	3.69	15.88	2.20	0.54	4.68	1.13	0.72	40.02	0.40

*E.E = Extracto Etéreo

ANEXO 2

Análisis proximal de raíces de batata a los dos meses de edad de 18 clones sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. (Lote P2 sur)

Clon CIP	Proteína Cruda (%)	Fibra Cruda (%)	E.E. (%)	Cenizas (%)	N(%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	S (%)
CIP 400001	4.58	4.40	2.40	5.90	0.73	0.31	1.89	0.20	0.16	35.28	0.11
CIP 400004	5.47	5.80	2.20	5.10	0.87	0.34	2.33	0.26	0.20	40.05	0.12
CIP 400005	6.83	3.80	1.80	7.20	1.09	0.33	2.30	0.17	0.15	39.05	0.12
CIP 400036	5.14	4.30	1.70	5.10	0.82	0.27	1.66	0.16	0.19	40.28	0.09
CIP 420017	3.49	4.10	1.50	7.00	0.56	0.25	1.43	0.10	0.12	44.39	0.09
CIP 440003	3.47	5.00	2.10	5.30	0.55	0.23	1.53	0.13	0.12	41.85	0.06
CIP 440025	4.15	5.20	1.10	6.50	0.65	0.33	1.66	0.13	0.18	43.74	0.07
CIP 440036	4.38	20.00	5.30	14.20	0.70	0.37	1.28	1.38	0.42	38.98	0.17
CIP 440045	4.09	4.30	1.80	5.90	0.65	0.26	1.78	0.13	0.14	39.00	0.08
CIP 440067	3.35	3.90	1.50	4.80	0.54	0.22	1.58	0.07	0.09	41.89	0.04
CIP 440157	4.51	5.80	1.60	5.10	0.72	0.23	2.17	0.21	0.14	40.24	0.08
CIP 440166	3.45	5.40	1.70	7.20	0.55	0.34	1.54	0.21	0.16	41.05	0.08
CIP 440181	3.71	5.40	1.20	5.50	0.59	0.26	1.69	0.17	0.13	39.08	0.08
CIP 440203	3.78	5.10	1.70	8.80	0.60	0.21	1.32	0.21	0.18	40.62	0.08
CIP 440205	3.71	4.20	1.60	5.20	0.59	0.24	1.67	0.10	0.11	39.20	0.05
CIP 440260	3.16	4.60	1.10	5.50	0.50	0.22	1.50	0.19	0.17	40.00	0.07
CIP 187016-1	5.36	3.90	1.30	4.30	0.86	0.19	1.35	0.11	0.11	41.47	0.07
CIP 187018-1	4.33	4.90	1.40	7.90	0.69	0.33	1.76	0.18	0.19	43.12	0.09
promedio	4.27	5.56	1.83	6.47	0.68	0.27	1.69	0.23	0.16	40.52	0.09

ANEXO 3

Análisis proximal de follaje de batata cosechados a tres meses de 18 clones de batata y una variedad comercial, sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (Lote P2 – Sur).

Clon CIP	Proteína Cruda (%)	Fibra Cruda (%)	E.E (%)	Cenizas (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	S (%)
CIP 400001	8.31	26.40	4.40	14.90	1.33	0.55	5.85	0.99	0.61	40.85	0.40
CIP 400004	15.12	33.60	2.70	17.20	2.42	0.55	5.52	1.48	0.78	38.66	0.45
CIP 400005	20.87	27.20	5.10	20.60	3.34	0.44	5.27	1.46	0.68	37.00	0.41
CIP 400036	17.25	15.60	4.30	13.20	2.76	0.31	2.56	1.72	1.70	39.43	0.43
CIP 420017	9.62	28.80	7.40	11.30	1.54	0.54	4.03	0.70	0.59	45.28	0.32
CIP 440003	12.00	26.90	7.50	14.70	1.92	0.57	4.73	1.34	0.74	41.50	0.38
CIP 440025	9.94	30.10	4.90	14.70	1.59	0.61	4.25	1.14	0.95	39.80	0.51
CIP 440036	9.06	17.50	4.10	16.10	1.45	0.60	3.93	1.63	0.78	40.00	0.36
CIP 440045	14.12	26.70	4.30	14.50	2.26	0.44	4.88	1.05	0.95	39.68	0.40
CIP 440067	11.25	21.40	3.50	13.60	1.80	0.71	3.16	1.27	0.81	41.58	0.44
CIP 440157	14.37	24.60	7.50	15.20	2.30	0.39	4.62	1.23	0.73	40.69	0.50
CIP 440166	10.12	16.70	8.00	15.20	1.62	0.71	4.18	1.01	0.77	39.56	0.36
CIP 440181	20.00	16.10	3.10	17.60	3.20	0.44	4.98	0.94	0.76	37.65	0.37
CIP 440203	11.75	27.90	4.30	14.40	1.88	0.52	5.23	1.03	0.66	41.46	0.28
CIP 440205	10.12	11.70	6.70	14.80	1.62	0.65	3.98	1.36	0.81	41.58	0.36
CIP 440260	10.62	13.90	4.00	16.60	1.70	0.55	5.12	1.09	0.78	39.84	0.40
CIP 187016-1	10.44	20.40	8.50	20.20	1.67	0.42	3.87	0.80	0.77	34.32	0.38
CIP 187018-1	11.25	16.10	3.50	26.00	1.80	0.62	5.66	1.29	0.81	32.62	0.44
CHELA	10.75	22.90	3.00	13.30	1.72	0.63	3.96	0.77	0.58	40.57	0.35
Promedio	12.57	22.31	5.21	16.15	2.01	0.57	4.54	1.20	0.91	35.09	0.40

ANEXO 4

Análisis proximal de raíces de batata cosechadas a tres meses de edad de 18 clones y una variedad comercial, sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (Lote P2 – Sur).

Clon - CIP	Proteína Cruda (%)	Fibra Cruda (%)	E.E. (%)	Cenizas (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	S (%)
CIP 400001	3.25	8.30	2.40	4.60	0.52	0.31	1.65	0.20	0.16	46.78	0.11
CIP 400004	4.81	5.20	0.80	5.60	0.77	0.32	2.01	0.16	0.12	44.26	0.09
CIP 400005	6.81	7.40	1.60	7.00	1.09	0.37	2.48	0.14	0.13	43.98	0.10
CIP 400036	4.19	3.70	1.10	4.20	0.67	0.23	1.61	0.16	0.11	46.37	0.09
CIP 420017	2.81	6.10	1.60	4.50	0.45	0.28	1.22	0.09	0.10	46.37	0.09
CIP 440003	3.25	4.20	1.90	5.30	0.52	0.24	1.40	0.25	0.16	44.06	0.07
CIP 440025	3.31	7.60	1.60	5.10	0.53	0.32	1.55	0.11	0.14	43.53	0.08
CIP 440036	4.50	18.80	5.30	11.10	0.72	0.32	1.68	1.54	0.42	41.50	0.15
CIP 440045	3.56	6.00	2.10	4.30	0.57	0.28	1.65	0.14	0.13	45.93	0.08
CIP 440067	2.62	3.60	1.00	6.40	0.42	0.28	1.77	0.17	0.13	44.42	0.08
CIP 440157	3.18	6.60	1.90	4.60	0.51	0.27	1.37	0.25	0.14	44.91	0.07
CIP 440166	2.87	3.50	1.10	5.40	0.46	0.34	1.63	0.15	0.15	42.80	0.07
CIP 440181	3.12	3.40	1.20	4.10	0.50	0.23	1.37	0.10	0.11	44.91	0.05
CIP 440203	2.90	3.10	1.60	4.50	0.46	0.27	1.44	0.16	0.11	44.02	0.06
CIP 440205	2.69	6.50	1.20	4.30	0.43	0.29	1.35	0.19	0.10	43.37	0.06
CIP440260	2.87	4.20	1.00	5.90	0.46	0.25	1.74	0.15	0.21	44.71	0.08
CIP 187016-1	3.06	2.70	0.76	8.10	0.49	0.27	1.57	0.09	0.13	43.49	0.08
CIP 187018-1	3.00	2.50	1.00	6.70	0.48	0.31	2.01	0.08	0.10	41.46	0.07
CHELA	2.69	6.00	2.40	8.20	0.43	0.33	1.34	0.45	0.20	40.53	0.11
Promedio	3.64	5.74	1.62	5.65	0.56	0.27	1.64	0.23	0.15	44.27	0.08

ANEXO 5

Contenido de almidón en harina de batata y porcentaje de amilosa en almidones de 17 clones de batata cosechados a dos meses.

CLON - CIP	%Contenido de Almidón	% AMILOSA
400001	31	18.5
400004	80	25.9
400005	73	21.4
400036	71	18.9
420017	72	24.6
440003	59	18.6
440025	50	21.0
*440036	75	
440067	78	19.2
**440157		20.9
440166	64	11.3
440181	71	18.4
440203	73	15.4
440205	57	24.2
440260	75	25.1
187016 - 1	73	23.0
187018 - 1	59	23.9

*No se extrajo almidón

**Se está repitiendo la prueba de contenido de almidón para este clon.

El contenido de almidón se determina por vía enzimática, a través del método de Batey et Ryde, 1982; Holm et al., 1986, Mestres, 1996.

La determinación del contenido de amilosa en el almidón se hizo mediante dispersión de los gránulos de almidón con etanol y posterior gelatinización con hidróxido de sodio, finalmente creando un complejo azulado con una solución de yodo. Cuantificando espectrofotométricamente el porcentaje de amilosa.

El contenido promedio de almidón de los clones analizados fue de 66.31%, las variedades muestran valores muy variables que van desde valores muy bajos de 31% hasta valores apreciables de 80% de contenido de almidón.

El porcentaje de amilosa promedio fue de 17.92% en una relación 1:5 con respecto de la amilosa.

ANEXO 6

Resultados de viscoamilogramas de camote.

Edad : 2 meses

Fecha de cosecha: 23 y 24 de julio

No CIP	F.Cocción (min)	Tgel (°C)	Vmax (URVA)	Inest gel (URVA)	Índice de gelific (URVA)
400001	4.50	75.05	30.33	-1.00	6.09
400004	1.60	74.35	51.42	3.59	11.50
400005	1.53	72.45	39.50	4.25	8.25
400036	1.96	73.00	34.42	1.00	8.16
420017	1.92	73.20	54.50	5.25	11.42
440003	4.92	73.20	40.83	-0.59	9.16
440025	2.77	75.10	51.50	0.92	13.00
440067	4.92	72.80	43.17	0.00	10.16
440157	2.15	74.05	45.08	4.91	9.33
440166	1.66	74.10	49.50	8.08	9.33
440181	2.12	72.05	36.00	1.42	8.25
440203	4.82	73.20	24.67	0.09	5.67
440205	2.18	72.85	50.75	4.75	12.42
440260	1.96	73.15	53.58	4.91	12.08
187016-1	1.40	74.45	49.67	9.92	9.50
187018-1	3.98	76.20	47.17	1.84	13.09
Promedio	2.52	73.7	43.88		

F.Cocción = facilidad de cocción Tgel = temperatura de gelatinización

V max = Viscosidad máxima Inest gel = Inestabilidad del gel

Índice de gelific = Índice de gelificación

La viscosidad es medida en Rapid Visco Analyzer (RVA) series #4. Los almidones de los 16 clones presentan un comportamiento similar con características como facilidad de cocción a corto tiempo con promedio de 2.52 minutos, una temperatura promedio de gelatinización de 73.7 °C y una viscosidad máxima de 43.88 URVA. Los almidones además, muestran gran estabilidad (soportan altas temperaturas sin alterar su composición) y capacidad para gelificarse.

ANEXO 7

Contenido de azúcares reductores y azúcares totales de 18 clones de batata cosechados a dos meses, sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (Lote P2 Sur).

Clon - CIP	Azúcares reductores (%)	Azúcares totales (%)
400001	2.76	5.00
400004	5.51	7.93
400005	3.96	7.2
400036	7.56	8.17
420017	6.30	8.20
440003	3.94	9.52
440025	2.56	8.77
440036	3.94	7.48
440045	1.60	5.72
440067	2.01	7.11
440157	4.16	7.79
440166	1.85	7.41
440181	4.65	8.47
440203	6.77	7.70
440205	5.69	8.11
440260	4.22	6.36
187016-1	6.71	7.68
187018-1	4.31	7.13
Promedio	4.00	7.54

Encontramos un valor promedio de azúcares reductores de 4.00 y 7.54 para azúcares totales, el valor de azúcares es el mismo al reportado a la literatura 7.5 % de azúcares*.

*www.agricultura.gov.do/perfiles/indice.htm

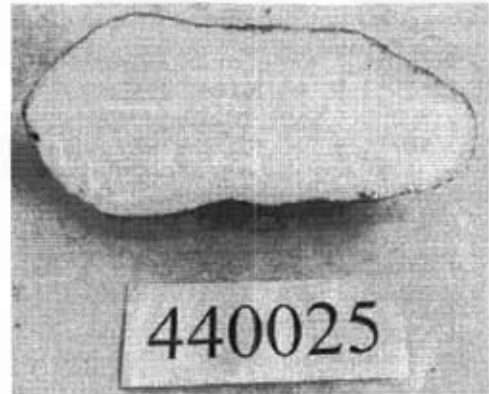
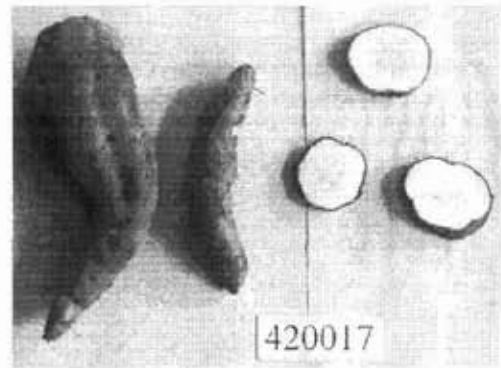
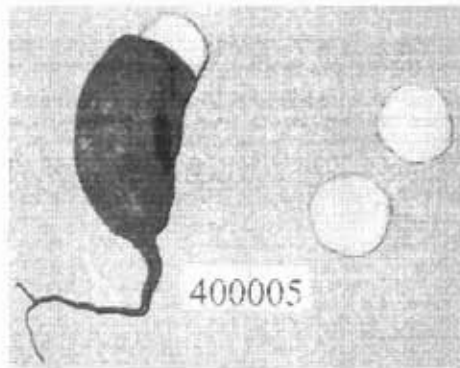
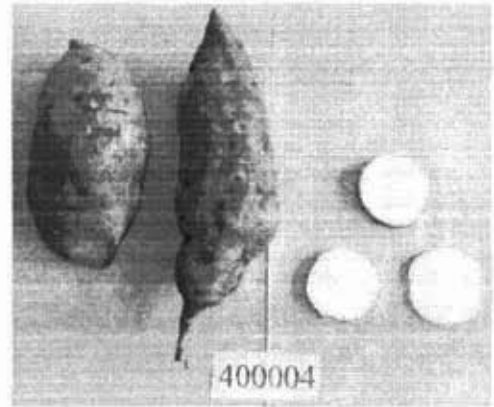
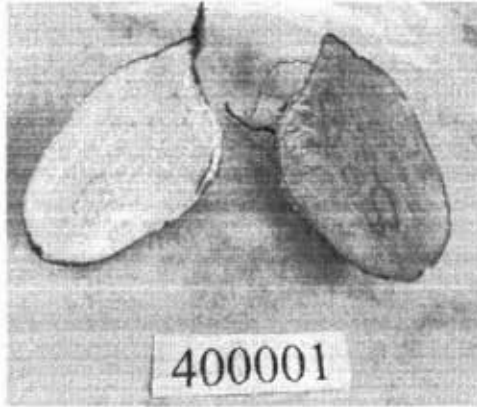
ANEXO 8

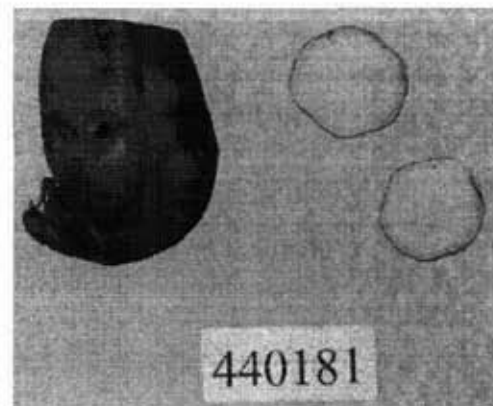
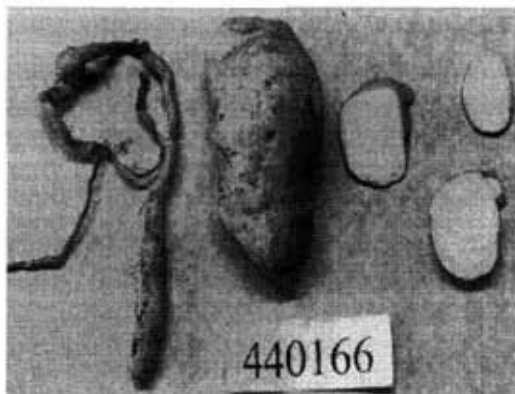
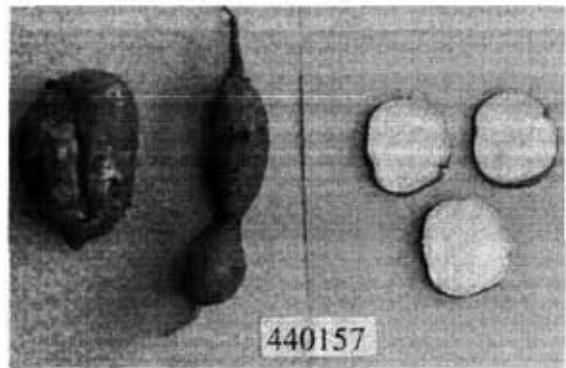
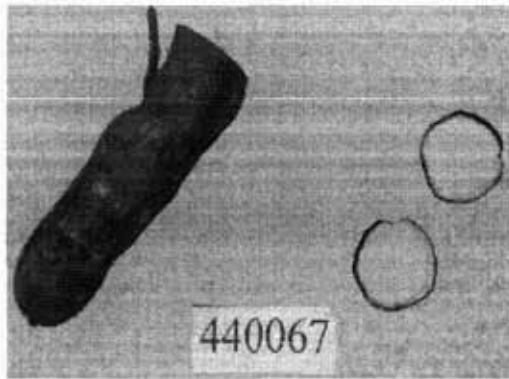
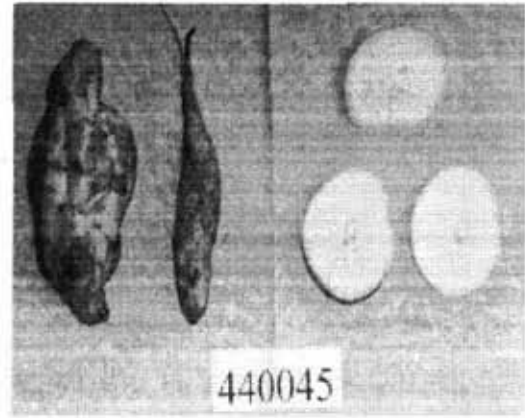
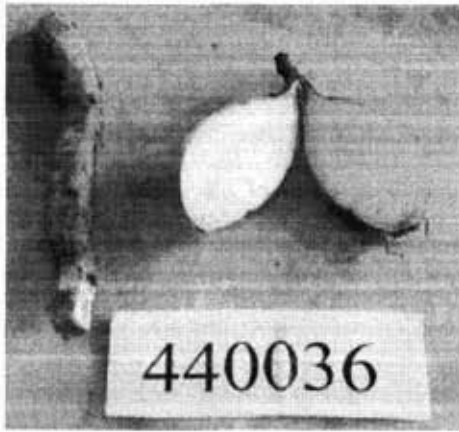
Caracterización por forma, color de la corteza y color de la pulpa de 18 clones de batata sembrados en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. (Lote P2 sur) a una edad de tres meses, comparado con una variedad comercial (CHELA).

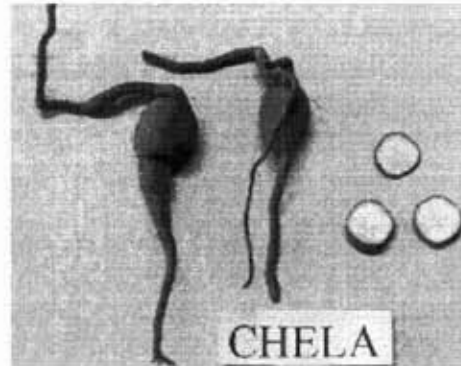
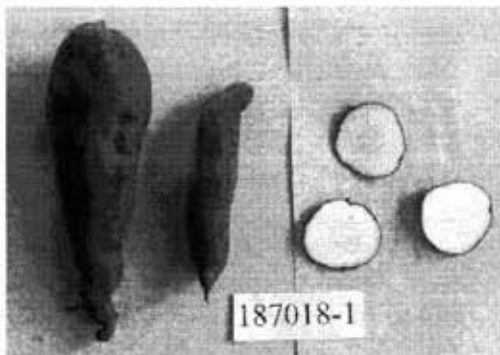
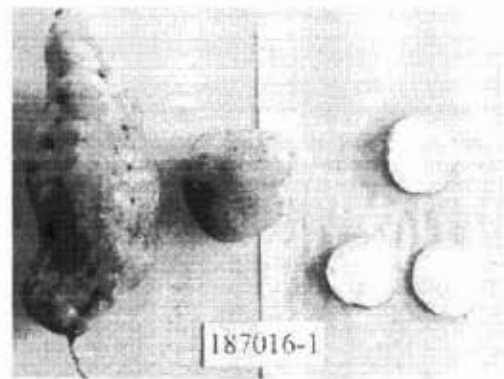
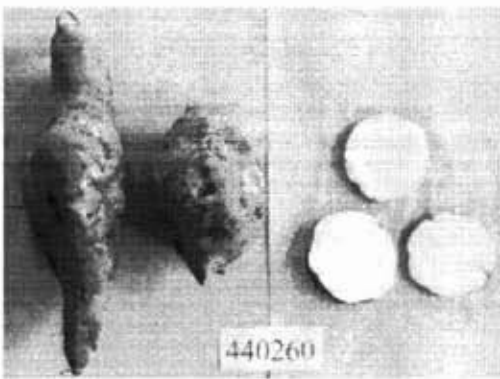
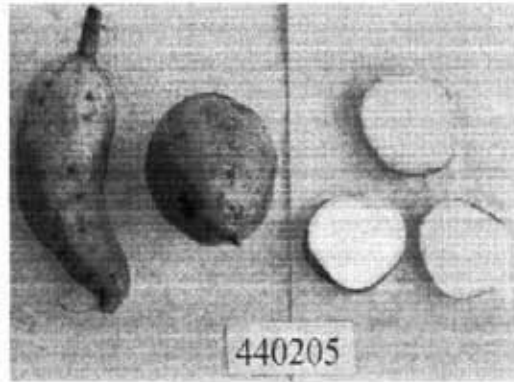
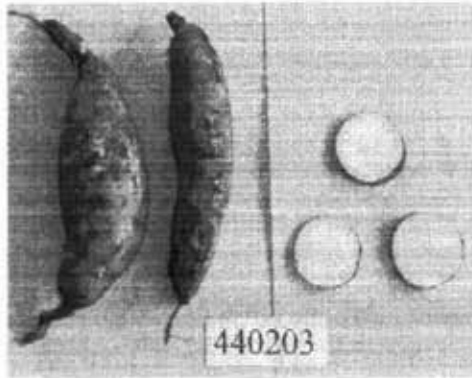
Clon - CIP	Forma	Color corteza	Color pulpa
400001	Larga irregular	Rojo	Amarillo
400004	Ovalada	Rosado	Crema
400005	Oblonga alargada	Rojo	Crema
400036	Redonda - elíptica	Amarillo	Amarillo
420017	Elíptica alargada	Morado	Amarillo
440003	Elíptica alargada	Amarillo	Crema
440025	Oblonga alargada	Amarillo	Crema
440036	-----	Amarillo	Crema
440045	Elíptica	Amarillo	Crema
440067	Larga Irregular	Café	Amarillo
440157	Ovalada	Morado	Crema
440166	Larga irregular	Amarillo	Amarillo
440181	Oblonga	Morado	Amarillo
440203	Oblonga alargada	Café	Amarillo
440205	Elíptica alargada	Amarillo	Crema
440260	Elíptica alargada	Rosado	Crema
187016-1	Elíptica alargada	Amarillo	Crema
187018-1	Abobada	Morado	Blanco
CHELA	-----	Morado	Blanco

ANEXO 9

Fotografías de los 18 clones y la variedad comercial (CHELA) a tres meses de siembra.





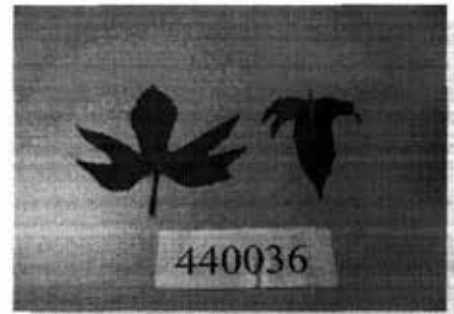


ANEXO 10

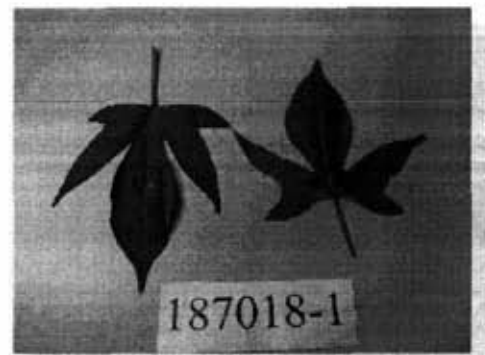
Clasificación morfológica de la hoja de la batata (Ipomoea batatas Lam) de las variedades sembradas en campo, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, lote P2 Sur

*Álvaro Andrés Albán Tello**

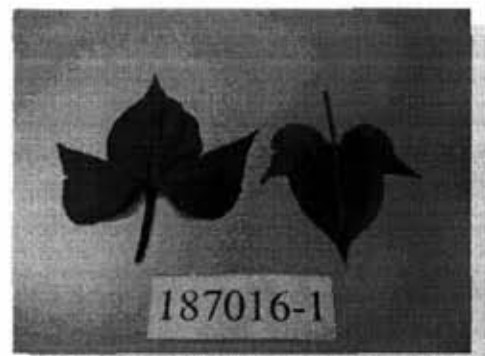
COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECIOLO	Verde
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Palmatilobulada simple
NERVIACIÓN	Palmatinervia
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Pequeña
COBERTURA	Baja
PORTE	Rastrero
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo



COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECIOLO	Verde
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Palmatilobulada simple
NERVIACIÓN	Palmatinervia
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Grande
COBERTURA	Alta
PORTE	Arbustiva
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo

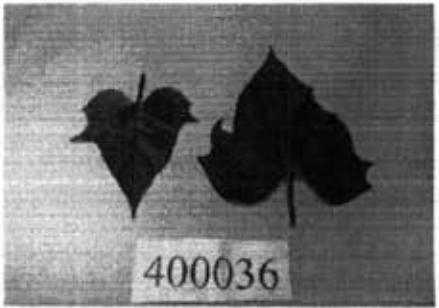


COLOR DE LA HOJA	Verde – Morada
COLOR DEL PECÍOLO	Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Hastiforme
NERVIACIÓN	Palmatinervia
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Grande
COBERTURA	Alta
PORTE	Arbustiva
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo



* Ingeniero Agrónomo. Sistemas de Producción de yuca, CLAYUCA. Cali, Colombia.
alvaroalban75@hotmail.com

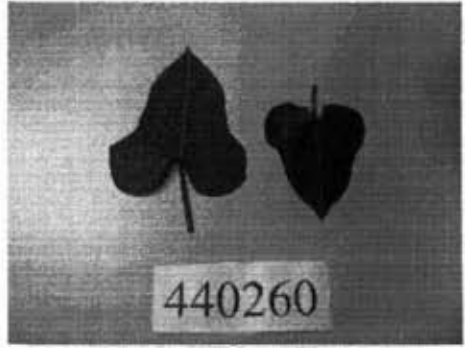
COLOR DE LA HOJA	Verde – Morada
COLOR DEL PECIOLO	Verde- Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Deltoidea
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Media
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



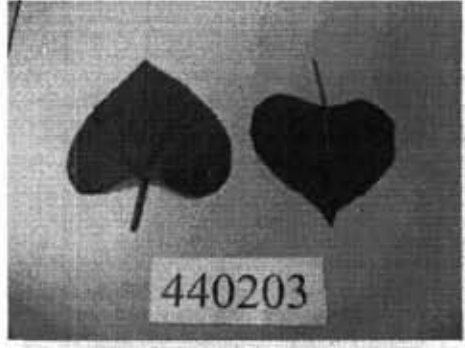
COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECIOLO	Verde
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Palmatilobulada simple
NERVIACIÓN	Palmatinervia
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Pequeña
COBERTURA	Media
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo



COLOR DE LA HOJA	Verde – Morada
COLOR DEL PECIOLO	Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Alabardata
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Media
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Verde – Ocre
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Ovalada – Cordada
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Media – Alta
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Alto



COLOR DE LA HOJA	Verde – Morado
COLOR DEL PECÍOLO	Verde – Ocre
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Deltoidea
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Grande
COBERTURA	Alta
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Ocre
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Deltoidea
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Pequeña
COBERTURA	Alta
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



COLOR DE LA HOJA	Verde – Morada
COLOR DEL PECÍOLO	Verde – Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Ovalada
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Serrulado
TAMAÑO DE LA HOJA	Grande
COBERTURA	Media
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Muy bajo



COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Verde
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Palmatilobulada
NERVIACIÓN	Palmatinervia
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Buena
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo



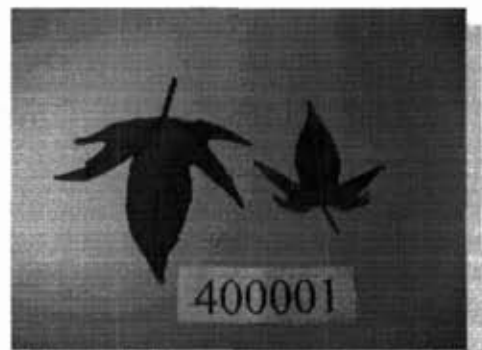
COLOR DE LA HOJA	Verde – Morada
COLOR DEL PECÍOLO	Verde – Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Ovalada
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera - Dentada
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Buena
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo



COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Verde - Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Deltoidea
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Buena
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo



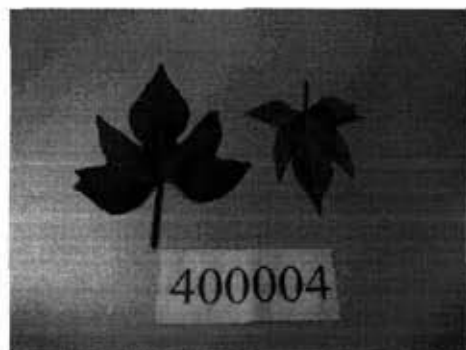
COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Verde – Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Palmatilobulada simple
NERVIACIÓN	Palmatinervia
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Buena
PORTE	Arbustiva
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



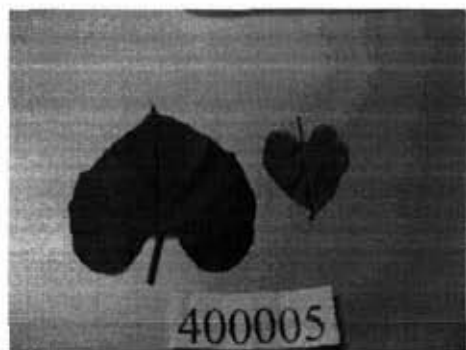
COLOR DE LA HOJA	Verde – Morada
COLOR DEL PECÍOLO	Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Lanceolada
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Crenulada
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Mediana
PORTE	Arbustiva
DAÑO POR DIABROTICA	Poco



COLOR DE LA HOJA	Verde – Morada
COLOR DEL PECÍOLO	Verde
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Palmatilobulada simple
NERVIACIÓN	Palmatinervia
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Mediana
COBERTURA	Mediana
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Bajo



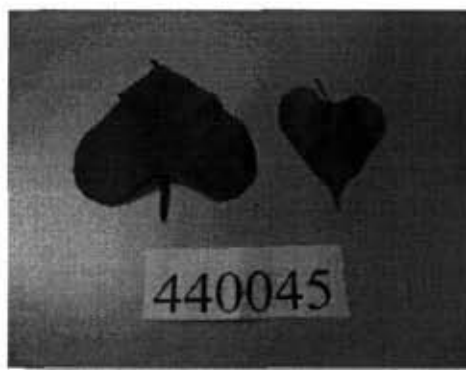
COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Verde
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Ovalada - Cordada
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera
TAMAÑO DE LA HOJA	Grande
COBERTURA	Mediana
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Morado
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Ovalada - Cordada
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera - Dentada
TAMAÑO DE LA HOJA	Pequeña
COBERTURA	Mediana
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



COLOR DE LA HOJA	Verde
COLOR DEL PECÍOLO	Verde
FORMA GENERAL DE LA HOJA	Deltoidea
NERVIACIÓN	Reticulada
ÁPICE	Apiculata
MÁRGENES	Entera - Serrulada
TAMAÑO DE LA HOJA	Pequeña
COBERTURA	Mediana
PORTE	Rastrera
DAÑO POR DIABROTICA	Medio



Bibliografía

Barriga Gamarra, J. 1995. Evaluación del rendimiento y calidad nutritiva del camote forrajero como alimento para cuyes. Tesis MSc. UNALM. Lima- Perú.

Sánchez Villanueva, H. 1996. Valor nutricional del ensilaje de raíces no comerciales y follaje de camote. Tesis MSc. UNALM. Lima- Perú.

Fernández Miranda, U. 2000. Evaluación del contenido de materia seca, proteína, fibra y ceniza de clones de camote del germoplasma del CIP y efectos del medio ambiente sobre dichas características. Tesis Biólogo. UNALM. Lima- Perú.

Thornton Morrison, R; Nelson Boyd, R. 1996. Química Orgánica. Fondo Educativo Interamericano México, D. F.

www.tesia.upm.es/fedna/taablas/frutosTEX.pdf+azucres+en+batata&hl=es&ie=UTF-8.

8.1.4. Evaluación de varios procesos para la extracción de almidón por vía seca a partir de harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Sandra Milena Barona*
Luis Eduardo Izasa**
Lisímaco Alonso***

Informe de avance
Diciembre de 2002

El **producto 1** de este proyecto (Tecnología rentable, eficiente y segura para la obtención de almidón a partir de harina de yuca) ha tenido como primer objetivo el desarrollo de una tecnología para la obtención de almidón extraído vía seca a partir de la harina producida en la planta piloto CLAYUCA-PROTÓN, que sea de igual calidad al extraído tradicionalmente por vía húmeda. Teniendo en cuenta que el secado natural es el más empleado por el pequeño productor de yuca, se incorporó al diagrama de la propuesta inicial (ver Figura 8.1.10) la línea de trozos secos en patio, dándose así otra opción de materia prima en la obtención del almidón vía seca.

El **producto 2** de este proyecto consiste en el desarrollo de una tecnología rentable, eficiente y segura para la producción de harinas a partir de otros productos agrícolas. Hasta el momento sólo se ha producido materia prima de dos productos: papa china (*Colocasia esculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*). Cuando se tenga el proceso optimizado para yuca se le aplicaría a éstos y a otros materiales la tecnología ajustada.

El **producto 3** consiste en la divulgación de los resultados obtenidos. Esta actividad se ha venido realizando.

El punto de partida para obtener el producto 1 fue una tecnología de molienda y tamizado propuesta en el año de 1986 en un proyecto²¹ realizado por el CIAT y la Universidad del Valle. Por tal motivo, en el esquema de la Figura 8.1.10. se propuso la evaluación de una fase de molienda y tamizado, que se componía de cuatro tipos de molinos y una tamizadora de vórtice. Como complemento a dicho estudio para llegar a partículas más finas se incorporó una nueva etapa usando tamices planos y ciclones en la parte final del proceso (ver Figura 8.1.10). Todos los equipos propuestos por dicho proyecto han sido evaluados, excepto el molino de púas al no encontrarse disponible (ver Figura 8.1.11).

* Estudiante de Ingeniería Agrícola. Universidad del Valle, Cali, en convenio con la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Trabajo de Tesis de Pregrado realizado en CLAYUCA.

** Estudiante de Ingeniería Agrícola. Universidad del Valle, Cali, en convenio con la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Trabajo de Tesis de Pregrado realizado en CLAYUCA.

*** Ingeniero Agrícola. Sistemas de Manejo Poscosecha, CLAYUCA. Cali, Colombia. E-mail: l.alonso@cgiar.org

²¹ "Selección de un Sistema de Molienda para la Producción de Harina a Partir de Trozos Secos de Yuca", proyecto financiado por el CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo), liderado por el CIAT y ejecutado por la Universidad del Valle y el IIT (Instituto de Investigaciones Tecnológicas).

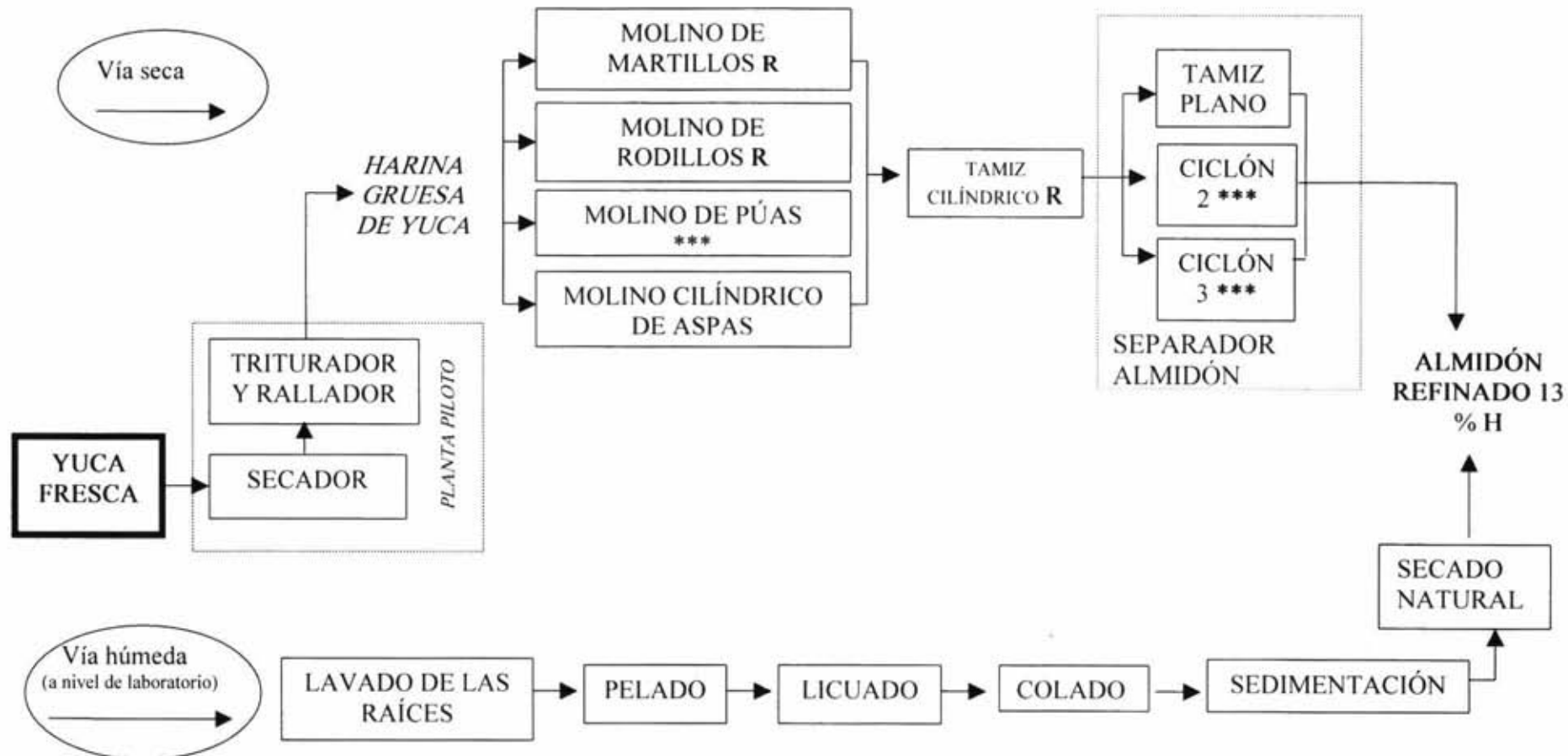
Para cumplir con los objetivos planteados en el proyecto las actividades se han ejecutado de acuerdo con las necesidades y con los resultados que se han ido presentando; hasta el momento se han realizado seis actividades principales.

Obtención de la Materia Prima para el Proyecto

Producto 1

Se ha producido materia prima de yuca fresca lavada procedente de cuatro cultivares de yuca: CM 523-7 (Catumare), MPer 183 (Peruana), CM 6740-7 (Reina) e ICA P13 (HMC 1) usando los dos tipos de secado: el proceso artificial continuo de la planta piloto CLAYUCA-PROTÓN y el secado natural de trozos en patio de cemento. La lista de los procesos y las cantidades de producto seco se relacionan en el Cuadro 8.1.26.

Las harinas obtenidas se usaron para probar las diferentes líneas de proceso con los equipos existentes y parte de éstas fueron también usadas para realizar pruebas granulométricas, que permitieron conocer la distribución de tamaños de las harinas, y proveer de materia prima al proyecto “Estudio de la Viabilidad Técnica, Económica y Comercial de la Obtención de Adhesivos para uso en la Industria, a partir de Harina Refinada y Almidón de Yuca extraído por Vía Seca”, presentado por CLAYUCA y aprobado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).



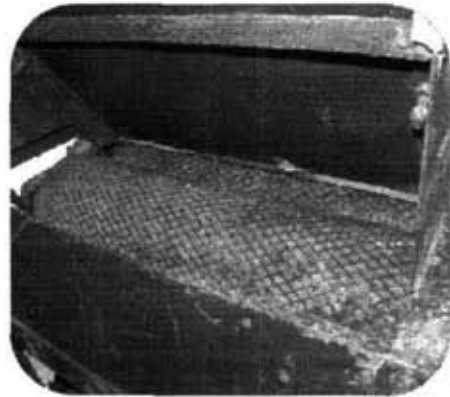
R: Equipos que posee CLAYUCA – CIAT y que fueron adecuados para la investigación.

***: Equipos que se adquirieron, excepto el molino de púas.

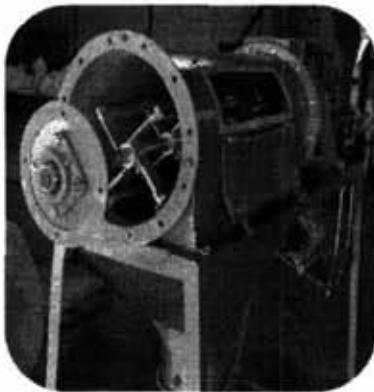
Figura 8.1.10. Esquema inicial de las opciones y los equipos a evaluar para el proceso de extracción de almidón vía seca



a. Molino de martillos.



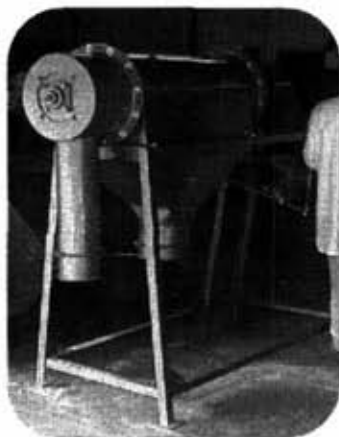
b. Molino de rodillos premoedor.



c. Molino cilíndrico de aspas.



d. Molino de rodillos.



e. Tamizadora de vórtice.



f. Tamices intercambiables de 3mm, 177 micras y 100 micras respectivamente.

Figura 8.1.11. Fotos de los equipos disponibles para la evaluación del proceso de extracción de almidón vía seca.

Cuadro 8.1.26. Relación de los procesos de yuca fresca para la obtención de materia prima.

Fecha de proceso	Variedad	Proceso de secado	Trozos secos (kg)	Harina integral (kg)
Diciembre 5 de 2001	CM 6740-7 (Reina)	Artificial	---	240
		Natural	120	---
Diciembre 6 de 2001	ICA P-13 (HMC 1)	Artificial	---	240
		Natural	80	---
Febrero 18 de 2002	Mper 183 (Peruana)	Artificial	---	75
		Natural	120	---
Abril 11 de 2002	Mezcla de variedades	Mixto ²²	248	---
Abril 16 de 2002	CM 523-7 (catumare)	Artificial	---	232
Mayo 28 de 2002	CM 523-7 (catumare)	Artificial	---	280
Junio 7 de 2002	ICA P-13 (HMC 1)	Natural	---	360
Agosto 15 de 2002	ICA P-13 (HMC 1)	Natural	---	320

Producto 2

Para el desarrollo del producto 2 (Tecnología rentable, eficiente y segura para la producción de harinas a partir de otros productos agrícolas) se han procesado los siguientes productos: papa china (*Colocasia esculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*), la lista de los procesos se relaciona en el Cuadro 8.1.27. Aún está pendiente la producción de harina de batata (*Ipomoea batatas Lam*).

²² Los trozos se sometieron a un presecado natural en patio por un día y, posteriormente, se terminó el proceso de secado de manera artificial en la planta piloto CLAYUCA - PROTÓN.

Fecha de proceso	Producto	Proceso de secado	Trozos secos (kg)	Harina integral (kg)
Octubre 11 de 2001	Papa china	Natural	179	---
Febrero 7 de 2002	Plátano	Artificial ^a	---	---
		Natural ^a	60	---
Febrero 14 de 2002	Papa china	Artificial ^b	---	---
		Natural	80	---
Julio 8 de 2002	Plátano	Natural	20	---

^a No hay datos debido a que el secado artificial en la planta piloto no funcionó para plátano.

^b No hay datos debido a que el secado artificial en la planta piloto no funcionó para papa china.

Efectos de la doble molienda sobre la calidad de la harina

Primeros ensayos de molienda y tamizado

El almidón del maíz perla es una materia prima que es utilizada por Industrias del Maíz S.A. en la fabricación de adhesivos para cajas y papel corrugado. En ensayos anteriores realizados en CLAYUCA se observó que la viscosidad de la harina de yuca proveniente de una doble molienda tuvo un comportamiento similar a la del almidón de maíz perla, por tal motivo, en esta actividad se decidió evaluar el proceso de doble molienda, con el fin de medir la extracción de harina menor a 53 micras y, de paso, suministrar materia prima para el proyecto paralelo de elaboración de adhesivos.

Los equipos usados en la reducción de tamaño fueron: un molino de martillos con motor de 3Hp y criba de 3/16" y otro de aspas (a escala de laboratorio) en dos cultivares de yuca: HMC 1 y Reina (ver Cuadro 8.1.28). Los diferentes tratamientos abarcaron desde la harina sin ningún tipo de reducción de tamaño hasta la doble molienda.

La clasificación granulométrica de las harinas se hizo en un tamizador plano de laboratorio marca Ro-tap, evaluándose así el comportamiento de uno de los mecanismos propuestos para la separación mecánica de harinas, permitiendo analizar el grado de extracción de harinas finas de acuerdo con el tipo de tratamiento de molienda (ver Figuras 8.1.12. a 8.1.15).

Cuadro 8.1.28. Tratamientos realizados a las harinas integrales producidas a partir de la planta piloto y a los trozos secados al sol para dos cultivares de yuca.

Tratamiento	Variedad	Origen	Reducción de tamaño		
			Ninguno	Molino de martillos	Molino de aspas
1	REINA	Planta piloto	X		
2	REINA	Planta piloto		X	
3	REINA	Planta piloto			X
4	REINA	Planta piloto		X	X
5	REINA	Trozos		X	
6	REINA	Trozos		X	X
7	HMC1	Planta piloto	X		
8	HMC1	Planta piloto		X	
9	HMC1	Planta piloto			X
10	HMC1	Planta piloto		X	X
11	HMC1	Trozos		X	
12	HMC1	Trozos		X	X

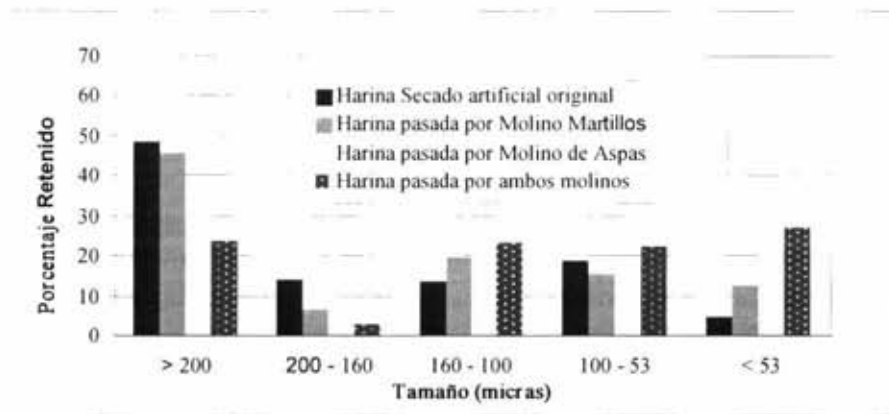


Figura 8.1.12. Distribución de tamaños de harinas de yuca variedad HMC 1 (ICA P13) provenientes de la planta piloto después de diferentes tratamientos de molienda.

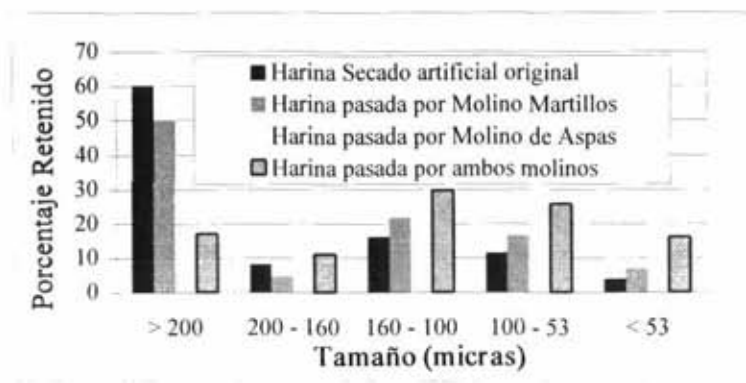


Figura 8.1.13. Distribución de tamaños de harinas de yuca variedad Reina (CM 6740-7) provenientes de la planta piloto después de diferentes tratamientos de molienda.

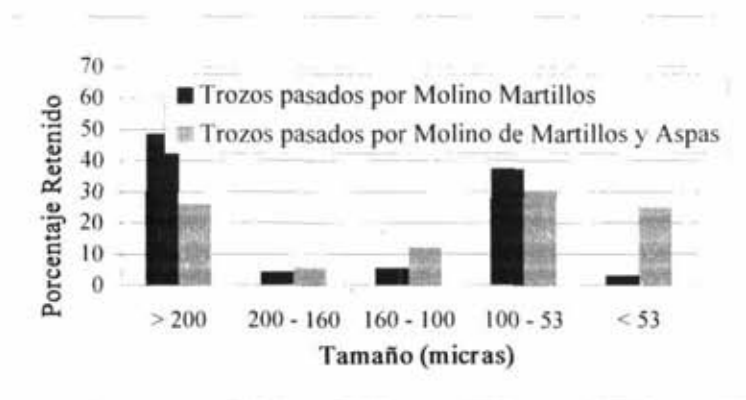
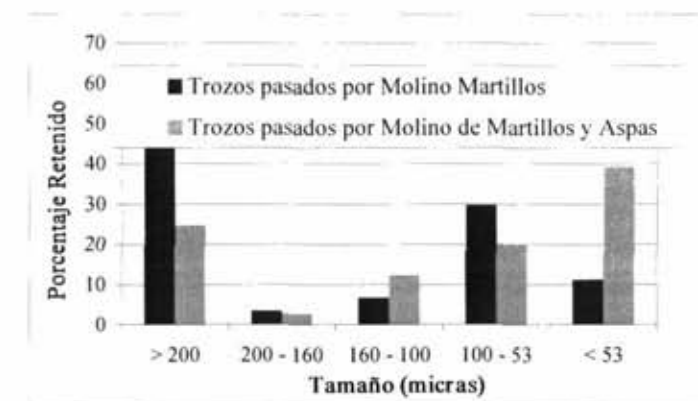


Figura 8.1.14. Distribución de tamaños de harinas de trozos secos obtenidas por dos tipos de molienda para la variedad HMC1 (ICA P13).



Cuadro 8.1.15. Distribución de tamaños de harinas de trozos secos obtenidas por dos tipos de molienda para la variedad Reina (CM 6740-7).

En las Figuras 8.1.12. y 8.1.13. aparecen los resultados granulométricos de las harinas provenientes de la planta piloto. La harina original, o sin ningún tipo de reducción de tamaño, es una harina gruesa que sólo presenta un 20% en promedio de partículas menores a 100 micras. Con el molino de aspas y la doble molienda se logró extraer para ambas variedades porcentajes superiores al 47% de harinas menores de 100 micras y se logró extraer una harina menor de 53 micras en un 23% en promedio, alcanzándose una relación de extracción de 1 a 10 (harina – yuca fresca).

Las Figuras 8.1.14. y 8.1.15. muestran que la reducción de tamaño de los trozos mediante la doble molienda, haciendo uso de un molino de martillos y de aspas, fue la que mayor reducción generó, permitiendo obtener en promedio un 58% de harinas menores a 100 micras y la extracción de harina menor de 53 micras fue un poco mayor de 33%, en este caso se obtendría una relación de extracción de 1 a 7.5 (harina - yuca fresca).

Comportamiento de la viscosidad de las harinas

Se quiso corroborar si las harinas finas menores de 100 micras tenían un comportamiento físico similar al del almidón dulce usado industrialmente. Se realizó un análisis de viscosidad en un viscoamilógrafo Brabender a las harinas de los tratamientos 4 y 10 del Cuadro 8.1.28 y al almidón de maíz perla, encontrando efectivamente un comportamiento similar como se puede observar en la Figura 8.1.16.

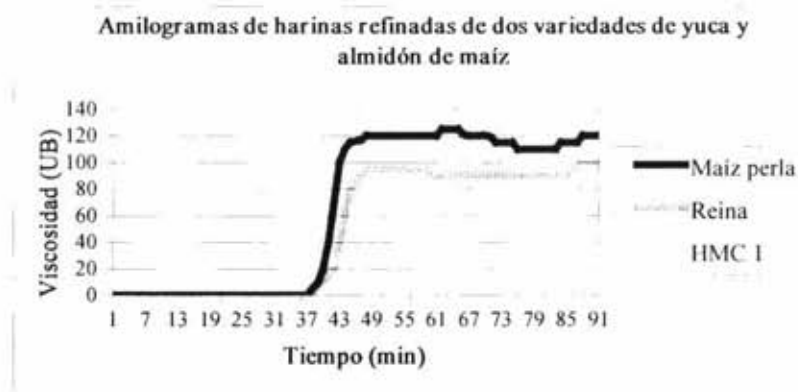


Figura 8.1.16. Amilogramas de las harinas de dos variedades de yuca (sometidas a doble molienda tratamientos 4 y 10) y el almidón de maíz perla.

Propuesta preliminar de proceso CLAYUCA-Univalle para la producción de almidón dulce vía seca

Selección de Mallas para la Tamizadora de Vórtice

En el tamizado de las muestras de la actividad anterior se encontró que este tipo de separación física por tamaños sólo fue eficiente y rápida hasta la malla de 100 micras. En la separación de 100 gr de harina usando la malla de 53 micras se gastaba más de una hora; en cambio, cuando se realizaba la separación con la malla de 100 micras se requerían menos de 20 minutos. En las mallas muy finas, las partículas se cargan electrostáticamente, agrupándose y taponando las mallas; por esto, se hizo necesario introducir en el tamizador materiales inertes a las muestras para romper los agregados y destapar las mallas por vibración.

Para la elección más conveniente de las mallas (Figura 8.1.11f) que se instalarían en la tamizadora de vórtice (Figura 8.1.11e) se recurrió a los análisis granulométricos de los materiales tratados en la actividad anterior. Para ambas líneas de proceso con trozos secos y harina de planta piloto se eligieron, en un principio, las mallas de 212 (70 mesh), 177 (80 mesh) y 100 (150 mesh) micras, pero como la cantidad que se recogería entre 212 y 177 sería pequeña se decidió eliminar la de 212 micras.

Clasificación neumática con ciclones

Teniendo en cuenta los problemas que se presentan en la separación mecánica por debajo de 53 micras, se verificó que para llegar al principal objetivo de este proyecto (almidón vía seca), era necesario aplicar la clasificación neumática con ciclones, debido a que estos dispositivos tienen capacidad de separar partículas entre 5 y 200 micras²³. Estos poseen ventajas en términos de eficiencia, facilidad de construcción y operación, bajos costos de montaje, fabricación y mantenimiento. Es así, como se empezó a trabajar en el diseño de un equipo neumático usando ciclones, a la vez que se investigaba la opción de encontrar en el mercado una máquina que hiciera este tipo de separación.

En la Figura 8.1.17. aparece el esquema que registra las principales dimensiones que se tienen en cuenta en el diseño de ciclones. La literatura reporta el uso de los ciclones generalmente en la recolección neumática de polvos²⁴ generados en las industrias y no como separadores por tamaño de partículas, uso especial que se le quiere dar en este proyecto.

²³ Duarte Torres Alberto. Operaciones de Transferencia de Momentum y Manejo de sólidos. Bogotá, 1998

²⁴ Simpson Shay; Parnell Calvin. New Cyclone Design for Cotton Gin Emissions Containing Lint Fiber



$$B_c = D_c/4$$

$$H_c = D_c/2$$

$$D_c = D_c/2$$

$$L_c = 2D_c$$

$$S_c = D_c/8$$

$$Z_c = 2D_c$$

$$J_c = D_c/4$$

Figura 8.1.17. Esquema de un ciclón y sus principales dimensiones.

Es importante tener en cuenta, para entender el funcionamiento de un ciclón, que éste es esencialmente una cámara de sedimentación en la que la aceleración gravitacional se sustituye por la aceleración centrífuga. Esta última aceleración la adquieren las partículas debido a la geometría del ciclón haciendo que las de mayor masa se sedimenten en la parte inferior del cono y las de menor masa sean arrastradas por la corriente de aire a la parte superior. Un ciclón que se diseñe con eficiencias de recolección menores de 100% podría convertirse en un dispositivo para hacer separación de partículas de diferentes tamaños. Es así como se empezó a vislumbrar que un buen separador neumático podría estar conformado por dos ciclones en serie que permitan una clasificación por tamaños en el primer ciclón y una recolección de los finos en el segundo.

En la búsqueda de información bibliográfica sobre ciclones se encontró en la Universidad del Valle un trabajo de tesis²⁵, en él usaron un par de ciclones no en serie, sino en forma independientemente, en el año de 1988, para clasificar cemento Pórtland con buenos resultados reportados. Aprovechando la existencia de estos dos ciclones se pidieron en calidad de préstamo para empezar a realizar unas pruebas preliminares y demostrar la

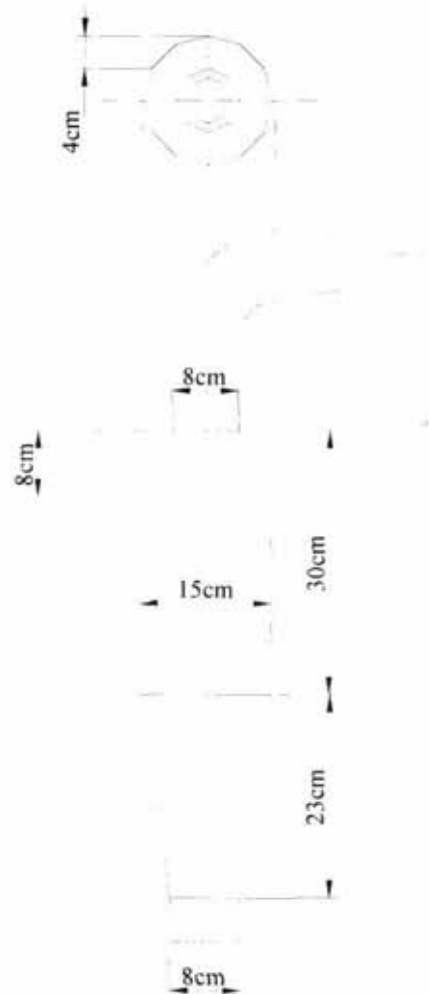
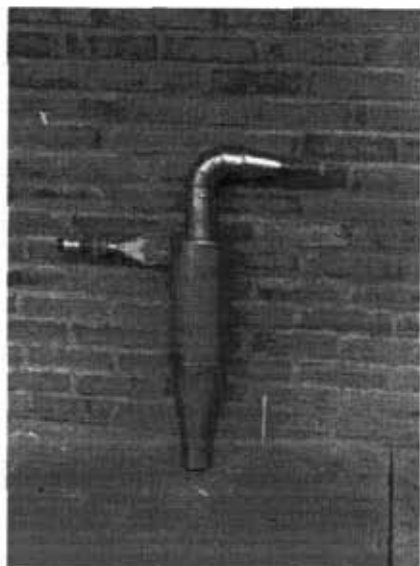
²⁵ Rodríguez Herrera, Henry; Arboleda, Gilberto. Herrera Diseño. Construcción y puesta a punto de un sistema de clasificación de polvos por medios neumáticos.

utilidad de los ciclones en la clasificación neumática de harinas. Se decidió que el ciclón de mayor tamaño mostrado en la Figura 8.1.18. trabajaría como clasificador aprovechando que la magnitud de su radio permitiría la separación de las partículas de menor tamaño que serían arrastradas por la corriente de aire y recolectadas en el ciclón pequeño (Figura 8.1.19.) conectado en serie con el primero.

Con toda la información obtenida hasta ese momento se planteó la primera modificación del esquema CLAYUCA-Univalle de la propuesta inicial mostrada en la Figura 8.1.10. Esta nueva línea de proceso constaba de tres etapas: molienda, clasificación en la tamizadora de vórtice y clasificación neumática con los dos ciclones en serie. En la Figura 8.1.20 aparece el esquema de proceso para la harina de la planta piloto y en la Figura 8.1.21 el esquema de proceso para trozos secos. Estas líneas de proceso fueron objeto de evaluación en las actividades siguientes.



Figura 8.1.18. Ciclón clasificador y sus dimensiones.



CICLÓN
RECOLECTOR

Figura 8.1.19. Ciclón recolector y sus dimensiones.

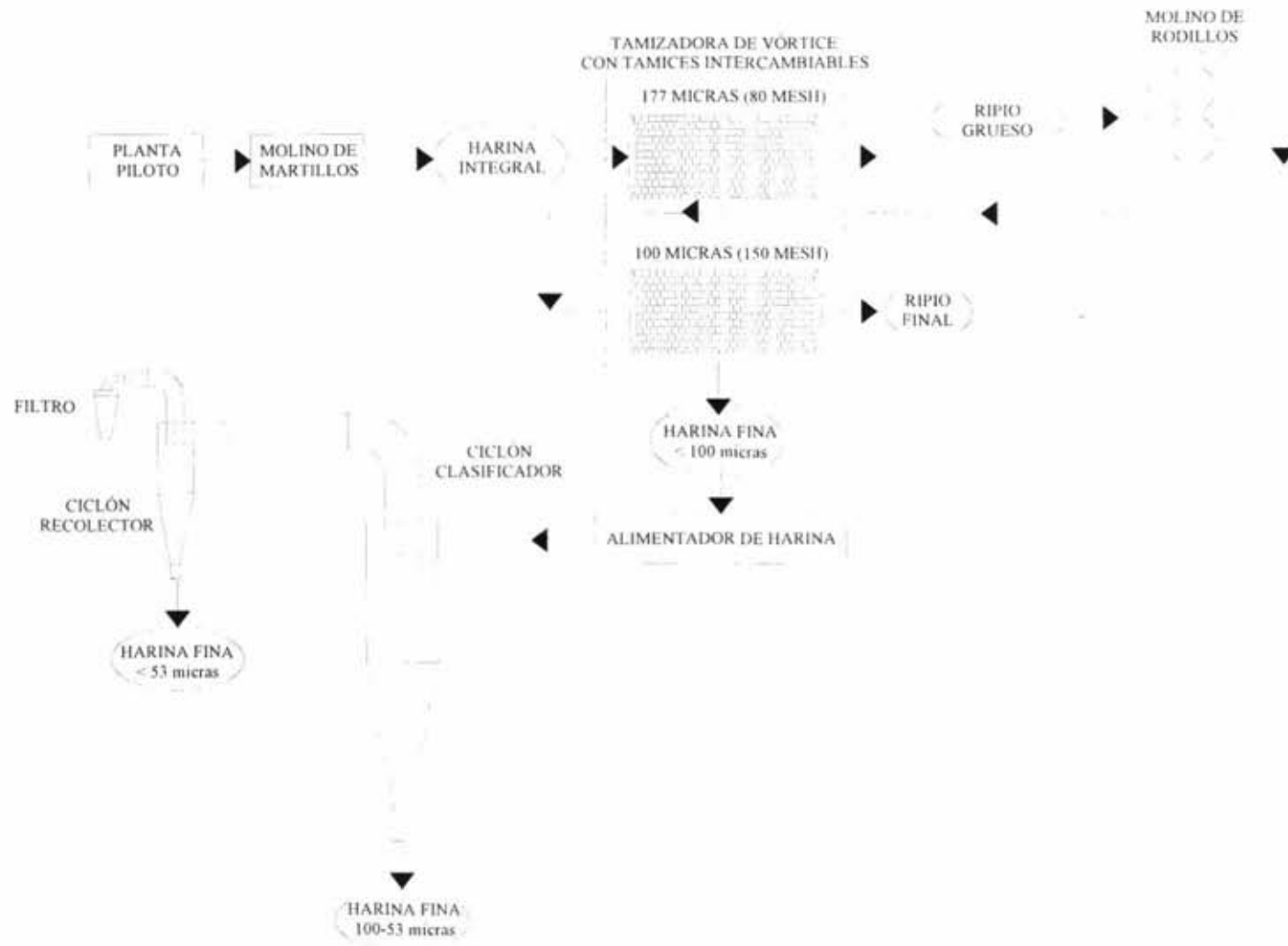


Figura 8.1.20. Línea preliminar de proceso CLAYUCA-Univalle propuesto para la producción de almidón dulce vía seca a partir de las harinas provenientes de la planta piloto.

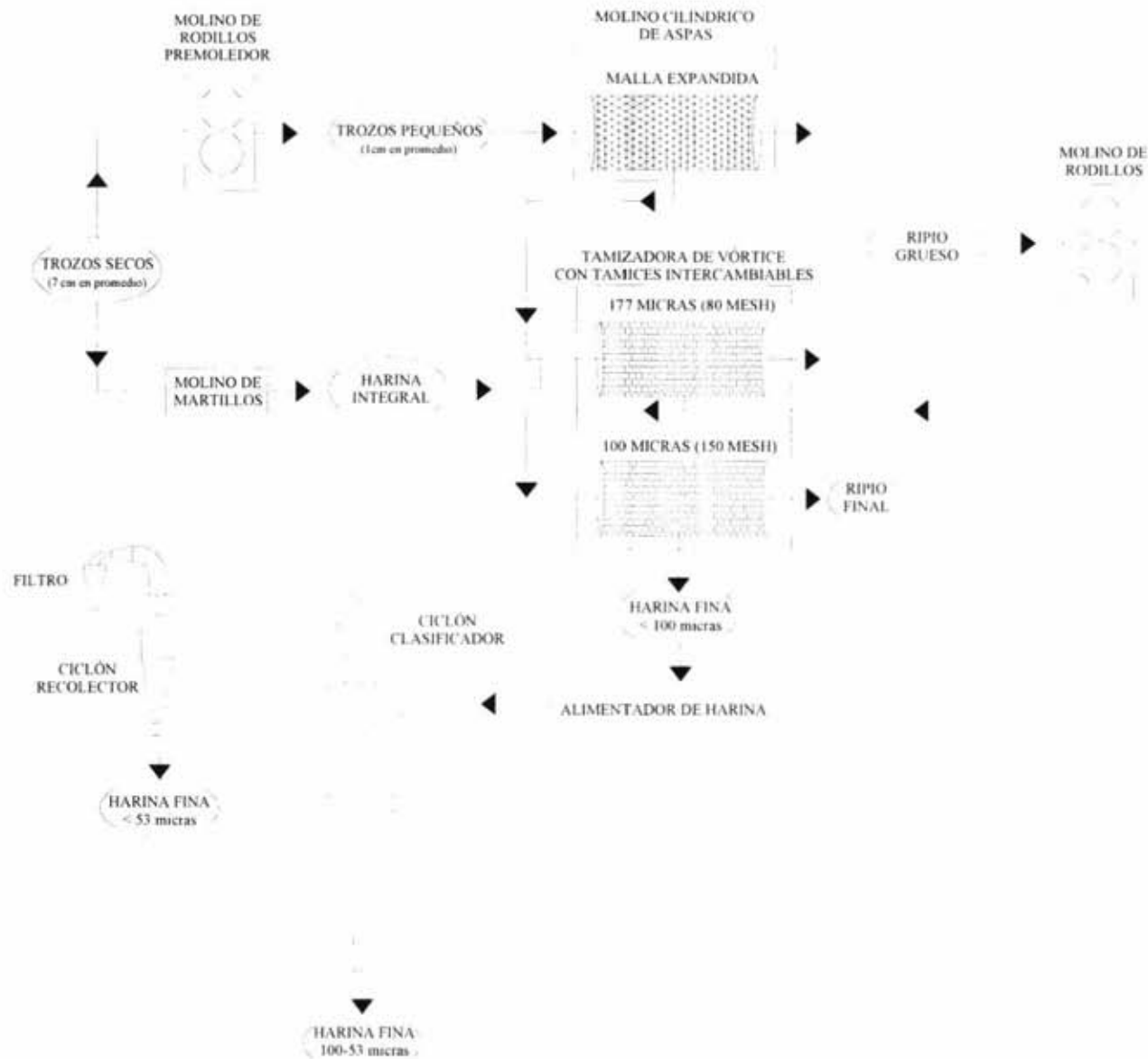


Figura 8.1.21. Línea preliminar de proceso CLAYUCA-Univalle propuesto para la producción de almidón dulce vía seca a partir de las harinas provenientes de trozos secos naturalmente.

Adecuación de equipos y mejoramiento de la línea preliminar de proceso CLAYUCA-Univalle para la obtención de almidón vía seca

Ajuste a la tamizadora

Después de seleccionar las mallas apropiadas se construyeron 2 tamices intercambiables para la tamizadora de vórtice, igualmente se le practicó mantenimiento, balanceo de ejes, instalación de rodachines y se rediseñó el sistema de intercambio de los tamices, ya que el que poseía no permitía su fácil extracción.

Vale la pena aclarar que cuando a la tamizadora de vórtice se le adapta una criba de malla expandida de aberturas de 3 mm de diámetro (Figura 8.1.11f) funciona como un molino y por esto se le denomina molino cilíndrico de aspas (Figura 8.1.11c). A la tamizadora de vórtice se le adaptó un motor de 5 Hp que gira a 3715 rpm transmitiendo al eje de las aspas, por un juego de poleas, las velocidades de 1286 y 1930 rpm. La velocidad óptima de rotación de las aspas fue determinada por estudios granulométricos y visuales de todos los materiales que se obtenían. La velocidad de 1286 rpm fue escogida para la reducción de tamaño de trozos secos con el molino cilíndrico de aspas porque evita la excesiva molienda de la fibra, cáscara y cascarilla, y la velocidad de 1930 rpm fue escogida para la etapa de tamizado por su eficiente rendimiento.

Mecanismo de alimentación a los ciclones

Los ensayos preliminares de la etapa de clasificación neumática de harinas se realizaron con el mismo sistema usado con cemento, es decir, un compresor que impulsaba el aire y el material a los ciclones.

Para regular la alimentación de la harina se construyó un alimentador (ver Figura 8.1.22) compuesto por una tolva que en su parte inferior posee un tornillo sin fin; éste conducía la harina a una recámara en donde llegaba el aire comprimido que impulsaba la harina a los ciclones. El mecanismo de alimentación no funcionó como se esperaba, ya que el material no fluía con facilidad y no se contaba con un compresor de gran capacidad que permitiera un funcionamiento adecuado por varias horas, sosteniendo las condiciones de presión y caudal requeridas; además, el aire tendía a desviarse por la tolva generando escape del material. Por lo anterior, se decidió cambiar el sistema neumático de alimentación por un ventilador centrífugo extractor.

Desempeño del molino cilíndrico de aspas

Se evaluó el desempeño del molino cilíndrico de aspas con dos tipos de materiales: trozos enteros y trozos premolidos²⁵ Se tomaron muestras de las harinas y de los ripios obtenidos para conocer sus granulometrías. El material grueso que no pasa por la malla expandida y sale axialmente impulsado por las aspas rotatorias es llamado ripio.

²⁵ Los trozos premolidos se obtienen pasando los trozos enteros a través del molino de rodillos premoedor de la Figura 8.2.11b

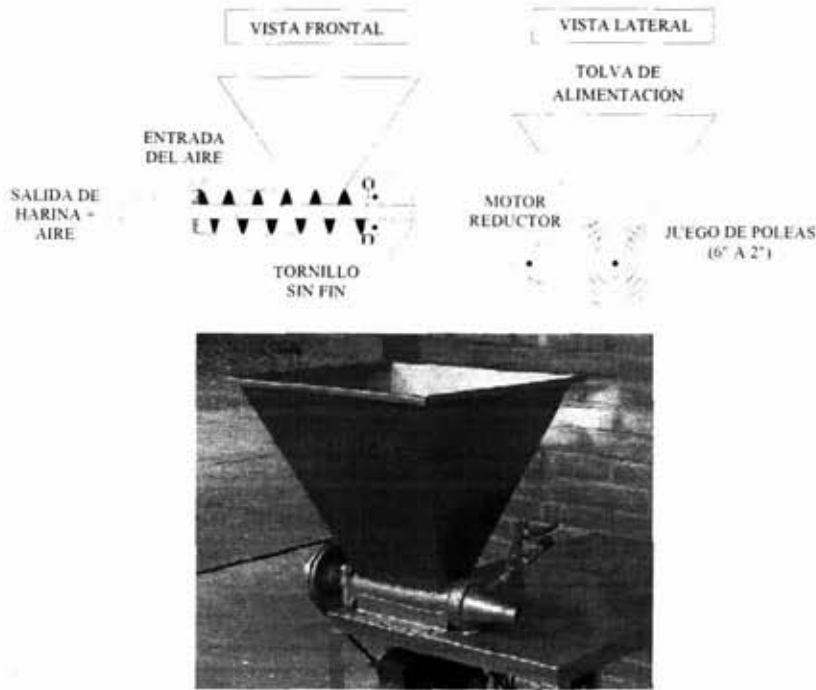


Figura 8.1.22. Vistas y foto del alimentador de harinas con tornillo sin fin.

En los análisis se observó que ambas harinas poseían granulometrías muy semejantes como se puede ver en la Figura 8.1.23, por lo tanto se hace innecesario el uso del molino de rodillos premoedor; y por lo anterior éste se suprimió de la línea preliminar del proceso de trozos que aparece en la Figura 8.1.21. En las granulometrías de los rípios mostrados en la Figura 8.1.24 se encontró harina fina que debía ser recuperada; por tal motivo, se decidió conectar a la salida de la harina del molino cilíndrico el mismo ventilador que debía impulsar este material a los ciclones en serie. Con esta nueva disposición de los equipos se ayudaría a mantener limpios los orificios de la malla expandida, permitiendo un flujo continuo del material y un rípio más puro. Por otro lado, este ventilador garantizaría un caudal constante que es ideal para el buen funcionamiento de los ciclones. Esta nueva disposición del ventilador extractor se decidió utilizarlo también en la tamizadora de vórtice para un trabajo en flujo continuo.

Evaluación de la importancia del molino de martillos en las líneas preliminares del proceso CLAYUCA-UNIVALLE

De acuerdo con las líneas propuestas en las Figuras 8.1.20 y 8.1.21 se produjeron harinas finas de tamaño menor a 100 micras, tanto del material proveniente de la planta piloto como de los trozos. Para cada esquema se trabajó con y sin el molino de martillos y los resultados de los análisis proximales de los cuatro materiales se registran en las Figuras 8.1.25 y 8.1.26.

Se encontró que en las harinas finas menores de 100 micras provenientes de ambas líneas de trabajo, el molino de martillos causó el desplazamiento de proteína y fibra, ya que éste provoca una reducción de tamaño excesiva, impidiendo en la etapa de tamizado la separación de fibra de la harina y como se dijo con anterioridad, el material objetivo es un almidón de yuca puro, por todo lo anterior se decidió sacar de la línea de proceso a este molino. Para la misma línea de proceso se decidió también que el molino de rodillos propuesto para el tratamiento de rípios no era apropiado por su alto costo, baja capacidad y difícil consecución y en reemplazo, se optó por hacer repase a los rípios en el molino cilíndrico de aspas, que por su versatilidad, ya mencionada, fue escogido como equipo único en el proceso de molienda y tamizado de trozos secos.

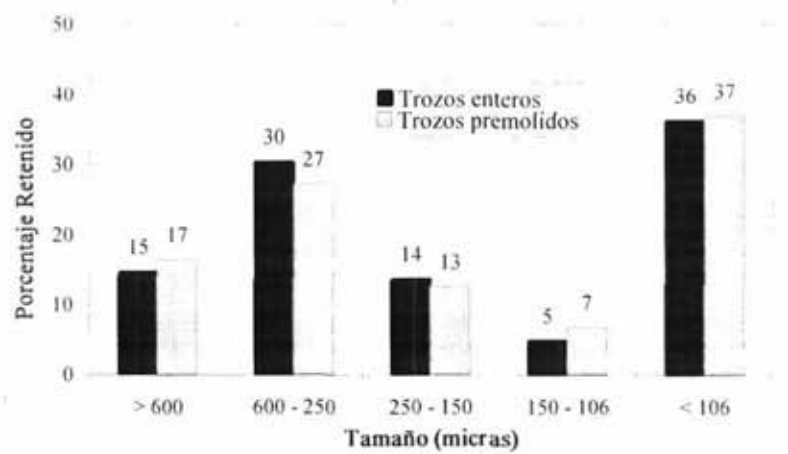


Figura 8.1.23. Comparación granulométrica de las harinas provenientes de trozos enteros y de trozos premolidos, obtenidos con el molino cilíndrico de aspas.

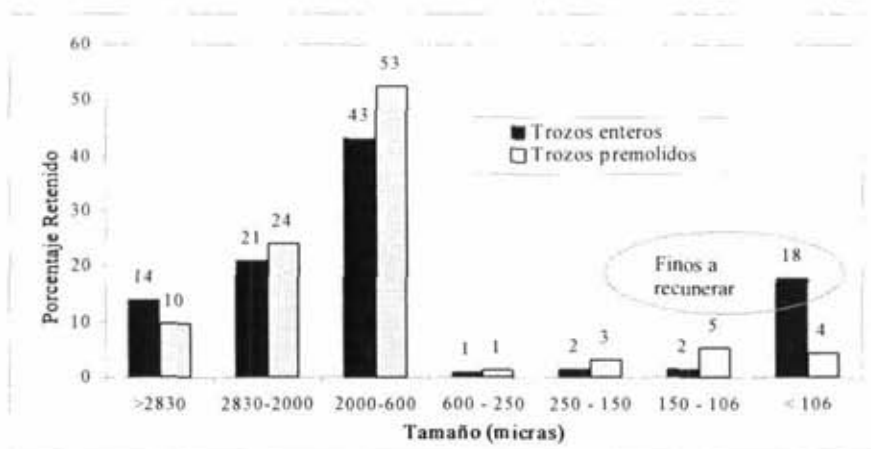


Figura 8.1.24. Comparación granulométrica de rípios de trozos enteros y premolidos pasados por el molino cilíndrico de aspas.

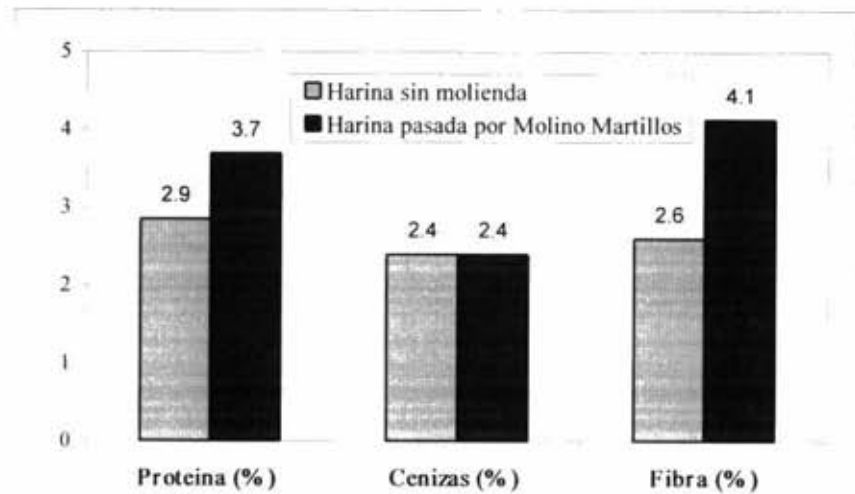


Figura 8.1.25. Comparación de contenidos de fibra, proteína y ceniza de las harinas menores a 100 micras de la variedad Reina (CM 6740-7), procedentes de la planta piloto

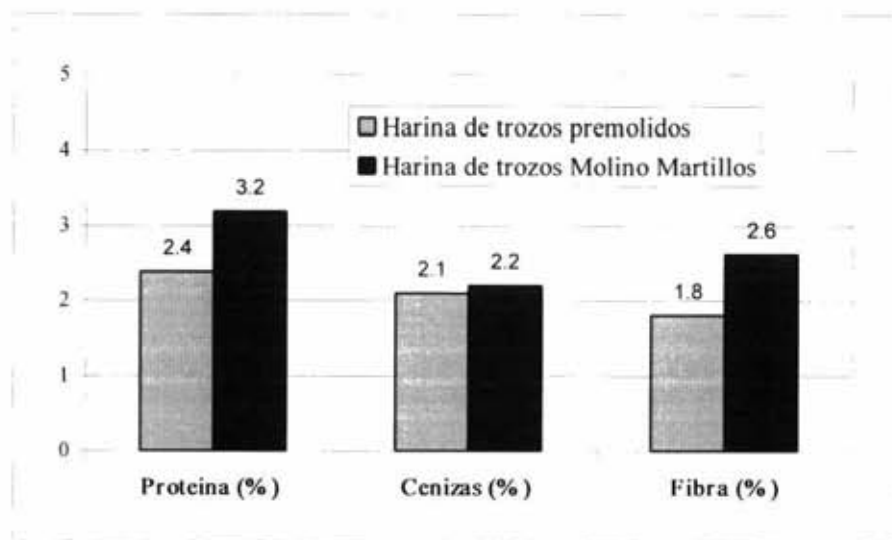


Figura 8.1.26. Comparación de contenidos de fibra, proteína y ceniza para harinas menores a 100 micras provenientes de trozos secados naturalmente, variedad Reina (CM 6740-7).

Ensayos en el clasificador neumático Pillsbury en Industrias Ramo de Mosquera, Cundinamarca

Búsqueda de clasificadores neumáticos en el mercado e industria nacional

Investigando la existencia de clasificadores en el mercado se encontró que el desaparecido Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT) reportaba varios equipos comerciales para la clasificación neumática y el uso de uno de éstos en tres proyectos²⁷. El equipo usado fue un clasificador neumático marca Pillsbury modelo T-11 para la clasificación de pulimento de arroz, mogolla y salvado de trigo. Después de la disolución del IIT el equipo fue adquirido por Productos Ramo S.A. de Mosquera, Cundinamarca, con esta información se realizaron los primeros acercamientos con dicha industria para lograr el préstamo y llevar a cabo una serie de pruebas de clasificación neumática con harina de yuca y obtener un producto de referencia producido en un equipo comercial.

Ensayo en el clasificador neumático marca Pillsbury

La empresa Ramo S.A. permitió la visita a sus instalaciones para conocer el funcionamiento y el desempeño del equipo de clasificación neumática de laboratorio marca Pillsbury modelo T-11, es así como se evaluó el fraccionamiento de partículas de harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la obtención de materiales finos menores a 53 micras con bajos contenidos de fibra, proteína y ceniza.

Materiales usados en los ensayos

Para realizar los ensayos se tomaron harinas de tres variedades de yuca provenientes de trozos secados naturalmente y de secado artificial en la planta piloto CLAYUCA-PROTÓN, detalladas en el Cuadro 8.1.30. Las harinas se obtuvieron bajo las líneas de proceso propuestas en la actividad anterior (ver Figuras 8.1.20 y 8.1.21).

Cuadro 8.1.30. Harinas disponibles para los ensayos de clasificación neumática.

Harinas	
Variedad	Descripción
Reina (Cm 6740-7)	Harina integral de secado artificial
Reina (Cm 6740-7)	Harina con tamaño < 100 micras, secado artificial
Peruana (Mper 183)	Harina integral de secado artificial
Peruana (Mper 183)	Harina con tamaño < 100 micras, secado artificial
Catumare (Cm 523-7)	Harina integral de trozos secados naturalmente.
Catumare (Cm 523-7)	Harina con tamaño < 100 micras, secado natural

²⁷ Bocanegra, R. Marco F. Clasificación Neumática de Harinas y Métodos para la Medida de Tamaño de Partículas. Revista Tecnología IIT, No.87, 1974.

Bocanegra R. Marco F. Molienda fina y Clasificación Neumática de Harina de pulimento de Arroz. Revista Tecnología IIT, No.96, 1975

Chaves Gerardo; Bucle, T. de. Concentrados de proteína de trigo por vía seca a partir de subproductos de molienda en Colombia. Revista Tecnología IIT, No.107, 1974

Variables de operación del equipo de clasificación marca Pillsbury

Según los estudios de clasificación neumática de harinas reportado por el IIT, el equipo clasificador neumático marca “Pillsbury” (ver Figura 8.1.27) es un dispositivo que fracciona la harina en dos partes, una fina y otra más gruesa que el punto de corte²⁸ ajustable según los requerimientos mediante el cambio de las variables. Reportaron seis variables con los siguientes valores:

- ✓ Dirección de las cuchillas del rotor: igual sentido o contraria a la del rotor.
- ✓ Número de aberturas libres del rotor: 6 y 2.
- ✓ Velocidad del rotor: Alta (5800 y 5820), media (4000) y baja (2990y 2050) rpm.
- ✓ Ángulo de las pantallas de corte: 10 y 35°
- ✓ Velocidad del aire: 50, 121 y 85 pies³/min.
- ✓ Velocidad de alimentación. 12.5, 15, 25, 50, 80 y 100 lb/hr

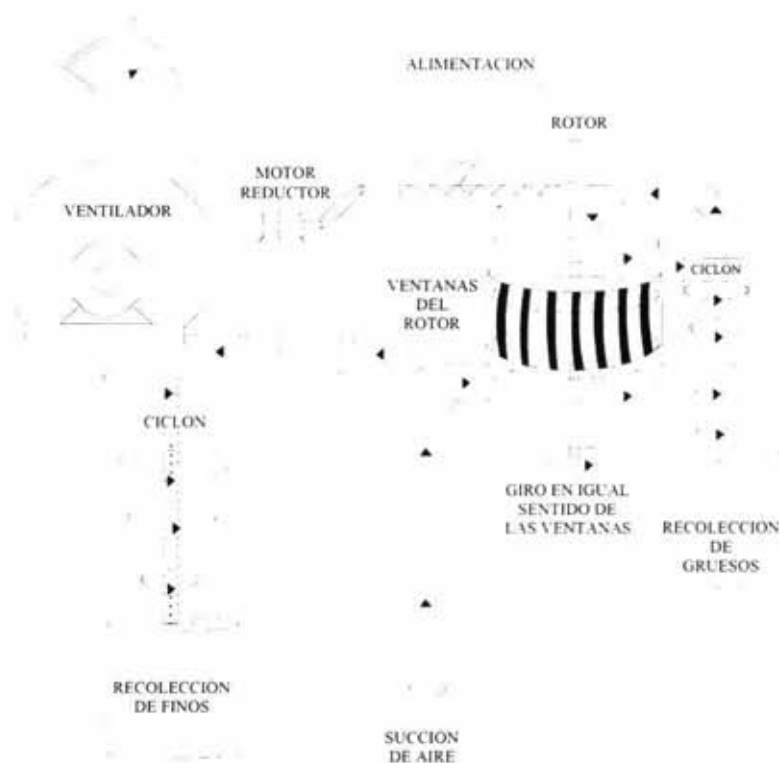


Figura 8.1.27. Esquema general del clasificador neumático marca Pillsbury.

Al examinar el equipo se inició por reconocer las anteriores variables, encontrando que la variable *ángulo de pantallas de corte* sólo contaba con el ángulo de 10°, la variable *dirección de las cuchillas del rotor* no se logró identificar la manera de variarla, en

²⁸ El punto de corte es el diámetro a partir del cual se fraccionan las partículas de una mezcla heterogénea.

consecuencia, se determinó tomar como variable sustituta la dirección de giro del rotor con respecto de la posición fija de las cuchillas y la variable *número de aberturas libres del rotor* no fue reconocida.

Para la velocidad del aire y de alimentación se consideró como variables sustitutas la velocidad de rotación de los ejes del ventilador y del tornillo alimentador, respectivamente, debido a que era mucho más sencillo cuantificar rápidamente sus valores con variadores electrónicos de velocidad instalados en sus motores. Es obvio que estas variables son directamente proporcionales a las reportadas originalmente.

Por lo anterior las variables que finalmente se utilizaron fueron las siguientes:

- ✓ Giro del rotor (igual o contraria a las cuchillas)
- ✓ Velocidad del rotor (rpm)
- ✓ Velocidad del aire (velocidad de rotación del eje del ventilador, rpm)
- ✓ Velocidad de alimentación (velocidad de rotación del tornillo alimentador, rpm)

Ensayos de reconocimiento

El reconocimiento del equipo se inició midiendo las revoluciones de los tres motores que lo componen, ver Cuadro 8.1.31.

Cuadro 8.1.31. Condiciones iniciales de los motores y sentido de giro del rotor del clasificador neumático Pillsbury.

Motores de las variables	Potencia (Hp)	Velocidad de rotación (rpm)
Motor del rotor (giro en sentido contrario a las cuchillas del rotor)	5.0	5835
Motor del ventilador	1.5	3510
Moto-reductor de alimentación	1.5	54.4

Con estas condiciones se realizaron las primeras pruebas, sin datos reportados, clasificando una harina integral con muy buenos resultados, pero se presentó una falla en el moto-reductor de la alimentación. Mientras se reparaba el equipo se observó con detenimiento el funcionamiento del equipo y específicamente el del rotor; además, haciendo uso de un estereoscopio se identificaron los diferentes constituyentes de las harinas tales como almidón, fibra y partículas extrañas. Se observó en las harinas menores a 100 micras la presencia en mayor porcentaje de almidones disgregados.

Una vez estuvo reparado el equipo e instalados los variadores electrónicos de velocidad en cada uno de los motores del clasificador neumático Pillsbury, se determinaron las mejores condiciones de operación para la clasificación de finos con altos rendimientos.

Ensayos de clasificación y resultados

A continuación se describen detalladamente los doce ensayos (ver Cuadro 8.1.32) realizados con los materiales descritos en el Cuadro 8.1.30.

En los ensayos 1 a 6 se quiso observar los resultados de la clasificación al variar la velocidad de alimentación en un amplio rango encontrando resultados con valores menores de 8.7%, no satisfactorios; por tal motivo, se optó por dejar la velocidad del motor-reductor del alimentador fija en 31.5 rpm.

En el ensayo 7 se redujo la velocidad del rotor de 5810 a 2998 rpm, sin obtener aún resultados satisfactorios en la cantidad de finos separados.

En el ensayo 8 se continuó reduciendo las revoluciones del rotor (1458 rpm) al mínimo, a la vez que se cambió su dirección de giro, de tal forma que quedó en igual sentido de sus cuchillas, incrementándose el rendimiento de clasificación de finos satisfactoriamente de 3.5% en el ensayo 7 a 68%.

En el ensayo 9, se decidió bajar las revoluciones del ventilador de 3510 a 1755 rpm para reducir el escape de finos a la salida y se aumentaron al máximo las revoluciones del rotor (5815 rpm) para conocer el efecto ante las otras variables ya modificadas. Con estas modificaciones se encontró una disminución parcial del material fino liberado al exterior, debido a la baja velocidad del ventilador, y una reducción en el rendimiento de finos de 68% a 25% respecto del ensayo 8, debido a la alta velocidad del rotor.

En el ensayo 10 se tomaron los finos clasificados en el ensayo 8 para observar si era posible realizar una nueva clasificación y obtener un material mucho más fino. Efectivamente, se logró una nueva clasificación de esos materiales y, como se puede ver en el Cuadro 8.1.33, la reclasificación permitió una disminución del contenido de fibra y ceniza de 2.6 a 2.0% y de 2.1 a 2.0% respectivamente.

En el ensayo 11 se quiso ver la separación que podía realizar el clasificador en una mezcla de 27% fibra molida y 73% de almidón puro. El equipo hizo una buena separación de la fibra gruesa, sobre el material fino con un rendimiento de 50.8% de almidón separado, pero éste no resultó tan blanco como inicialmente se encontraba, pues adquirió una coloración amarillenta que puede deberse a la presencia de pequeñas fibras o, en su defecto, a partículas finas presentes en el equipo de los ensayos anteriores. Lastimosamente, no se efectuó una reclasificación de estos finos, como se hizo en el ensayo 10 con los finos del ensayo 8, y observar si hubiese sido posible bajar el porcentaje de fibra reportado en el Cuadro 8.1.33 en un segundo pase.

En el último ensayo, se quiso conocer si las condiciones óptimas del equipo encontradas en los ensayos 8, 10 y 11 en la clasificación de materiales menores de 100 micras también lo eran para harinas integrales, dando como resultado una mala clasificación al obtener un material grueso muy diferente a los finos obtenidos en los ensayos anteriores. Se debe recordar que en las primeras pruebas, como se dijo anteriormente, se trabajó con una harina integral con buenos resultados, cuando el rotor del equipo se encontraba

trabajando en sentido contrario a las cuchillas, este caso será ensayado nuevamente en la segunda visita.

Análisis de resultados y conclusiones

Los doce ensayos permitieron determinar la influencia de las variables en la clasificación neumática de harinas de yuca y encontrar preliminarmente las mejores condiciones de operación del equipo. El protagonista de la clasificación fue el rotor cuyo sentido de giro y velocidad, igual a las cuchillas y 1458 rpm respectivamente, determinaron los mejores rendimientos de separación de finos en los ensayos 8 y 10; para conocer la calidad de estos finos y sus gruesos se realizaron análisis de contenidos de fibra, proteína y ceniza (ver Cuadro 8.1.33) y según los resultados las dos clasificaciones neumáticas secuenciales disminuyen los contenidos iniciales de fibra y ceniza en 38% y 37% respectivamente, de una harina menor de 100 micras, mientras que la proteína se mantiene más o menos constante.

El material más fino obtenido (finos ensayo 10) no tuvo las características esperadas si se compara sus contenidos de fibra (2%) y ceniza (2%) con los de una harina < 53 micras de la misma variedad, obtenida por tamizado con un equipo marca Ro-tap, cuyos contenidos de fibra fueron 0.9% y ceniza 1.9%.

En el análisis del material clasificado como fino en el ensayo 11 (mezcla almidón + fibra) se realizó, igualmente, un análisis proximal para conocer los contenidos de fibra, proteína y ceniza, mostrando que, a pesar de haberse clasificado con las mejores condiciones encontradas, el material posee aún un 3.3% de contenido de fibra.

Cuadro 8.1.32. Materiales usados y Condiciones de Operación en cada uno de los Ensayos.

Ensayo	Harina	Velocidad del tornillo alimentador (rpm)	Velocidad del rotor (rpm)	Velocidad del ventilador (rpm)	Flujo másico (kg/min)	Rendimiento de finos (%)
1	Integral Planta Piloto *V: Reina	47.05	5809	3510	0.463	3.40
2	Integral Planta Piloto *V: Reina 2 ^{do} Pase**	94.1	5810	3510	1.04	3.01
3	Integral Planta Piloto *V: Reina 3 ^{er} Pase	31.5	5815	3510	0.362	4.70
4	< 100 micras Planta Piloto V: Reina	31.5	5807	3510	0.360	3.50
5	< 100 micras Trozos V: Catumare	31.5	5810	3510	0.268	8.00
6	Trozos, Molino Vórtice V: Catumare	31.5	5810	3510	0.258	8.70
7	< 100 micras Planta Piloto V: Peruana	31.5	2998	3510	0.385	3.50
8	< 100 micras Planta Piloto V: Peruana 2 ^{do} Pase	31.5	1458	3510	0.420	68.0
9	< 100 micras Planta Piloto V: Reina	31.5	5815	1755	0.270	25.2
10	Finos de la Prueba No.8	31.5	1458	1755	0.380	67.2
11	Mezcla de Almidón Puro + Fibra Pura	31.5	1458	1755	0.210	50.80
12	Integral Planta Piloto V: Peruana	31.5	1458	1755	0.290	18.78

NOTA: Los ensayos 1 al 7 se hicieron con el rotor girando en sentido contrario de las cuchillas del rotor.

* V: Variedad de Yuca

** Se pasa nuevamente por el equipo el material fino del ensayo anterior.

Cuadro 8.1.33. Contenidos de fibra, ceniza y proteína de harinas de yuca.

Material	Proteína (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas (%)
Harina MPER 183 <100 µm	3.75	3.22	3.16
Finos prueba 8	3.74	2.60	2.10
Gruesos prueba 8	4.63	7.00	2.60
Finos prueba 10	3.38	2.00	2.00
Gruesos prueba 10	4.01	4.40	2.30
Finos de la mezcla almidón + fibra	2.01	3.3	0.7

Construcción y primeros ensayos con el nuevo sistema neumático del clasificador ciclónico

Construcción y adecuación de equipos

Tal como se había mencionado anteriormente, se construyó un ventilador extractor y se acopló a los dos ciclones, Figura 8.1.28 en reemplazo del compresor que se tenía inicialmente.

El ventilador cuenta con un motor de 3 Hp cuya velocidad de rotación es 1735 rpm y transmite al eje del ventilador, por un juego de poleas, las velocidades de 2625 y 3500 rpm. La velocidad de 2625 rpm hace que éste entregue a la entrada del primer ciclón un caudal de 0.24 m³/s y la de 3500 rpm un caudal de 0.32 m³/s.

Para tener un proceso continuo se construyó y acopló un ducto de 6" de diámetro entre la salida de la tamizadora y el ventilador e igualmente se construyeron los respectivos acoples entre los ciclones.



Ventilador



Ventilador y ciclones en serie

Figura 8.1.28. Vista general del ventilador y de los ciclones en serie.

Primeros ensayos de clasificación con el nuevo sistema neumático

Tal como se pensó el uso de un ventilador como extractor, permitió mejorar el funcionamiento de la tamizadora de vórtice y al mismo tiempo se mejoró el sistema de alimentación de harina a los ciclones.

Los primeros ensayos con el nuevo sistema neumático y los ciclones dispuestos en serie con alimentación tangencial (ver Figura 8.1.29) arrojaron nuevamente datos no satisfactorios al obtener un rendimiento de separación de harinas finas de 1%. Por esta razón, se decidió probar otra manera de alimentación denominada axial²⁹ (ver Figura 8.1.30). Esta nueva disposición de la alimentación al ciclón clasificador arrojó resultados satisfactorios de harinas finas recolectados (ver Cuadro 8.1.34). Por lo tanto, esta nueva disposición de la alimentación al primer ciclón en forma axial se adoptó definitivamente en las líneas de procesamiento CLAYUCA-Univalle.

Cuadro 8.1.34. Efecto del tipo de alimentación en los ciclones en serie sobre la extracción de harina fina.

Material	Tipo de alimentación	Caudal de aire (m ³ /s)	% de extracción de harina fina
Harina < 3 mm	Tangencial	0.32	1
	Axial	0.32	36.5
	Axial	0.24	27.4
Harina < 177 micras	Axial	0.32	45.7
Harina < 100 micras	Axial	0.32	36.7

²⁹ Gil Martínez Antonia. Modelo Experimental de Flujo frío de Ciclón Primario de una Planta de Lecho Fluido a Presión. Tesis Doctoral. Zaragoza, España, 2000. Pág. 37



Figura 8.1.29. Disposición de Equipos para la clasificación de harinas con alimentación tangencial al ciclón clasificador.

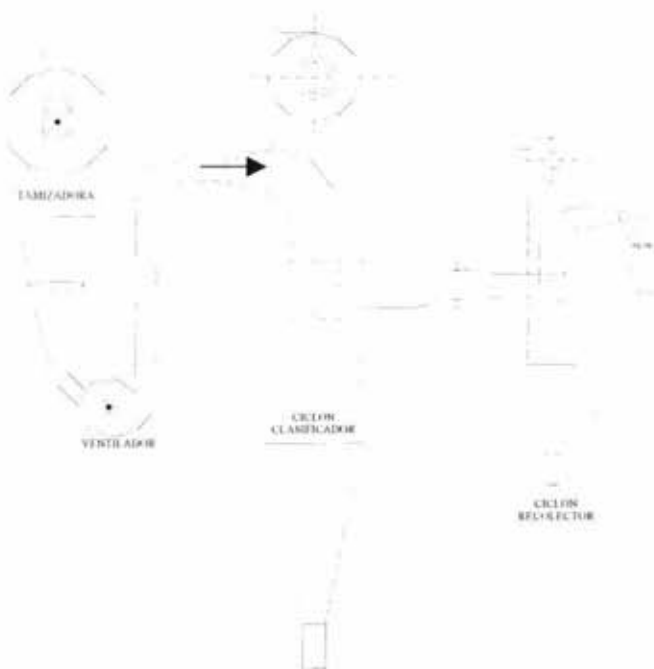


Figura 8.1.30. Disposición de equipos para la clasificación de harinas con alimentación axial al ciclón clasificador.

Propuesta final de proceso y ensayo de ajuste de equipos

Propuesta final de proceso CLAYUCA-Univalle para la obtención de harinas refinadas menores de 53 micras (almidón vía seca)

De acuerdo con todos los cambios que se han ido realizando a lo largo de la investigación, se ha llegado a la consolidación de un nuevo esquema de procesamiento basado en la tamizadora cilíndrica de vórtice y en los ciclones para realizar la separación neumática en la etapa final. En la Figura 8.1.31 aparece el esquema de proceso a partir de trozos secos y en la Figura 8.1.32 se muestra la disposición de los equipos para la extracción a partir de la harina de la planta piloto.

Ensayo de extracción de almidón vía seca con el nuevo sistema neumático a partir de trozos secos

Se procesaron 400 kg de trozos secos siguiendo la línea de proceso propuesta en la Figura 8.1.31 con el fin de evaluarla hasta llegar a un material lo más similar posible al almidón. En la Figura 8.1.33 se muestra la línea de procesamiento seguida en este ensayo, las condiciones de operación de los equipos y las cantidades en kilogramos de los productos obtenidos. Se obtuvo un total de 137 kg (34% de 400 kg de trozos) del material denominado ripio (1 a 4) y 263 kg (66% de 400 kg de trozos) de harinas finas (1 a 3). Teniendo en cuenta que las tres harinas finas son producto de las mismas condiciones de operación del equipo de clasificación neumática, además, que granulométricamente son similares, se reúnen en una misma fracción denominada harina fina 4.

El ensayo realizado permitió validar la clasificación neumática de harinas de yuca con ciclones al obtener buenos resultados en términos de rendimiento de extracción de harina fina. En cada etapa de proceso se tomaron los datos de rendimientos y éstos se encuentran consignados en los Cuadros 8.1.35 a 8.1.37.

Cuadro 8.1.35. Fracciones y rendimientos de la clasificación de harina proveniente de trozos pasados por el molino cilíndrico de aspas con malla expandida < 3mm

Fracción	Rendimiento (%)
Ripio 1	3.6
Gruesos 1	62.1
Finos 1	34.3

Cuadro 8.1.36. Fracciones y rendimientos de la clasificación del grueso 1 pasados por la tamizadora de vórtice con malla de 177 micras (80 mesh)

Fracción	Rendimiento (%)
Ripio 2	25.1
Gruesos 2	39.5
Finos 2	35.4

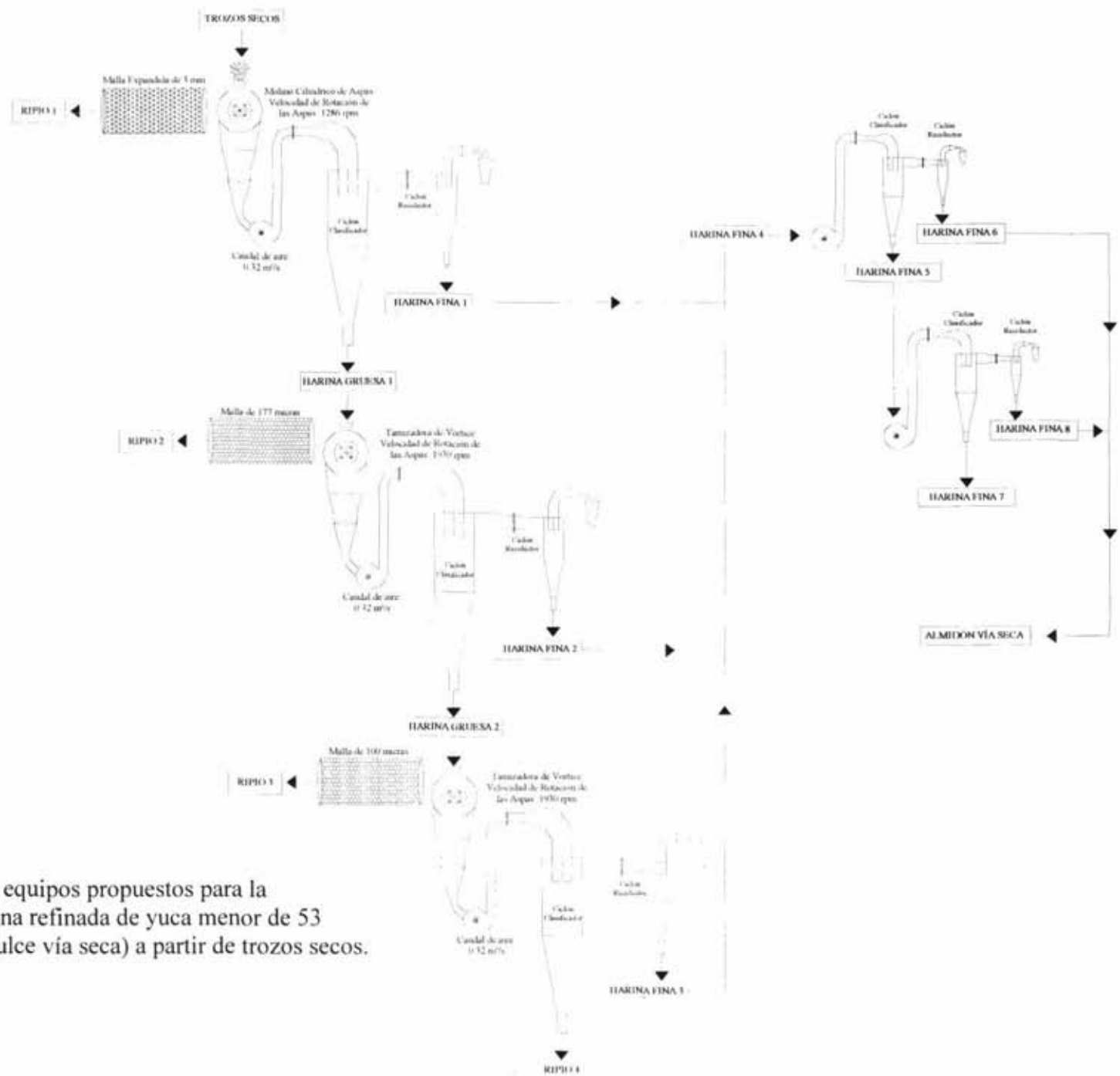


Figura 8.1.31. Línea de proceso y equipos propuestos para la producción de harina refinada de yuca menor de 53 micras (almidón dulce vía seca) a partir de trozos secos.

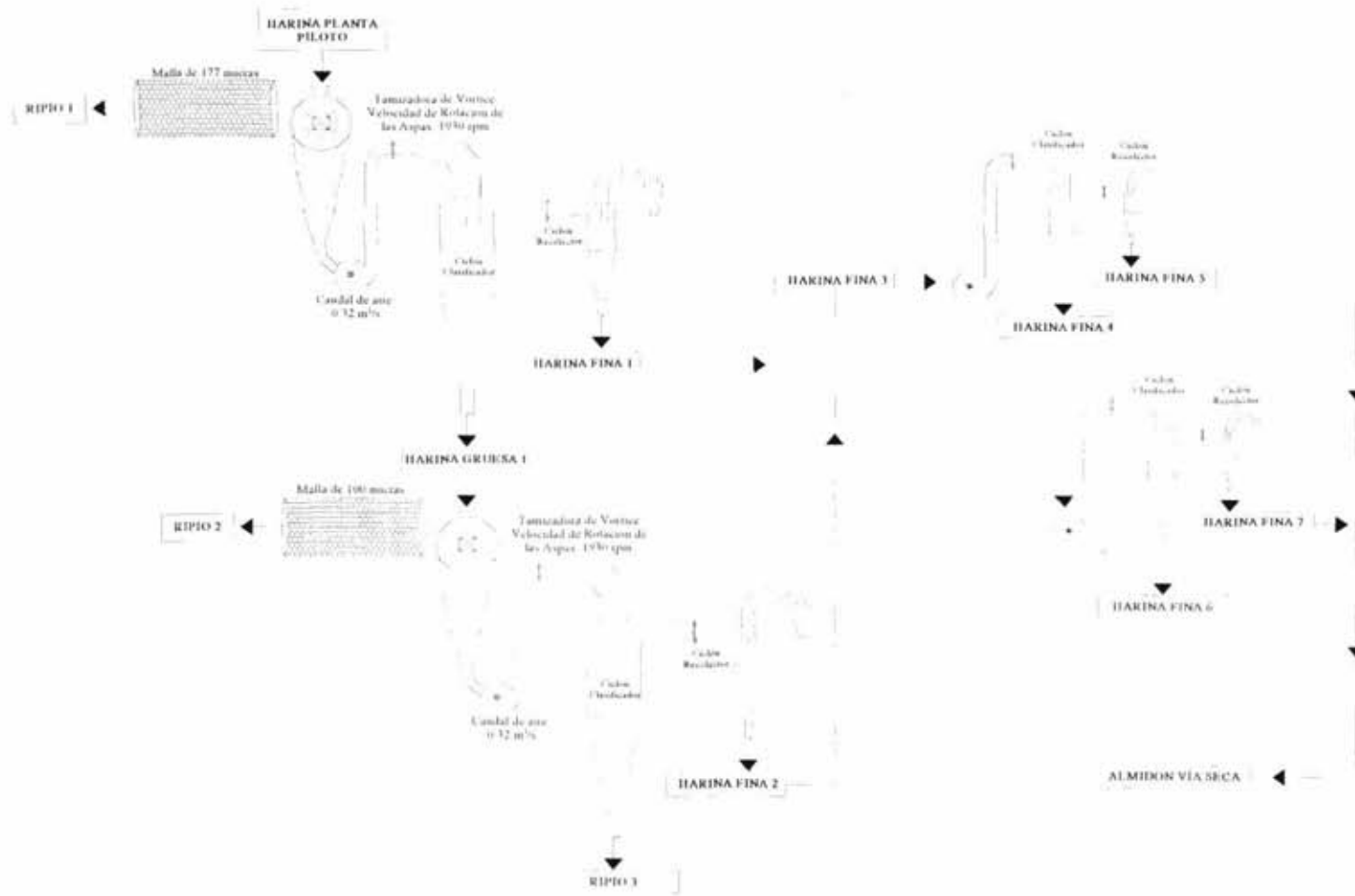


Figura 8.1.32. Línea de proceso y equipos propuestos para la producción de harina refinada de yuca menor de 53 micras (almidón dulce vía seca) a partir la Planta Piloto.

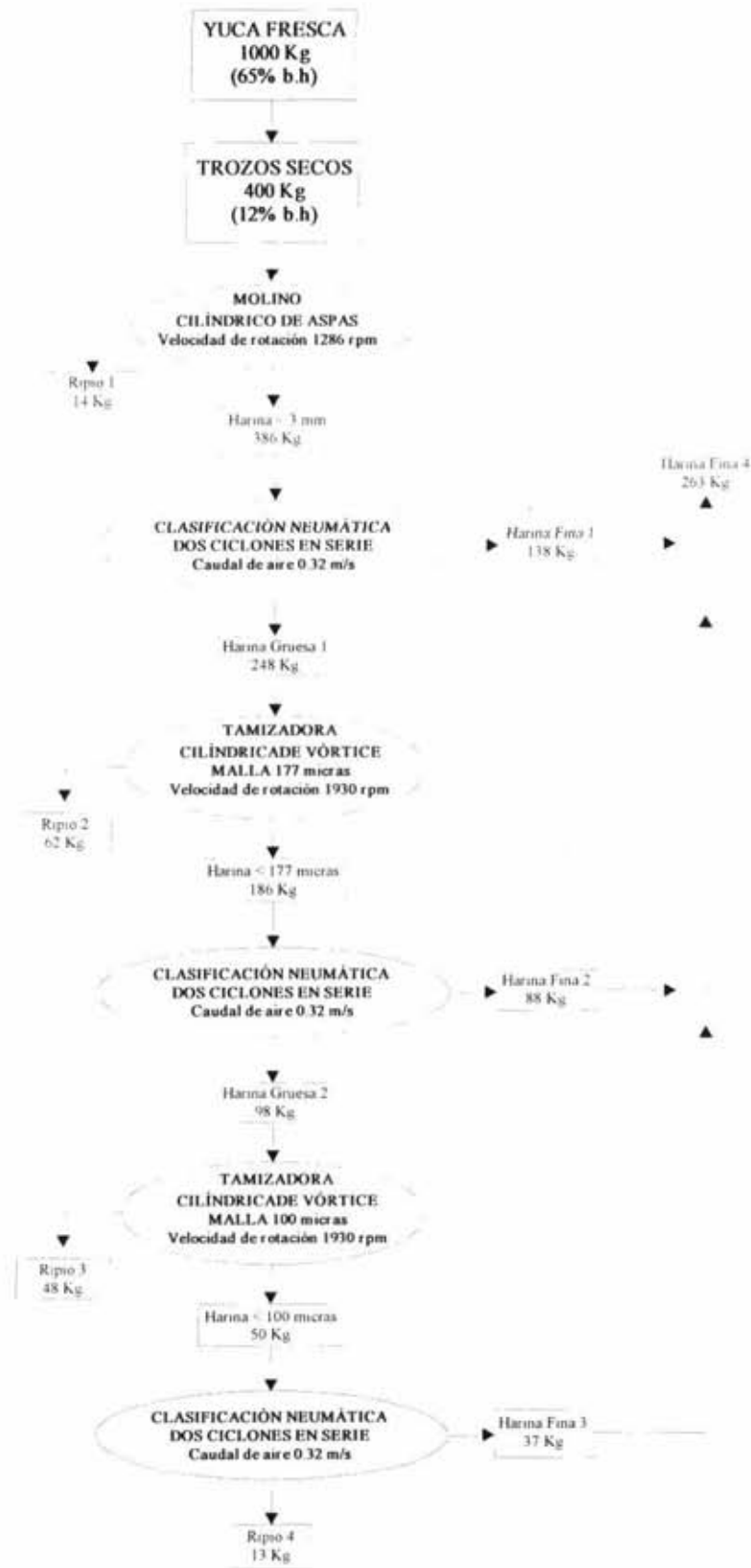


Figura 8.1.33. Esquema de proceso para la obtención de una harina refinada a partir de 1000 kg de yuca fresca.

Cuadro 8.1.37. Fracciones y rendimientos de la clasificación del grueso 2 pasados por la tamizadora de vórtice con malla de 100 micras (150 mesh)

Fracción	Rendimiento (%)
Ripio 3	49.8
Gruesos 3	12.3
Finos 3	37.9

Para conocer la calidad granulométrica de los productos obtenidos se les practicó una clasificación por tamaños en un tamizador marca Ro-Tap (ver Figura 8.1.34). Las harinas finas 1, 2 y 3 poseen un poco más del 90% de partículas menores a 100 micras y un 70 % en promedio de partículas menores a 53 micras. En la Figura 8.1.35 se registra un análisis granulométrico ponderado de la harina fina 4 (suma de harinas 1, 2 y 3) y con base en los 263 kg extraídos se obtiene un factor de conversión 3.8 a 1 (yuca fresca – harina fina 4).

Teniendo en cuenta que las partículas menores a 53 micras representan la fracción a separar, como objetivo final de la clasificación neumática, de la harina fina 4 se obtendrían 184 kg de harina menor a 53 micras, lográndose un factor de conversión 5.4 a 1 (yuca fresca – harina), similar al factor de conversión del almidón dulce extraído por vía húmeda. Se espera alcanzar un factor de conversión mucho menor a medida que se optimice el proceso.

La harina fina 4 en los próximos días se someterá a clasificación neumática con el ciclón pequeño de la Universidad del Valle mostrado en la Figura 8.1.35 conectado en serie con otro construido dentro del proyecto con dimensiones menores al anterior (proporción 1 a 2) mostrado en la Figura 8.1.36.

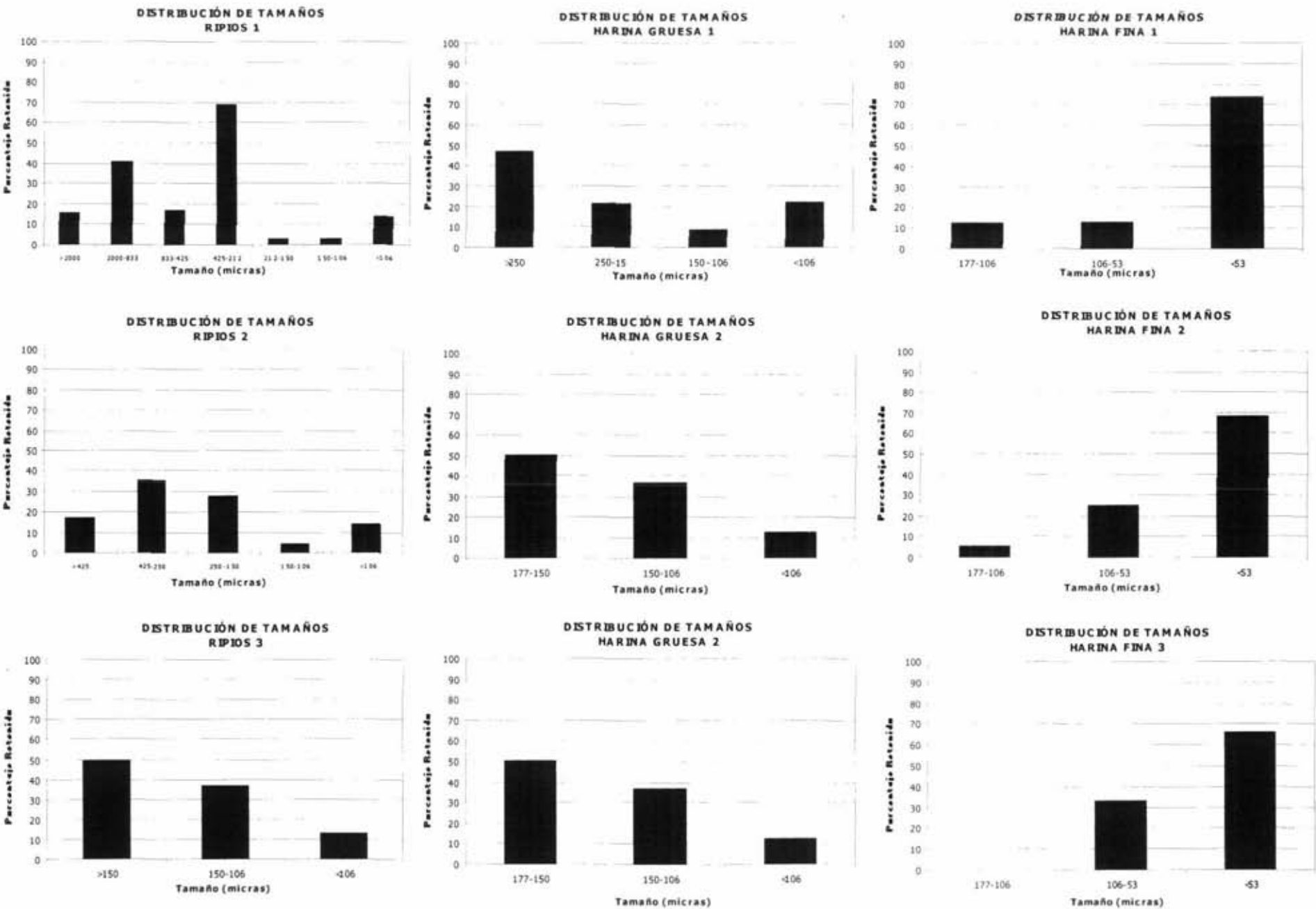


Figura 8.2.34. Distribución de tamaños de los materiales que resultaron en la obtención de las harinas refinadas.

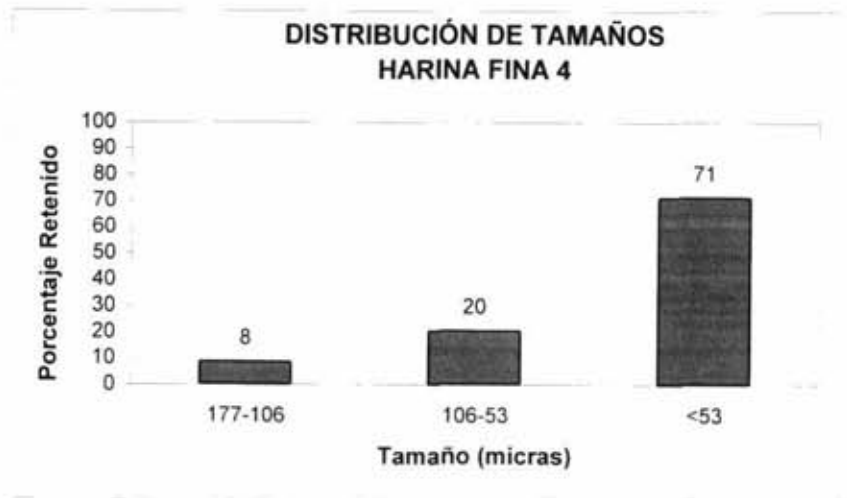


Figura 8.1.35. Distribución de tamaños ponderado de la harina 4.

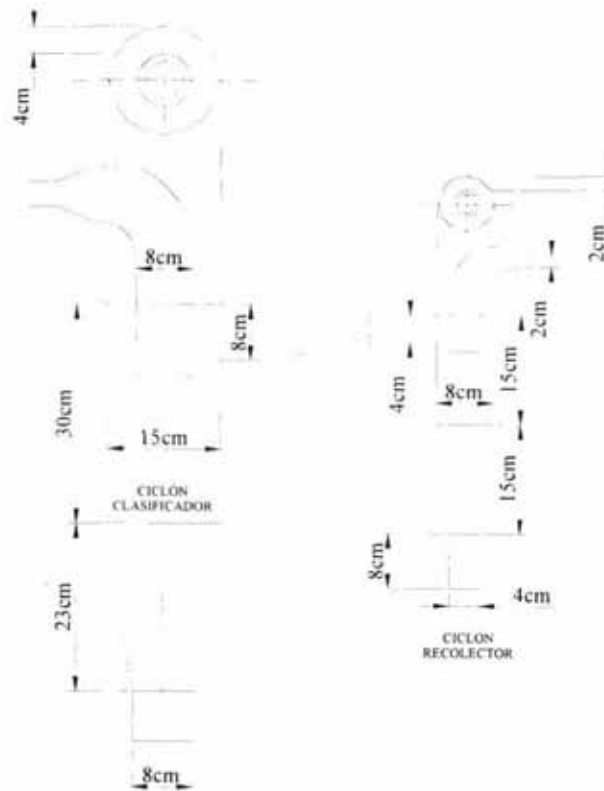


Figura 8.1.36. Ciclones propuestos para la clasificación neumática de las harinas refinadas para obtener una harina menor de 53 micras (almidón vía seca).

Conclusiones

- ❑ La línea de procesamiento finalmente propuesta permite la obtención de una harina refinada con un 75% de partículas inferiores a 53 micras y un 25% de partículas con diámetros entre 100 y 53 micras. La relación de extracción alcanzada hasta el momento fue 1:3.8 (harina – yuca fresca).
- ❑ La línea de procesamiento propuesta maneja rendimientos de extracción de harinas refinadas y calidades similares a las de un equipo de clasificación neumático marca “Pillsbury” mucho más sofisticado y complejo utilizado generalmente en los laboratorios de las empresas productoras de harinas.
- ❑ Con la línea de procesamiento se pueden producir harinas de yuca con calidades diferentes para ser usadas en industrias alimenticias, adhesivos, etc.

Con relación a los equipos de la línea de procesamiento se puede decir lo siguiente:

- ❑ El molino de vórtice es el más adecuado para la reducción de tamaño de los trozos debido a que no desintegra la fibra, permitiendo su clasificación mecánica posterior y evitando su presencia en las harinas finales. En el estudio de la velocidad de rotación se encontró que la más apropiada fue 1286 rpm.
- ❑ El ventilador es el equipo más apropiado para el transporte neumático de las harinas y cuando se dispone su succión en serie con las tamizadoras, mantiene limpios los orificios de las mallas permitiendo una clasificación mecánica más eficiente.
- ❑ Para llegar a clasificar neumáticamente las harinas usando ciclones se hace necesario disponer de dos ciclones en serie, el primero con alimentación axial que permite un alto rendimiento de separación y el otro debe recibir tangencialmente para recolectar lo que separa el primero. Con esta disposición de ciclones se desea en la parte final de este trabajo generar harinas con partículas menores a 53 micras en un porcentaje mayor al 90% y contenidos de fibra, proteína y ceniza menores 1%.

8.2. Proyectos 2002

8.2.1. Estudio de la viabilidad técnica y económica de sistemas de producción de yuca en escala comercial basados en la mecanización de las labores de siembra, fertilización y cosecha

El Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca – CLAYUCA, solicita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural la suma de \$COL 36.720.000 para la financiación del proyecto que se describe a continuación, previsto para ser desarrollado en el término de un año, durante el período 2001 – 2002.

Colaboradores

- Monómeros Colombovenezolanos S.A.
- Inyucal S.A.

Localidades

El proyecto será desarrollado en los departamentos de Atlántico y zona sur del Valle del Cauca, regiones de tradición yuquera, bajo la coordinación de CLAYUCA.

Antecedentes y justificación

Uno de los componentes que más pesa en los costos de producción de yuca es el excesivo valor económico de la mano de obra, especialmente en las labores de siembra y cosecha. El Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca – CLAYUCA, con el apoyo del MADR, ha venido trabajando en la adaptación de tecnologías para la siembra y la cosecha mecanizada de yuca, a partir de equipos fabricados en Brasil y disponibles comercialmente. Los resultados iniciales de estas evaluaciones indican que es posible obtener ahorros significativos en los costos de producción con la introducción de la mecanización. Por ejemplo, en la zona plana del Valle del Cauca, se encontró que la siembra mecanizada de yuca permite economías de hasta el 11% en los costos de esta labor y que la combinación de siembra y cosecha mecanizada permite ahorros de hasta el 20% sobre los costos totales por hectárea, una economía muy importante para ayudar a tornar el cultivo de la yuca más competitivo.

Esta información fue obtenida en trabajos controlados, al nivel de estación experimental y en lotes de agricultores, pero a escala piloto. Se hace necesario validar esta información a escala comercial, trabajando en las mismas condiciones en que se realizan las siembras de grandes extensiones del cultivo. Adicionalmente, se plantea la necesidad de evaluar la viabilidad técnica y económica de incorporar la mecanización en la labor de fertilización. Esta práctica ya es aplicada a escala comercial en el Sur del Brasil con excelentes resultados. Los efectos positivos se relacionan no solamente con la disminución en costos de mano de obra sino que también se obtienen efectos benéficos sobre el desarrollo del

cultivo, por la aplicación del fertilizante en la profundidad adecuada, minimizando las pérdidas que se ocasionan por evaporación y escorrentía, cuando se aplica al nivel de la superficie del suelo.

Esta propuesta busca evaluar la viabilidad de esta alternativa de mecanización para los sistemas de siembra de yuca en Colombia, con el fin de contribuir al mejoramiento de la rentabilidad y competitividad del cultivo. Se espera que los resultados de este proyecto puedan beneficiar a los productores, procesadores y consumidores de yuca de Colombia y otros países yuqueros de América Latina y el Caribe.

Objetivo General

Apoyar el desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca en Colombia como una alternativa que contribuya en la reactivación del sector agrícola, la generación de empleo en zonas rurales, el ahorro de divisas, la seguridad alimentaria y el manejo adecuado de los recursos naturales del país.

Objetivo del proyecto

Contribuir al desarrollo del sector yuquero de Colombia, a través de la evaluación y la adaptación de sistemas mecanizados de siembra, fertilización y cosecha de yuca, que ayuden transformar el cultivo en una actividad más rentable, eficiente y competitiva.

Marco tecnológico de referencia

La yuca extrae gran cantidad de nutrientes y si no se realiza un manejo adecuado del nivel de fertilidad del suelo los sistemas de producción no son sostenibles en el medio y largo plazo. La yuca extrae menos cantidad de nutrientes del suelo que otros cultivos durante su ciclo vegetativo, pero mayor cantidad durante la cosecha, haciendo necesaria la reposición de estos elementos para tener éxito en el siguiente ciclo. En promedio, se extraen durante la cosecha, cuando el suelo es removido, 4,4 kg./ha de Nitrógeno, 0.7 kg./ha de Fósforo y 4.0 kg./ha de Potasio, por cada tonelada de yuca fresca cosechada.

Con los avances tecnológicos que se han dado en el país en relación con el desarrollo de variedades de alto potencial de rendimiento y de tecnologías más eficientes de procesamiento, y la creciente demanda del sector de producción animal por cereales importados para la elaboración de los alimentos balanceados, se está generando para la yuca una gran oportunidad de mercado doméstico, en la forma de harina de yuca que puede ser utilizada como sustituto parcial energético de los cereales importados. Este nuevo potencial de mercado ha motivado a muchas regiones a iniciar la formulación de proyectos de inversión en torno del cultivo de la yuca. Para garantizar la competitividad y sostenibilidad de estos programas de siembra intensiva de yuca se hace necesario realizar ajustes a los sistemas de siembra. La fertilización adecuada es una de las áreas más importantes, ya que existe la tendencia de utilizar fertilizantes sin un análisis adecuado de las condiciones de fertilidad del suelo. Se emplean, algunas veces, cantidades excesivas

de fertilizante, y su aplicación se hace de forma superficial reduciendo su eficiencia y ayudando a contaminar las fuentes disponibles de agua.

Para contrastar los efectos nocivos de la cosecha sobre la fertilidad del suelo, deben ser aplicadas grandes cantidades de Potasio y Nitrógeno. Las pérdidas de Fósforo son pequeñas, sin embargo, la deficiencia de Fósforo es uno de los problemas nutricionales más comunes en el cultivo de la yuca en Latinoamérica, ya que muchos de los suelos carecen de este nutrimento.

La forma de aplicación de los fertilizantes en la producción de yuca es otro tema que genera polémica entre los investigadores. Se han realizado diversos trabajos y, en general, se ha concluido que las aplicaciones superficiales del fertilizante de origen químico ayudan a aumentar las pérdidas por efecto de evaporación, reduciendo la eficiencia de esta práctica. La posibilidad de mecanizar esta labor, realizándola simultáneamente con la siembra puede ayudar a que el fertilizante sea aplicado en el suelo a una mayor profundidad.

Relevancia del proyecto

Este proyecto hace parte de los esfuerzos pioneros que CLAYUCA, con el apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, MADR, está realizando para ayudar a validar y adaptar tecnologías mecanizadas de siembra de yuca en Colombia. Los esfuerzos iniciales dieron resultados muy satisfactorios y se propone ahora la continuidad de este trabajo con la evaluación de la fertilización mecanizada. Una característica importante de este proyecto es que plantea un trabajo colaborativo con algunas de las pocas empresas privadas que están desarrollando siembras de yuca en Colombia, a escala comercial. Estos esfuerzos conjuntos con empresas del sector privado, para validar y adaptar tecnología mecanizada de siembra, fertilización y cosecha mecanizada de yuca tienen el doble efecto positivo de ayudar a generar la tecnología mejorada en condiciones a escala comercial de producción y también ayudar a validar los resultados obtenidos anteriormente a escala experimental.

Metodología

Para la ejecución de este proyecto se establecerán lotes comerciales de producción en el departamento del Atlántico, con un área de 10 hectáreas. Los lotes a ser sembrados durante el proyecto hacen parte de las áreas comerciales que están siendo explotadas por la empresa colaboradora del proyecto, Industrias del Maíz.

En el lote de 10 hectáreas se establecerán los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1: Testigo absoluto; cero fertilización.

Tratamiento 2: Fertilización manual a los 30 días después de la siembra.

Tratamiento 3: Fertilización simultánea durante la siembra mecanizada.

Tratamiento 4: Fertilización simultánea durante la siembra mecanizada (1/2 dosis) y manual a los 30 días (1/2 dosis).

Tratamiento5: Fertilización simultánea durante la siembra mecanizada usando fertilizantes comerciales compuestos.

Los tratamientos 2 y 3 se realizarán utilizando fertilizantes a partir de mezclas físicas, en el tratamiento 4 se repite el tratamiento 2, pero utilizando fertilizantes compuestos comerciales. La formulación de estos compuestos y mezclas físicas se realizará según el análisis de suelo en cada sitio de ensayo.

El área estimada para cada tratamiento es 1 ha, es decir, que se requieren 5 ha en cada sitio de ensayo. Para la toma de datos se establecerán subparcelas dentro de cada área de tratamiento.

Los fertilizantes serán elaborados por la empresa Monómeros S.A.



Es necesario que en cada sitio de ensayo se siembre la misma variedad y se realicen prácticas culturales en todos los tratamientos.

Para determinar el impacto agronómico, se medirán al final del ciclo los siguientes parámetros:

- Peso fresco de raíces y parte aérea
- Peso seco de raíces y parte aérea
- % de materia seca de raíces y parte aérea
- % Ácido Cianhídrico HCN total en raíces

Entre los 3 y 4 meses se hará un análisis foliar para diagnosticar posibles deficiencias nutricionales del cultivo.

Para determinar el impacto económico se debe medir en campo la eficiencia de aplicación del fertilizante, el costo de la aplicación manual y mecanizada y el costo del fertilizante.

Productos

Sistemas de siembra, cosecha y fertilización mecanizada de yuca, validados y ajustados a las condiciones y sistemas de producción de Colombia, en función de su eficiencia técnica y económica.

CLAYUCA ha evaluado y adaptado a las condiciones de Colombia, dos prototipos de sembradoras mecánicas de yuca desarrollados en Brasil. Estas evaluaciones se realizaron en varias zonas productoras de yuca del país y los resultados obtenidos mostraron buen desempeño agronómico, técnico y económico mostrando que su introducción en los sistemas actuales de producción de yuca permite reducir notablemente los costos de producción y mejorar la competitividad del cultivo.

Se plantea ahora la continuación de este trabajo incorporando la fertilización simultánea con la operación de siembra, ya que las máquinas sembradoras disponibles lo permiten. Se harán evaluaciones de la eficiencia agronómica y económica de la fertilización simultánea con la sembradora Planticenter PC-20 que fue la de mejor desempeño en las condiciones de siembra del país. Se identificarán correcciones y ajustes que puedan ayudar a mejorar el desempeño y eficiencia de la máquina.

Fuentes de fertilización compatibles con la siembra mecanizada identificadas y evaluadas por la viabilidad técnica y económica de introducir esta práctica en los sistemas de siembra de yuca que existen actualmente en el país.

En cada lote de cultivo de yuca, la fertilización requerida depende del análisis y la evaluación de las condiciones de fertilidad del suelo. Los sistemas más comunes de aplicación de fertilizantes en el cultivo de la yuca están basados en el uso de fertilizantes químicos y en su aplicación de forma manual. Se plantea estudiar la respuesta que una aplicación mecanizada de fertilizantes, a una mayor profundidad del suelo, y en el momento de la siembra, pueda tener sobre los rendimientos, sobre los costos de producción y sobre la competitividad del cultivo.

Estructura de costos de producción de yuca, a escala comercial, con sistemas mecanizados de siembra, fertilización y cosecha, actualizada y validada para dos regiones productoras de yuca de Colombia.

La información disponible actualmente sobre la eficiencia de emplear siembra y cosecha mecanizada de yuca y su potencial de ayudar a reducir los costos de producción y mejorar la competitividad del cultivo en Colombia, ha sido obtenida a partir de trabajos a escala experimental, en condiciones controladas. Se hace necesario un trabajo de validación de esta información en condiciones de siembra de yuca a escala comercial, en las condiciones específicas de las regiones productoras de yuca, en las que se están impulsando los planes de desarrollo del cultivo. La disponibilidad de datos confiables, validados, ayudará a mejorar la información sobre los efectos que tiene la introducción de prácticas mecanizadas sobre los costos de producción de yuca. Esta información es muy

importante para la preparación de proyectos de inversión y análisis de rentabilidad económica.

Actividades de divulgación, capacitación y diseminación de la información relevante a grupos de productores, procesadores, consumidores, técnicos, empresarios y otros sectores interesados en el desarrollo de sistemas eficientes, rentables y competitivos de producción de yuca.

CLAYUCA está implementando una estrategia de cooperación entre entidades del sector público y privado en Colombia y en otros países productores de yuca, de América Latina y el Caribe. Una de las estrategias principales del Consorcio es la organización de eventos de capacitación que ayuden a la formación de una masa crítica de productores y técnicos, actualizada en los avances que se han logrado en los últimos años con las tecnologías de producción y procesamiento de la yuca en el CIAT y en otros centros avanzados de investigación agrícola, nacionales e internacionales. Se plantea la realización de días de campo, complementados con la elaboración de materiales divulgativos, basados en los resultados obtenidos de este proyecto, para que los grupos de productores, procesadores, y otros sectores interesados puedan estar bien informados. También se aprovecharán los cursos de capacitación que dicte el CIAT y CLAYUCA en diferentes regiones del país, para divulgar los resultados obtenidos en este proyecto.

Empresas con capacidad de producir estos prototipos en Colombia, identificadas y contactos establecidos para apoyar la fabricación en el país de los prototipos evaluados.

Se fortalecerán los contactos existentes con algunas empresas del sector metal-mecánico del país que han mostrado interés en fabricar los implementos de siembra y cosecha de yuca. Se organizarán visitas demostrativas en el CIAT y en las zonas de influencia del proyecto para que los representantes de estas empresas puedan observar los implementos en operación. Se les entregará toda la información técnica disponible sobre el desempeño de los prototipos. De esta manera, se contribuirá en la formación vínculos anteriores y posteriores con otros sectores agroindustriales que están relacionados con el desarrollo agrícola del país.

Actividades

Producto 1. Sistemas de siembra, cosecha y fertilización mecanizada de yuca, validados y ajustados a las condiciones y sistemas de producción de Colombia, en función de su eficiencia técnica y económica.

- Análisis químico y físico del suelo de cada uno de los sitios de ensayo.
- Evaluación de desempeño agronómico y técnico de la sembradora Planticenter PC-20 en diferentes regiones del país con fertilización simultánea.
- Análisis foliar a los 3 meses del ciclo del cultivo.
- Análisis de los rendimientos al final del ciclo del cultivo.

- Ajustes en los diseños, identificación de posibles mejoras y correcciones para el sistema de fertilización.
- Análisis de viabilidad técnica y económica.
- Formulación de conclusiones y recomendaciones.

Producto 2. Fuentes de fertilización compatibles con la siembra mecanizada identificadas y evaluadas por la viabilidad técnica y económica de introducir esta práctica en los sistemas de siembra de yuca que existen actualmente en el país.

- Evaluación de la viabilidad técnica y económica de la aplicación mecanizada de fertilizantes, simultáneamente con la siembra y después de ella, y las dosis de aplicación en diferentes regiones del país respecto del patrón de fertilización de cada una.
- Recomendaciones para casos generales según los resultados de la actividad anterior.
- Análisis de resultados.
- Formulación de conclusiones y recomendaciones.

Producto 3. Estructura de costos de producción de yuca, a escala comercial, con sistemas mecanizados de siembra, fertilización y cosecha, actualizada y validada para dos regiones productoras de yuca de Colombia.

- Recolección de información.
- Análisis estadístico de los datos.
- Elaboración de planillas de costos específicos para cada región.
- Publicación y divulgación de los resultados.

Producto 4. Actividades de divulgación, capacitación y diseminación de la información relevante a los grupos de productores, procesadores, consumidores, técnicos, empresarios y otros sectores interesados en el desarrollo de sistemas eficientes, rentables y competitivos de producción de yuca.

- Seminarios
- Días de Campo.
- Capacitación en servicio para técnicos y productores
- Elaboración de materiales de divulgación

Producto 5. Empresas con capacidad de producir estos prototipos en Colombia, identificadas y contactos establecidos para apoyar la fabricación en el país de los prototipos evaluados.

- Identificación de empresas metalmecánicas.
- Apoyo técnico e informativo para la fabricación de prototipos mejorados.
- Evaluación técnico-económica de prototipos mejorados.

Cronograma de actividades

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Calibración tolvas de fertilización	X											
Recolección de información por región	X	X										
Toma de muestras de suelo en cada sitio de ensayo y análisis de las muestras		X										
Interpretación y recomendación de fertilización y selección de variedades			X									
Siembra en cada sitio de ensayo			X	X								
Análisis foliar						X	X					
Análisis de rendimientos										X	X	
Procesamiento de los datos de validación y fertilización							X	X	X			
Análisis agronómico							X	X				
Análisis económico – financiero – social									X	X	X	
Recomendaciones de diseño					X	X	X	X	X	X		
Divulgación de los resultados												X

8.2.2. Plan Maestro de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca en Colombia, Fase II

Introducción

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia–MADR, ha venido implementando el programa “Asistencia al Programa de Modernización de Yuca a Nivel Nacional”, en el que su apoyo financiero es complementado con el apoyo técnico del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, y el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA, para formular e implementar proyectos que tienen como objetivo ayudar a mejorar la producción, productividad y rentabilidad del cultivo de la yuca en Colombia. Las actividades se están desarrollando desde hace 3 años y ya existen logros importantes. Uno de ellos es la apertura y la consolidación de seis Polos de Desarrollo en seis de las principales zonas productoras de yuca en el país. En cada una de estas regiones, el trabajo de mejoramiento de variedades de yuca se está complementado con los trabajos sobre prácticas mejoradas del cultivo y tecnologías mejoradas de procesamiento, para poder ofrecer a los grupos de productores de yuca una serie de opciones para la comercialización y utilización del cultivo y oportunidades mejoradas de generación de empleo rural, aumento de ingresos y mejoramiento en el nivel de vida.

Una característica importante de esta estrategia de apoyo a la modernización del cultivo de la yuca, que respalda el MADR, es la participación amplia de diversas entidades del sector público, sector privado, universidades, ONGs y grupos de productores. Las actividades que se realizan en los diversos proyectos están ayudando a formar masa crítica en cada región, promoviendo la integración entre personas e instituciones, con el objetivo común de transformar el cultivo de la yuca en una actividad agrícola rentable, sostenible y eficiente. Un componente fundamental para fortalecer y consolidar la masa crítica de apoyo a la ejecución de los proyectos en las diversas regiones del país es la de brindar a los diversos actores oportunidades de mejorar sus conocimientos, experiencias e información, sobre los avances y desarrollos en las tecnologías de producción, procesamiento y utilización del cultivo.

Desde el 2000, este objetivo ha sido incluido en el plan de trabajo que viene apoyando el MADR, a través de la implementación de los proyectos “Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca” y “Plan Maestro de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia, fase I”, ejecutado por CLAYUCA, que incluyó la realización de:

1. Un Curso Internacional,
2. 4 cursos intensivos en cuatro regiones del país (Córdoba, Atlántico, Antioquia y Tolima),
3. Un stand divulgativo en la Feria Internacional AGROEXPO 2001 y
4. La publicación de un libro sobre el Cultivo de la Yuca.

Las actividades 1, 2 y 3 fueron realizadas en su totalidad, con resultados muy satisfactorios:

- ✓ En el Curso Internacional participaron 25 técnicos de 8 países, 16 de ellos eran técnicos colombianos que recibieron apoyo directo del MADR para su participación en el curso.
- ✓ En los cuatro cursos intensivos participaron un total de 205 técnicos y agricultores.
- ✓ El stand divulgativo que se instaló durante la Feria AGROEXPO tuvo una visita muy amplia de personas interesadas en el cultivo de la yuca, de todas las regiones de Colombia y de algunos países vecinos como Ecuador y Venezuela.
- ✓ El libro sobre el cultivo de la yuca, acompañado de un bolsilibro con información práctica sobre plagas, enfermedades y control de malezas, está en circulación en septiembre de 2002.

Este proyecto busca darle continuidad a los logros obtenidos durante el año 2001 y se plantea como la Fase II del Plan Maestro de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia.

Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es contribuir a mejorar la capacidad técnica, conocimientos e información que poseen los profesionales y grupos de productores y procesadores de yuca que están trabajando con el cultivo en Colombia, incluyendo los avances que se han producido en CIAT y en otras entidades nacionales e internacionales de investigación, con relación a las tecnologías de producción, procesamiento y utilización de yuca.

Metodología

El Plan Maestro de Capacitación, Fase II, consta de tres componentes:

- a) Un Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca, para 25 personas, 15 de Colombia y 10 de países afiliados a CLAYUCA.
- b) Cuatro Cursos intensivos que se realizarán en regiones de Colombia que han mostrado interés y en las que se han logrado avances importantes en los trabajos de promoción del desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca.
- c) Dos talleres sobre Sistemas Actualizados de Manejo Poscosecha de la Yuca, para 25 participantes cada uno, seleccionados en las regiones que están desarrollando las actividades del programa de modernización del cultivo de la yuca auspiciado por el MADR.

A continuación se presenta información ampliada de cada uno de los tres proyectos que integran esta propuesta.

Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca en América Latina y el Caribe

Los avances tecnológicos que se están obteniendo en los sistemas de producción, procesamiento y comercialización del cultivo de la yuca, aunado a los cambios que se están generando en la mayoría de los países de la región, relacionados con el incremento de la población en las zonas urbanas y la disminución de la población rural, significan para el cultivo de la yuca una combinación de dificultades y de oportunidades.

Las dificultades se relacionan con los cambios que implica este éxodo de la población rural en los hábitos alimentarios de las personas, quienes dejan de consumir los productos y alimentos tradicionales y empiezan a consumir productos de conveniencia, de fácil acceso en las zonas urbanas. La consecuencia directa de estos cambios es que los mercados tradicionales para la yuca se ven afectados. Estas reducciones en consumo repercuten directamente en los ingresos y en el nivel de vida de los productores de yuca, considerando que, en la región, continúan predominando los mercados y sistemas de procesamiento tradicionales.

Las oportunidades para el cultivo se caracterizan por su adaptación y producción en ambientes marginales, alto potencial de energía por unidad de área, flexibilidad de manejo y habilidad para entrar en diversos mercados. Una de las oportunidades de mercado para la yuca, que está adquiriendo mayor importancia en los últimos años, es el potencial de ser utilizada en la industria de alimentos balanceados para animales, principalmente en avicultura y porcicultura. Las tasas de crecimiento del sector avícola, en algunos países de América Latina (Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador), han alcanzado valores muy altos en la década de los años 90, (8-9% promedio anual). En Colombia, por ejemplo, la producción avícola (pollo + huevo) tiene un valor cercano a los dos mil quinientos millones de dólares anuales (US\$ 2.500.000.000), lo que representa una contribución al Producto Interno Bruto del país del 3,6%, superior al café (1,6%), carbón (1,5%), y flores (0,6%). Una situación similar se presenta en algunos países de la región (Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia).

A pesar de la pujanza y el dinamismo del sector avícola de la región, sus sistemas operacionales presentan puntos vulnerables representados en el hecho de que el 92% de todos los insumos que utilizan son importados. Para enfrentar el futuro con menor dependencia de materias primas importadas, el sector avícola colombiano se ha planteado el reto de "tropicalizar" la avicultura, con una meta a corto y mediano plazo, de sustituir el 30% de las importaciones de granos, principalmente maíz, que deben aproximarse a 3 millones de toneladas. Esta tropicalización significa incrementar el uso de materias primas locales como la yuca, en las que es posible desarrollar condiciones de competitividad en nuestras regiones tropicales difíciles de conseguir en otros cultivos como el maíz. Para poder competir con el maíz importado, la materia prima (yuca) y el producto final (harina de yuca), deben ser producidos y procesados a los menores costos posibles. Esto requiere el desarrollo y la validación de sistemas de producción y procesamiento de yuca que resulten **rentables, eficientes y sostenibles**. Oportunidades

similares están apareciendo para la yuca en mercados como el de almidones naturales y modificados y en el de yuca para consumo humano (congelada y frita).

El surgimiento de estos mercados alternativos para la yuca, en Colombia y otros países de la región, ha motivado a empresas y a instituciones, públicas y privadas, a formular programas y proyectos basados en actividades de investigación y desarrollo del cultivo. La forma más eficiente de responder a estas solicitudes de apoyo, considerando las limitaciones de recursos y disponibilidad de tiempo del personal científico de CIAT, es a través de eventos de capacitación que faciliten la formación de masa crítica de técnicos de las empresas y proyectos, y el establecimiento de actividades colaborativas en las que estos técnicos capacitados actúen como intermediarios en la transferencia de las tecnologías mejoradas de producción, procesamiento y comercialización de yuca.

Esta propuesta tiene como objetivo facilitar a un grupo selecto de 15 técnicos colombianos, participar en un Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de yuca, organizado por CLAYUCA y el CIAT. La participación del grupo selecto de técnicos en este evento, les permitirá:

- ❑ Conocer sobre los avances que se han logrado en el desarrollo de tecnologías mejoradas de producción, procesamiento y utilización de yuca, por parte del CIAT, CLAYUCA y otras entidades nacionales e internacionales.
- ❑ Intercambiar conocimientos y experiencias con otros técnicos nacionales e internacionales que están desarrollando actividades similares.

Se propone que el grupo de 15 técnicos colombianos seleccionados sea complementado con un grupo de 10 técnicos internacionales, que serán seleccionados por CLAYUCA en los países socios del Consorcio. Los costos de la participación de estos técnicos internacionales en el Curso Internacional serán financiados por CLAYUCA.

Objetivo

Contribuir con la actualización científica y profesional de un grupo selecto de profesionales que se encuentre trabajando con el cultivo de la yuca en Colombia y en otros países de la región.

Se espera que al final del curso, los participantes hayan adquirido las capacidades, habilidades y conocimientos necesarios para contribuir, en sus respectivos países y regiones, al desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca, utilizando tecnologías eficientes, rentables y sostenibles en los diversos sistemas de producción, procesamiento y manejo poscosecha del cultivo.

Metodología

El Curso Internacional se realizará utilizando una metodología que incluye conferencias teóricas, aulas prácticas, trabajo en laboratorios, visitas a proyectos y empresas de procesamiento, trabajo en grupos y sesiones plenarias. Esta fase durará dos semanas.

Un componente importante de la metodología del curso es la oportunidad que se dará a los participantes de interactuar con el personal científico del CIAT y de CLAYUCA, como un periodo de pasantía, durante el cual el participante se vinculará al proyecto del CIAT y de CLAYUCA en el que desee profundizar sus habilidades conceptuales, científicas y técnicas. Los participantes podrán aprovechar este periodo de pasantía para discutir y formular planes de trabajo específicos y propuestas de proyectos, que estén relacionados con su trabajo y en los que exista posibilidades posteriores de participación de CIAT y CLAYUCA en actividades de asistencia técnica y asesoría. Esta fase tendrá una duración de una semana.

Áreas de capacitación

Las áreas científicas que se incluirán en el curso son:

- Producción y manejo de germoplasma de yuca.
- Manejo de fertilidad del suelo en sistemas intensivos de producción de yuca.
- Manejo integrado de plagas.
- Manejo integrado de enfermedades.
- Virología.
- Sistemas de producción de yuca.
- Sistemas de producción de follaje de yuca.
- Sistemas de procesamiento de harina de yuca.
- Sistemas de procesamiento de almidón de yuca.
- Sistemas de procesamiento de yuca fresca.
- Mecanización de siembra y cosecha de yuca (raíz y follaje).
- Sistemas de producción y multiplicación rápida de semilla de yuca.
- Sistemas de alimentación animal basados en uso intensivo de yuca.

Selección de participantes

Se espera contar con 15 participantes colombianos y 10 participantes procedentes de países afiliados a CLAYUCA. Los participantes colombianos serán seleccionados por el MADR, en función de la importancia estratégica que estos técnicos tienen en los programas y proyectos que se están implementando en varias regiones del país. Se busca que la participación de los candidatos colombianos en este Curso Internacional, además de responder a las necesidades estratégicas de formación de recurso humano capacitado, sirva también de estímulo y motivación para los técnicos. La selección de los participantes extranjeros la coordinará CLAYUCA en colaboración con las entidades y las instituciones que conforman el Consorcio.

Conferencistas

CIAT/CLAYUCA

- Anthony Bellotti
- Elizabeth Álvarez
- Hernán Ceballos
- Martín Fregene
- Benjamín Pineda
- Fernando Calle
- Bernardo Árias
- Gustavo Jaramillo
- Luis Fernando Cadavid
- Lisímaco Alonso
- Bernardo Ospina
- Graciela Mafla
- John Loke
- Germán Llano
- Jorge Luis Gil
- Johanna Aristizábal
- Roosevelt Escobar
- Elsa Liliana Melo

Invitados

En algunos temas, la Coordinación de los Cursos invitará conferencistas especializados, con amplia experiencia y conocimientos sobre el tópico específico.

Ciclo de Cuatro Cursos Intensivos sobre Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento y Utilización de Yuca en Cuatro Regiones de Colombia

Los avances que se han logrado con el programa financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural–MADR, para apoyar la modernización del cultivo de la yuca en Colombia, que han contado con la coordinación y el apoyo tecnológico del CIAT y de CLAYUCA, han permitido catalizar la puesta en marcha, en varias regiones productoras de yuca en Colombia, de procesos de formulación y definición de estrategias de desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca. En estas regiones, se está dando una interacción muy activa entre entidades del sector público, entidades del sector privado, grupos de productores, entidades no gubernamentales, universidades y otras entidades, que tienen como objetivo común, alcanzar la máxima eficiencia posible en los sistemas de producción, procesamiento y utilización de la yuca.

Un requisito indispensable de estos proyectos y programas de desarrollo agroindustrial es la competitividad que van a necesitar para alcanzar los niveles de rentabilidad esperados, en los diferentes segmentos del mercado. Es necesario lograr esta competitividad, no

solamente en los aspectos de producción en campo de la materia prima, sino que también debe ser alcanzada en las fases de procesamiento y utilización de los productos y subproductos de la yuca.

Una forma efectiva de apoyar el logro de los niveles deseados de competitividad y eficiencia es ofreciendo al recurso humano, directamente ligado a su implementación, oportunidades de mejorar sus conocimientos, experiencias y acceso a información actualizada sobre los avances en las diversas tecnologías de producción, procesamiento y utilización del cultivo de la yuca.

Para este fin, durante el 2001, el MADR dio apoyo financiero para iniciar un ciclo de cursos intensivos en las principales regiones productoras de yuca de Colombia. En este período, se realizaron cuatro eventos en los departamentos de Córdoba, Atlántico, Antioquia y Tolima.

Este proyecto plantea la continuidad de este esfuerzo de construcción de masa crítica capacitada para apoyar el desarrollo del cultivo de la yuca. La propuesta consiste en realizar cuatro eventos de capacitación en cuatro regiones de Colombia.

Objetivo

Proporcionar a los participantes una visión global sobre los avances recientes en las tecnologías de producción, procesamiento y utilización de yuca de forma que amplíen sus conocimientos e información sobre el cultivo.

Metodología

Incluye conferencias teóricas, aulas prácticas, visitas a campos comerciales de producción y sesiones plenarias. Un componente importante de los cursos es la oportunidad que tendrán los participantes de interactuar con otras personas de su región que también están trabajando con el cultivo de la yuca, y con el personal científico de CIAT y de CLAYUCA. Esta interacción es importante para revisar y formular planes de trabajo específicos en sus respectivos proyectos y programas de trabajo.

Para garantizar que el contenido y la metodología de los cursos responden a las expectativas y necesidades de los participantes, CLAYUCA realizó una encuesta con 100 participantes del ciclo de cursos que se realizó en el año 2001. Estas opiniones y sugerencias serán evaluadas y tenidas en consideración cuando se elabore el diseño final de la programación para cada curso.

Participantes

Los cursos están dirigidos hacia profesionales y técnicos de instituciones de investigación, fomento, asistencia técnica, crédito, desarrollo, empresas privadas y productores avanzados que están trabajando con el cultivo de la yuca y están vinculados a

los programas que apoya el MADR para estimular el desarrollo agroindustrial de la yuca en varias regiones de Colombia.

Áreas de capacitación

La agenda que será desarrollada durante el curso incluye las siguientes áreas temáticas:

- Variedades y manejo del material de siembra.
- Suelos, nutrición y fertilización del cultivo.
- Mecanización y conservación del suelo.
- Opciones tecnológicas para el manejo poscosecha de la yuca.
- Reconocimiento en campo de problemas fisiológicos y fitosanitarios.
- Manejo integrado de plagas.
- Principales enfermedades del cultivo y su control.
- Sistemas de organización de productores con énfasis en yuca.

Sede de los cursos

Las cuatro regiones en las que se realizarán los cursos serán determinadas por CLAYUCA, CIAT y el MADR. Se propone inicialmente la siguiente agenda:

- Curso 1. Región de Sucre, Bolívar, Magdalena. Sede: Sincelejo, Sucre.
- Curso 2. Región de Norte de Santander, Santander del Sur, Cesar y Guajira.
Sede: Cúcuta, Norte de Santander.
- Curso 3. Región de Casanare, Arauca y Meta. Sede: Yopal, Casanare.
- Curso 4. Región de Valle del Cauca, Cauca, Nariño y Huila. Sede: Cali.

En cada región, se identificará una institución que se encargue de apoyar los aspectos organizativos y logísticos de los cursos.

Dirección y coordinación

La Coordinación general de los cursos en cada región estará a cargo de un Comité Coordinador integrado por:

- Un funcionario de CLAYUCA (Ing. Luis Fernando Cadavid).
- Un funcionario de la entidad que actúe como contraparte en cada región.
- Dr. Humberto Guzmán del MADR–Cadenas Productivas.

Ciclo de Talleres Teórico-prácticos sobre Opciones Tecnológicas para el Manejo Poscosecha de la Yuca con Técnicos y Grupos de Productores de Yuca de Varias Regiones de Colombia

Los sistemas modernos de producción agrícola necesitan desarrollar e incorporar componentes de sostenibilidad, rentabilidad y eficiencia para poder garantizar su competitividad en un entorno cambiante y dinámico, caracterizado por la apertura económica y el libre mercado.

En el caso del cultivo de la yuca, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, a través de la Dirección de Cadenas Productivas, ha venido apoyando la implementación de un programa de modernización tecnológica para el cultivo de la yuca en Colombia, que ha contado con el apoyo tecnológico del Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT y del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca-CLAYUCA. También, están participando en este programa algunas entidades del sector público y privado y grupos de productores.

Algunos resultados de esta iniciativa ya están empezando a manifestarse con el surgimiento de polos yuqueros en algunas regiones del país, que han empezado a considerar el cultivo de la yuca como una opción potencial para implementar programas de desarrollo rural. Un requisito indispensable para lograr el éxito en estos programas es que exista una capacitación y un empoderamiento de los grupos de productores, en los diferentes aspectos tecnológicos que demandan estos procesos, de forma que el sector productivo pueda autogestionar la operación de sus programas y actividades. Una de las áreas más importantes de gestión es la relacionada con los procesos de manejo poscosecha de la yuca para obtener diferentes productos y subproductos que les permita a los agricultores tener accesos a diversos mercados. Existen tecnologías de procesamiento, diversas escalas y en cada una de ellas el grupo de personas que las utiliza necesita alcanzar niveles adecuados de dominio de la tecnología para garantizar el éxito del proceso.

El Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, el Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT y el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo al Investigación y al Desarrollo de la Yuca-CLAYUCA, en los últimos años han venido generando y adaptando diferentes procesos tecnológicos para el manejo poscosecha de la yuca y paquetes tecnológicos que puedan ser transferidos a los grupos de usuarios.

El objetivo de este proyecto es el de facilitar la transferencia de estos conocimientos y tecnologías a grupos de técnicos y productores de yuca, en diversas regiones del país, de forma que los conocimientos mejorados y las experiencias adquiridas, a través de este proyecto, les sirva de instrumento para apoyar el establecimiento de los programas agroindustriales que se están implementando en el país sobre la base del cultivo de la yuca.

Objetivo

Actualizar los conocimientos, experiencias y habilidades prácticas que un grupo de técnicos y productores de yuca de diversas regiones de Colombia, poseen sobre diversas tecnologías de procesamiento de la yuca, con énfasis en productos y subproductos, para los cuales existen importantes oportunidades de crecimiento y de mercado como la croqueta de yuca, el parafinado de yuca, el almidón, la harina integral para la alimentación animal, la yuca congelada y el ensilaje de raíces y forraje de yuca.

Metodología

La metodología del ciclo de talleres incluye conferencias teóricas, aulas prácticas, visitas a campos comerciales de producción y procesamiento, y sesiones plenarias. Un componente importante de los talleres es la oportunidad que tendrán los participantes de realizar, con sus propias manos, las actividades que comprende cada tecnología de procesamiento de forma que adquieran experiencia sobre su operación, limitaciones, criterios de operación, rendimientos y otros aspectos importantes. Se espera que la participación en estos talleres les permita a los participantes adquirir toda la información necesaria para la formulación de planes específicos de trabajo en sus respectivas regiones.

Participantes

El ciclo de talleres está dirigido a profesionales y técnicos de nivel intermedio vinculados a entidades de investigación, desarrollo agrícola, asistencia técnica, universidades, ONGs, empresas privadas y grupos de agricultores que tienen interés en el cultivo de la yuca, con énfasis en procesos de transformación poscosecha para obtener productos y subproductos de yuca.

Temas a tratar

La agenda para ser desarrollada durante cada taller incluye las siguientes áreas temáticas:

- ✓ Variedades y manejo del material de siembra.
- ✓ Manejo poscosecha con énfasis en alimentación animal (ensilaje).
- ✓ Manejo poscosecha con énfasis en almidón industrial y de consumo humano.
- ✓ Manejo poscosecha para la obtención de croquetas, yuca congelada y yuca parafinada.
- ✓ Manejo poscosecha con énfasis en harina integral para uso en alimentación humana y animal.

Los talleres incluirán charlas complementarias sobre algunos aspectos importantes del ciclo productivo y sobre los costos de cada proceso.

Sede de los talleres

Los talleres serán realizados en dos lugares:

- a) La sede del CIAT y de CLAYUCA en Palmira, Valle.
- b) La sede del Servicio Nacional de Aprendizaje–SENA, en Armenia, Quindío.

En ambas sedes, se complementarán los trabajos teórico–prácticos con visitas a empresas comerciales que están utilizando los procesos tecnológicos discutidos en los talleres.

Duración de los talleres

Cada taller está diseñado para un cupo máximo de 30 participantes. Se pretende realizar dos talleres anuales, uno cada semestre.

Coordinación

La coordinación general del ciclo de talleres estará a cargo de un Comité Coordinador integrado por:

- ✓ Un funcionario de CLAYUCA
- ✓ Un funcionario del SENA–Armenia
- ✓ Dr. Humberto Guzmán del MADR–Cadenas Productivas

Este Comité Coordinador tendrá a su cargo la selección de los participantes, previo análisis de las solicitudes recibidas de las diferentes regiones del país.

Conferencistas

CLAYUCA

Ing. Luis Fernando Cadavid López, Ingeniero Agrónomo, MSc en Suelos y Agua, Sistemas de Producción de Yuca, CLAYUCA.

Ing. Lisímaco Alonso Alcalá, Ingeniero Agrícola, Sistemas de Manejo poscosecha de Yuca, CLAYUCA.

Zoot. Jorge Luis Gil, Uso de la yuca en la Alimentación Animal, CLAYUCA.

Dr. Julián Buitrago–Consultor invitado.

Conferencistas invitados

SENA

Ing. Maria Isabel Barragán.

Ing. Jesús Maria Pedraza.

8.2.3. Construcción y mantenimiento de capa arable para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción de yuca en tres regiones de Colombia

Meta

Apoyar el desarrollo sostenible del cultivo de la yuca en Colombia como una alternativa agroindustrial generadora de empleo, ingresos, seguridad alimentaria, calidad de vida del agricultor y que contribuya al manejo adecuado de los agroecosistemas en las regiones donde se produce el cultivo.

Propósito

Generar y difundir un paquete tecnológico basado en la creación y conservación de capa arable, como base para el desarrollo y manejo de sistemas sostenibles de producción de yuca en tres regiones de Colombia.

Antecedentes y justificación

El desarrollo agropecuario en Colombia, en los últimos cuarenta años, se enmarcó fundamentalmente en el modelo de desarrollo denominado “Revolución verde”, cuyo objetivo principal era el de incrementar la producción de los cultivos y la productividad agropecuaria basándose en la creciente demanda alimenticia de la población del mundo.

Este modelo, para garantizar la obtención de altos rendimientos, exigía grandes cantidades de insumos agropecuarios, como variedades con altos requerimientos nutricionales, plaguicidas, riego y mayores demandas de mecanización. Sin embargo, también se caracterizaba por su impacto tecnológico sobre el medio ambiente y las consecuencias del abuso de éstas técnicas intensivas sobre los recursos naturales. En el suelo, por ejemplo, actuaban como aceleradores de procesos de deterioro y degradación química, física y biológicas, precipitando los procesos de deterioro y degradación física, química y biológica.

En las últimas décadas, se ha vuelto muy común el empleo de sistemas de labranza convencional con implementos muy pesados, tipo arado de discos y vertedera, rastras de diferente tamaño, rodillos, subsoladores. El uso continuo de estas prácticas ha causado problemas en la productividad de nuestros suelos, pues ya muchos de ellos, presentan procesos de compactación, encostramiento, pérdida de materia orgánica y, en general, cambios drásticos en las propiedades físicas, químicas y biológicas, tornándolos frágiles, insostenibles y poco competitivos.

Esto ha motivado a muchas instituciones de investigación a iniciar estudios para generar métodos de labranza profunda, mínima labranza y, más recientemente, siembra directa o labranza de conservación, con muy buenos resultados y amplia adopción.

También, se ha empezado a experimentar con otras prácticas agronómicas de manejo, como por ejemplo, utilización de coberturas muertas sobre la superficie del suelo, abonos

verdes incorporados, aplicación de estiércoles y lombricompostos, que ayudan a construir suelo, es decir, una capa arable capaz de permitir una agricultura sostenible.

Marco tecnológico de referencia

El cultivo de la yuca ha sido generalmente relacionado con problemas de degradación de suelos, pero por lo general, las causas de este problema se deben a un uso y manejo inadecuado de los suelos y del cultivo, asociado al desconocimiento de las condiciones actuales de los suelos y la necesidad de fertilizantes.

El concepto de "suelo de buena calidad" es muy importante en la producción de cualquier cultivo para lograr niveles adecuados de productividad. Un suelo de buena calidad debe facilitar el desarrollo normal de procesos físicos, químicos y orgánicos que son necesarios para el normal desarrollo de las plantas. Normalmente, en los sistemas de producción de yuca que predominan en la mayoría de las regiones de Colombia, los agricultores intentan responder a los procesos químicos que ocurren en el suelo, a través de prácticas de análisis de la fertilidad del suelo y aplicación de las enmiendas recomendadas según los resultados de estos análisis. Sin embargo, es prácticamente nulo el uso que se hace de criterios relacionados con los procesos físicos y biológicos que también están presentes en el suelo y que juegan un papel fundamental en los niveles de productividad, obtenidos en los cultivos.

Un suelo de buena calidad, desde el punto de vista de los procesos físicos, es el que permite que ocurran en su interior: a) la filtración del agua y su fácil distribución alrededor del espacio físico que ocupan el sistema radicular de las plantas, y b) la penetración de las raíces en el suelo durante el crecimiento de la planta. Por otra parte, un suelo considerado "malo" desde el punto de vista físico es un suelo que no permite la entrada del agua ni su fácil distribución, y no es fácilmente deformable por las raíces, cuando tratan de penetrar en suelo, por lo tanto, el desarrollo de la planta se ve afectado.

En relación con los procesos "orgánicos", un suelo es considerado de buena calidad cuando su contenido de materia orgánica es superior al 5% y es malo cuando es inferior al 5%, lo que lo torna difícil de labrar y muy susceptible a la degradación.

En Colombia, en algunas de las más importantes regiones productoras de yuca (Costa Atlántica, Valle del Cauca, Altillanura), los sistemas de producción que se han establecido tienen un manejo adecuado de los aspectos químicos (fertilidad) de los suelos; pero, en forma general, se desconoce, o no se le da la importancia que requiere, el manejo de los aspectos relacionados con los procesos físicos y orgánicos que ocurren en el suelo.

Esta propuesta tiene como objetivo ayudar a llenar este vacío de conocimiento, creando más conciencia en los agricultores sobre la importancia que estos aspectos tienen en la construcción y en el mantenimiento de sistemas más eficientes de producción de yuca. Se busca iniciar un proceso de generación y transferencia de paquetes tecnológicos, basados

en el concepto de “capa arable sostenible” como un requisito fundamental para garantizar la rentabilidad, alta productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción de yuca.

Metodología

La metodología propuesta para la implementación de este proyecto se basa en el concepto de construcción de “capa arable productiva” que se ha venido desarrollando y empleando en el proyecto de Suelos y Sistemas del CIAT, liderado por el Dr. Edgar Amézquita.

El desarrollo de una “capa arable productiva” en un determinado suelo incluye dos fases:

- ✓ **Fase I** Diagnóstico y evaluación de las limitaciones físicas, químicas y biológicas del suelo, complementado con la aplicación de medidas para controlarlas.
- ✓ **Fase II** En la que se planifican y se implementan las prácticas de manejo del suelo y de manejo de los cultivos que conducen a su mejoramiento.

Después de cierto tiempo de aplicar medidas de control de las limitaciones y medidas de buen manejo del suelo, se habrán mejorado sustancialmente las condiciones. De ahí en adelante, se trata de mantener estas condiciones mejoradas como un requisito fundamental para el desarrollo de una agricultura productiva y sostenible.

Las Figuras 8.2.1 a 8.2.3 representan, esquemáticamente, las fases que incluye la metodología propuesta para la implementación de esta propuesta.

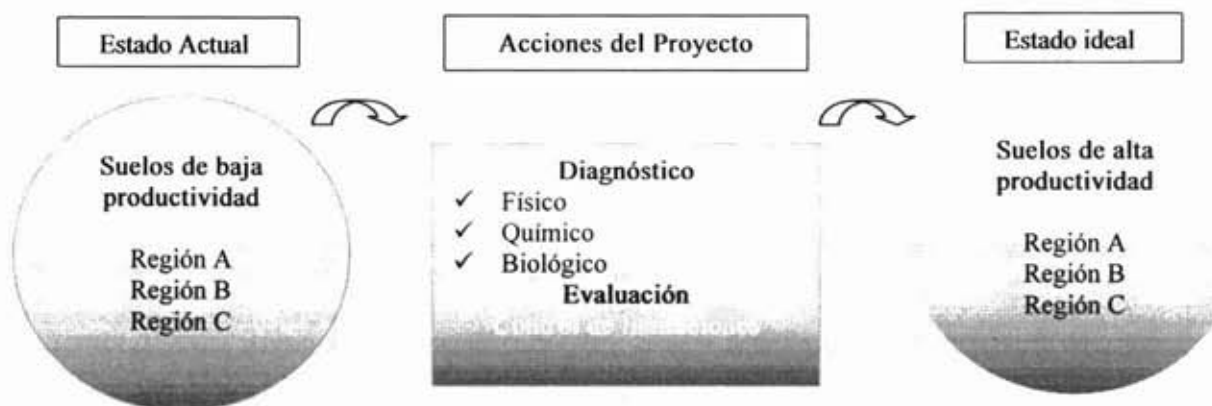


Figura 8.2.1. Las prácticas de mejoramiento del suelo, durante un lapso de tiempo, ayudan a obtener suelos más productivos.

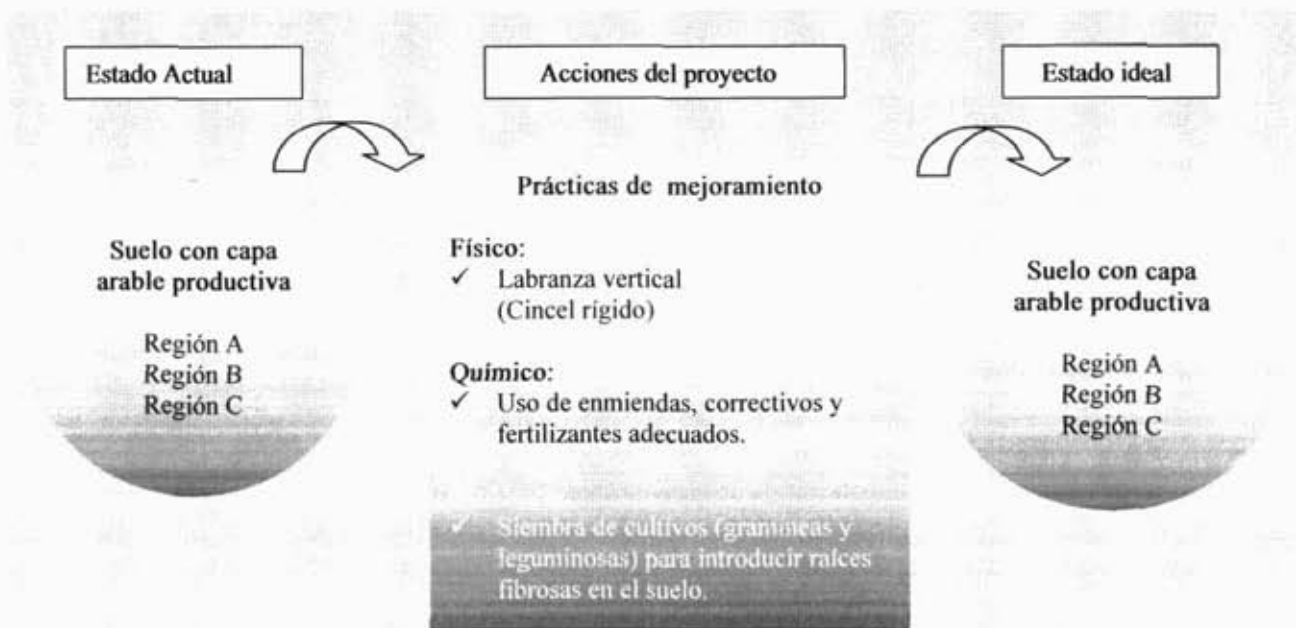


Figura 8.2.2. La obtención de un suelo con “Capa Arable Productiva” se logra a través del tiempo, con prácticas planificadas de mejoramiento físico, químico y biológico.

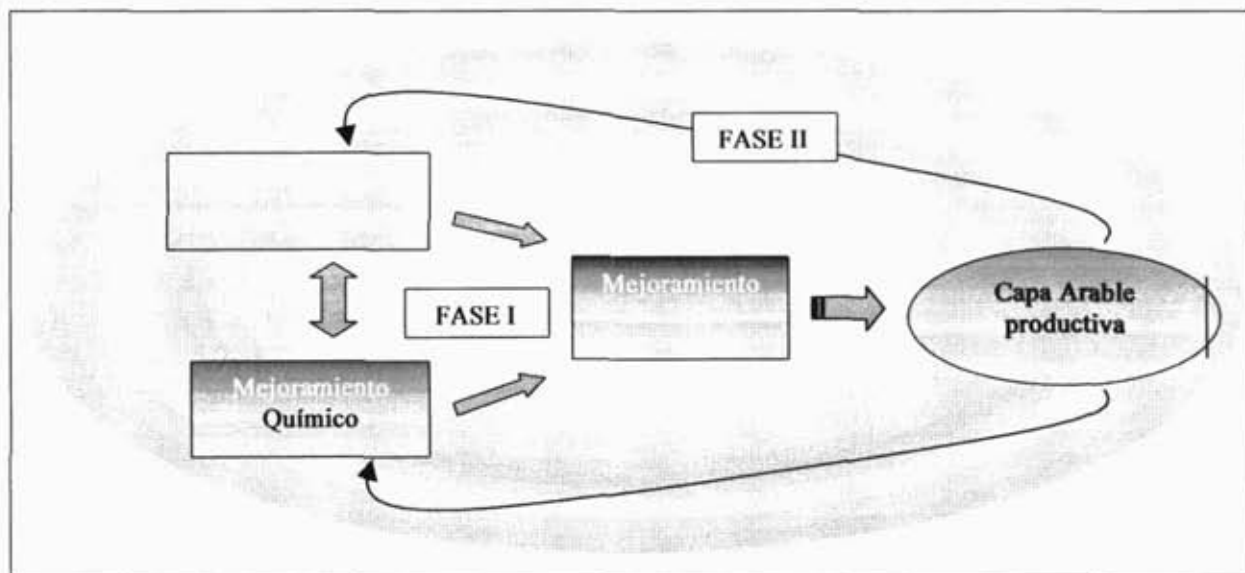


Figura 8.2.3. El mejoramiento físico, junto con el mejoramiento químico, conduce al mejoramiento biológico y se llega a la formación de la capa arable productiva.

Resultados esperados

La implementación de la metodología propuesta en este proyecto va a ayudar a los agricultores a entender y valorizar el concepto de desarrollo de capa arable productiva y de la interdependencia que existen en un suelo agrícola por parte de factores bióticos y factores abióticos. Estas relaciones de interacción mutua se explican gráficamente en la Figura 8.2.3.

- ✓ Las actividades realizadas en la Fase I preparan y enmiendan el suelo para que los cultivos puedan crecer en el normalmente.
- ✓ El crecimiento del cultivo, con sus raíces y con las hojas que caen, beneficia el suelo.
- ✓ El manejo adecuado continuo del suelo, lo convierte en un medio apropiado para que se produzcan cultivos agrícolas con buena productividad, en forma sostenible (Fase II).
- ✓ Los cultivos, a su vez, estarán continuamente enriqueciendo el suelo.

De esta forma, se establece un efecto de espiral ascendente de interacciones mutuas entre factores biótico y abióticos presentes en el suelo.

Productos

1. *Diagnóstico del estado actual de los suelos en las regiones de influencia del proyecto.*

El proyecto pretende tener influencia en los departamentos de Córdoba, Valle del Cauca y Casanare. No existe para estas zonas de tradición yuquera un estudio actualizado del efecto que ha tenido la aplicación de sistemas agrícolas altamente mecanizados en la productividad y sostenibilidad del suelo y del cultivo. Se realizará un estudio detallado de las características físicas y químicas en áreas representativas de los principales suelos agrícolas de la región, mediante muestreos adecuados. La información obtenida se utilizará para elaborar un diagnóstico que ayude a definir la situación actual de los suelos en las regiones seleccionadas.

2. *Implementación de ensayos piloto para generar y adaptar una metodología de trabajo basada en el uso de sistemas alternativos de labranza para el cultivo de la yuca y en el manejo adecuado de los suelos con el objetivo de facilitar la formación y conservación de una capa arable sostenible.*

Se desconoce el comportamiento del cultivo de la yuca y de los suelos de estas regiones frente a sistemas de labranza no convencionales. Los agricultores realizan labores convencionales de preparación de los suelos y, generalmente, son escépticos frente a los cambios de tecnología y no reconocen que las prácticas inadecuadas de manejo del suelo y del cultivo pueden generar, a largo plazo, daños irreversibles en el

suelo. A partir de los resultados obtenidos en la evaluación del estado actual de los suelos, se diseñarán e implementarán ensayos piloto en las áreas del proyecto, basados en prácticas alternativas de manejo del suelo y del cultivo de la yuca. Estos ensayos se realizarán a escala comercial, en suelos representativos y con participación activa de los productores de yuca de cada región.

3. *Análisis del impacto ambiental y económico resultante de la introducción de métodos alternativos y sostenibles de labranza del suelo en el cultivo de la yuca.*

La introducción de métodos alternativos de labranza y manejo de la fertilidad del suelo tiene el potencial de ayudar a disminuir los costos de producción, mejorar los rendimientos agronómicos, la rentabilidad del cultivo y la sostenibilidad del sistema agrícola. Además, su impacto ambiental puede ser benéfico para el suelo, el cultivo y el ecosistema en general, sobre la base del mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas. Se determinarán los efectos económicos y ambientales de la introducción de sistemas alternativos de labranza y manejo de la fertilidad del suelo.

4. *Actividades de divulgación, capacitación y distribución de información relevante a grupos de productores, técnicos, profesionales y otros sectores interesados en el desarrollo de sistemas sostenibles de producción de yuca.*

Se plantea la realización de eventos como cursos y días de campo, complementados con la elaboración de materiales divulgativos para facilitar que los resultados obtenidos en este proyecto tengan la máxima divulgación posible y sean asimilados y utilizados por el máximo número posible de productores de yuca en las regiones de influencia del proyecto.

Se plantea también la incorporación de los resultados obtenidos en este proyecto en los eventos de capacitación que se realizarán en el año, para estimular en la masa crítica de técnicos que trabajan con la yuca en Colombia, la toma de conciencia frente a la importancia del manejo apropiado de los suelos y los cultivos para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Actividades

Producto 1: Evaluación práctica de las características físicas y químicas de los suelos en las regiones de influencia del proyecto

- Selección de lotes en las áreas de influencia
- Toma de muestras de suelo
- Determinaciones en laboratorio
- Seguimiento en el tiempo (tres años)
- Niveles críticos (comparativos)
- Interpretación de los resultados de laboratorio

Producto 2: *Implementación de ensayos piloto para generar metodologías de formación de una capa arable sostenible y sistemas alternativos de labranza para el cultivo de la yuca*

- Formulación de ensayos a largo plazo (3 años)
- Selección de tratamientos
- Tamaño de parcela
- Diseño experimental
- Seguimiento y evaluación
- Análisis estadístico

Producto 3: *Análisis del impacto ambiental y económico resultante de la introducción de métodos alternativos y sostenibles de manejo del suelo y del cultivo de la yuca*

- Análisis de impacto ambiental de cambio de tecnología
- Análisis de viabilidad económica para las soluciones
- Análisis de recuperación, conservación y sustentación de los Agroecosistemas

Producto 4: *Actividades de divulgación, capacitación y distribución de información relevante a grupos de productores, técnicos, profesionales y otros sectores interesados en el desarrollo de sistemas sostenibles de producción de yuca.*

- Resumen de la información
- Edición, publicación
- Promoción y divulgación
- Días de campo, seminarios, cursos, reuniones, congresos

8.2.4. Estudio de la viabilidad técnica y económica de la producción de dextrinas a partir de yuca utilizando tecnologías de vía seca

Johanna Aristizábal*

Introducción

Las dextrinas son productos de degradación parcial del almidón, generados por medio de temperatura y/o catalizadores, en un mecanismo de conversión que involucra procesos tales como ruptura hidrolítica, rearrreglo de moléculas y repolimerización. Los cambios más notables en el almidón son la reducción de la viscosidad y el aumento de la solubilidad en agua fría. Su manufactura puede ser realizada por vía húmeda o por vía seca. La vía seca requiere menos etapas de proceso y consumo energético, lo que la hace menos costosa y ambientalmente compatible por la ausencia de efluentes. Estas dextrinas se conocen también como pirodextrinas. Aunque los adhesivos para cartón y papel constituyen la gran mayoría de las aplicaciones de las dextrinas, su empleo en otras ramas de la industria se debe, en parte, a la gran variedad de tipos de dextrina que pueden ser obtenidas con propiedades que determinan su funcionalidad. Es así, que pueden ser usadas también en la industria textil, imprenta, fundición y, en algunos casos, en la industria alimenticia y farmacéutica. Según sea la aplicabilidad del producto, así será su valor agregado en el mercado.

El origen del almidón es muy importante para la manufactura de dextrinas, así como para la calidad y propiedades del producto final. El almidón de yuca ha sido reconocido como la materia prima adecuada para la producción de dextrinas de alta calidad (Prime Quality Dextrins). La selección de la tecnología más adecuada para la calidad de una dextrina por vía seca, depende del tipo de almidón y de catalizador usados, de las condiciones de operación definidas para el proceso y del tipo de unidad utilizada para la conversión.

Consecuentemente, esta investigación que se desarrolla actualmente tiene como objetivo evaluar las condiciones de proceso para la obtención de dextrinas de uso industrial a partir del cultivo de la yuca utilizando tecnologías de vía seca, como base para facilitar el montaje de plantas de procesamiento en regiones productoras de yuca del país. Así mismo, los objetivos planteados buscan el aprovechamiento de las ventajas competitivas de la yuca frente a las demás fuentes de almidón, contribuyendo con las acciones tendientes a la promoción del desarrollo tecnológico del subsector yuquero en el país y a la consolidación de una actividad económica competitiva y sostenible.

Producto 1: Variedades de yuca con potencialidad para la producción industrial de dextrinas.

Como fase inicial del proyecto de producción de dextrinas y de otros proyectos de almidones modificados o derivados de la yuca, es necesario identificar las variedades de yuca adecuadas, dadas sus características agronómicas y su potencial de uso industrial de acuerdo con los indicadores técnico-económicos para la obtención de almidón de yuca

* Ingeniera Química. Producción de Dextrinas, CLAYUCA. j.aristizabal@cgiar.org

industrial. La funcionalidad de los diferentes tipos de almidones para determinadas aplicaciones depende de las propiedades fisicoquímicas de los gránulos de almidón, como el tamaño, la forma y el contenido de amilosa y amilopectina.

Definición de los criterios para la selección de las variedades de yuca aptas para la producción industrial de dextrinas

Los criterios de selección para escoger las variedades de yuca para la producción industrial de dextrinas, se definieron con base en parámetros agronómicos de particular importancia para la selección del genotipo³⁰.

a. Zona de adaptación. La yuca ha sido reconocida por su notable adaptación a diferentes condiciones abióticas, especialmente su tolerancia a las condiciones de acidez y sequía, suelos degradados y gran flexibilidad en la plantación y la cosecha, por lo que se adapta a diferentes condiciones de crecimiento. Sin embargo, la estabilidad de la producción es muy importante y se logra cuando el clon o la variedad de yuca ha desarrollado adaptabilidad en determinada zona, permitiendo que el comportamiento de la variedad se mantenga constante a través de ambientes favorables y no favorables y cuando se garantiza la producción a través del tiempo, por medio de evaluaciones periódicas.

b. Disponibilidad. Para obtener un producto estándar se debe partir de una materia prima que también lo sea. Para el caso de los almidones modificados, a partir de la yuca, uno de los principales obstáculos que afectan el mercado es el abastecimiento constante de materia prima. Por esta razón, las variedades seleccionadas deben ser aquellas que son más cultivadas en las zonas de adaptación y de las cuales se garantice una producción constante.

c. Rendimiento promedio de raíces en materia seca (t/ha). El rendimiento de las raíces de yuca es una característica controlada genéticamente. Sin embargo, su naturaleza es compleja y no sigue un patrón hereditario establecido. Generalmente, una planta que produzca de 8-10 raíces gruesas posee un alto rendimiento de la raíz de la yuca. El rendimiento en peso fresco es un parámetro importante para la selección de un clon, pero este rendimiento es más relevante si se expresa en términos de rendimiento en materia seca, ya que de esta forma no se tiene en cuenta el agua de la raíz y el clon o genotipo es más eficiente para transporte y procesamiento por su menor contenido de agua. Este parámetro se obtiene de multiplicar el rendimiento de raíces frescas por el porcentaje de materia seca de las raíces.

d. Contenido de materia seca: Este criterio es de vital importancia, pues está relacionado con la cantidad del almidón que tiene la yuca. El contenido de materia seca depende de la edad de la planta, del tipo de variedad, de la época de cosecha y del tipo de suelo. Dado que el almidón es la materia prima para la obtención de las dextrinas, este criterio tendrá un valor de peso mayor para la selección de la variedad. Prefiriendo que esté dentro de

³⁰ Jaramillo, G. Factores a tener en cuenta en la selección de la variedad de yuca que se quiere sembrar. Proyecto Mejoramiento de yuca CIAT-MADR. Palmira: CIAT, 2002.

los contenidos altos, ya que consecuentemente también lo serán los contenidos de almidón.

e. Contenido de amilosa y de amilopectina: Los contenidos de amilosa y de amilopectina, definen las propiedades funcionales del almidón, particularmente su viscosidad, textura, y solubilidad. Se escogerán variedades que posean contenidos de amilosa dentro de rangos altos y bajos, para comprobar su efecto en la producción a dextrinas.

Selección de variedades de yuca

De acuerdo con la información suministrada por el Programa de Mejoramiento de Yuca, que ha evaluado genotipos o variedades en diferentes ecosistemas y durante varios años, se realizó una selección de las variedades de yuca de un grupo estudiado por este programa. Estas variedades se escogieron de acuerdo con los criterios de selección definidos.

Información disponible sobre variedades de yuca

El Centro Internacional de Agricultura Tropical realiza investigaciones sobre productos básicos tales como frijol, arroz, forrajes tropicales y yuca. En este último cultivo se han desarrollado importantes investigaciones relacionadas con la búsqueda de soluciones para la tolerancia y la resistencia genética a los principales factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (condiciones de clima y suelo) de este cultivo. Además, existe una colección de 6.000 variedades de yuca, que se conservan en un banco de germoplasma, único en el ámbito mundial. El programa de Mejoramiento de Yuca del CIAT, tiene como objetivo desarrollar variedades de yuca cada vez más superiores a las variedades existentes, que sean altamente productivas y con características agronómicas deseables para su uso en mesa e industrial. Para llevar a cabo esto, el programa realiza pruebas regionales que conllevan a evaluaciones y selecciones de genotipos o variedades en diferentes ecosistemas y durante varios años. Esto se realiza con el objeto de observar la adaptabilidad de las variedades a las condiciones de suelos y climas en las diferentes zonas del país. Así, las variedades seleccionadas para un ecosistema dado, serán específicas para éste y, en consecuencia, no se adaptarán fácilmente, siendo susceptibles, a otro ecosistema con características distintas al lugar de su selección. Este programa ha seleccionado variedades de yuca específicas para cada zona, las zonas o polos de desarrollo que estudia son:

Valles interandinos o zona cafetera
Costa Atlántica-Magdalena
Llanos –Meta -Casanare –Arauca
Sucre-Córdoba-Urabá
Magdalena Medio
Tolima-Huila-Cundinamarca

Las zonas más importantes, y en las que se han realizado el mayor número de pruebas regionales y parcelas de reproducción, son las tres primeras. Por este motivo, se

escogieron estas tres zonas para la selección de las variedades a estudiar. Según la información suministrada por el coordinador de cada zona, se realizó una recopilación de los clones disponibles, y de acuerdo con los criterios de selección se escogieron tres variedades de cada zona. Las variedades se caracterizaron morfológicamente y algunas de sus características agronómicas se presentan en el Cuadro 8.2.1.

Cuadro 8.2.1. Características agronómicas de las variedades de yuca seleccionadas.

Variedad	Zona de adaptación	Edad de la raíz (meses)	Rendimiento en peso fresco (t/ha) *	Materia seca (%)	Rendimiento en materia seca (t/ha)	Amilosa (%) **	Contenido Cianogénico
CORP.REINA (CM 6740-7)	Llanos	12	25	41.3	10.3	15.1	Intermedio
ICA CATUMARE (CM 523-7)	Llanos	12	25.0	37.9	9.5	17.7	Bajo
BRASILERA (MCO 2737)	Llanos	12	22.0	38.6	8.5	16.3	Intermedio
VENEZOLANA (MCO 2215)	Atlántico	13	9.5	34.1	3.2	23.4	Bajo
MTAI 8	Atlántico	16	34.2	30.6	10.7	24.9	Alto
MVEN 25	Atlántico	16	21.6	27.7	6.0	21.9	Alto
ICA - P13 (HMC-1)	Valles Interandinos	12	25.0	39.7	10.0	20.9	Bajo
MPER 183	Valles Interandinos	11	32.9	34.9	11.5	16.1	Bajo
MBRA 383	Valles Interandinos	14	36.7	42.9	15.7	17.9	Bajo

* Rendimiento experimental de pruebas regionales

** Valor reportado en literatura revisada.

Producto 2. Técnica de extracción más conveniente para obtener almidón de yuca apto la producción de dextrinas.

La extracción de almidón de yuca actualmente se lleva a cabo por medio de un proceso que comprende las etapas de lavado, rallado, tamizado, sedimentación y secado. Particularmente, en las etapas de lavado, rallado, tamizado se consumen grandes cantidades de agua, aproximadamente 31 l por kg de almidón, que poseen luego del proceso altas cargas contaminantes que deben ser tratadas. Este es uno de los principales problemas en la extracción de almidón de yuca por vía húmeda.

Con el objeto generar una nueva tecnología de extracción de almidón de yuca, reduciendo los consumos de agua por medio de un proceso más limpio y compatible con el medio ambiente, CLAYUCA estudió un sistema de obtención de almidón de yuca por vía seca, en el que no se utiliza agua, salvo en la etapa de limpieza de las raíces. Las operaciones del proceso son limpieza de las raíces, rallado, secado, molienda y tamizado, produciendo al final una harina refinada que incluye pequeñas trazas de fibra, proteína y cenizas. La

extracción de la harina refinada puede ser llevada a cabo por dos métodos. Uno por trozado de la yuca, secado al sol, molienda y tamizado; y otro por rallado de la yuca, secado artificial en un equipo de planta piloto, molienda y tamizado. Finalmente, mediante un sistema adecuado de separación, que actualmente está siendo estudiado, se está evaluando la posibilidad de obtener un material que sea en su totalidad almidón.

Con el propósito de evaluar el efecto del tipo de almidón en la conversión a dextrinas, se realizaron pruebas preliminares de conversión utilizando los almidones extraídos por vía húmeda de las variedades seleccionadas y algunas harinas refinadas disponibles a través del proyecto de almidón vía seca en curso. Con base en estos resultados se decidirá la técnica de extracción de almidón, esto permitirá obtener un material adecuado para la obtención de dextrinas.

Extracción del almidón de yuca

La extracción de almidón por la vía húmeda, se realizó por el conocido método artesanal. Se procesaron de 25-30 kg de cada variedad. Las raíces se lavaron (dejando parte de la cascarilla) y luego el material pasó a las etapas de rallado, licuado, lavado, filtración, decantación, secado, molienda y tamizado. El factor de conversión de raíces de yuca a almidón fue del orden de 5:1 – 6:1, el consumo de agua fue alrededor de 7 litros por kg de yuca fresca y las pérdidas del 3-4 %.

En la extracción de almidón por vía húmeda la etapa más crítica es la de secado, cuando el sistema de secado es solar. Se presentaron algunos inconvenientes, dado que cuando el espesor del lecho es grande, se dificulta la liberación de agua; por lo tanto es necesario extender en grandes áreas y en capa delgada el almidón, para tener una mayor velocidad de secado. Adicionalmente, si el almidón no se seca rápidamente se presentan problemas de fermentación. Por estas razones, se escogió la opción de secar el almidón en un horno con circulación de aire caliente a 55 °C.

La extracción de almidón de yuca por vía seca está siendo realizada en un proyecto en curso, éste suministra las harinas refinadas de trozos y de planta piloto, material a ser usado en la conversión a dextrina.

Pruebas preliminares de dextrinización

Esta fase experimental tiene como objetivos confrontar lo planteado en la información científica y tecnológica, particularmente con base en un estudio de dextrinización recientemente realizado³¹, respecto de las condiciones para la producción de dextrinas de yuca por vía seca, utilizando los almidones nativos extraídos por vía húmeda y las harinas refinadas extraídas por vía seca.

Aunque, muchos catalizadores pueden convertir en diferente grado el almidón a dextrina, el análisis de la información técnica disponible y de los procesos comerciales ha

³¹ Aristizábal, J. y Robles, S. Estudio de la dextrinización del almidón de yuca por vía seca. Bogotá, 2001. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química.

demostrado que únicamente un pequeño número de ellos son adecuados. Particularmente, en el estudio mencionado, se definió que el ácido clorhídrico es el catalizador más adecuado en la conversión a dextrina por su actividad relativamente alta, bajo costo, rápida volatilidad y disponibilidad. Otros ácidos tales como sulfúrico y nítrico son también utilizados. Con este último, las dextrinas tienden a tener un color rojizo por esta razón es menos usado. Las mejores condiciones de operación encontradas utilizando almidón industrial fueron 0,15% en peso con respecto al almidón a una temperatura de 150 °C. Estas condiciones se escogieron como punto de partida para iniciar las conversiones con almidones y harinas refinadas.

a. Pruebas de dextrinización utilizando harinas refinadas de trozos y planta piloto: Esta actividad se llevó a cabo en los laboratorios de Planta Piloto del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Bogotá. Se realizaron pruebas de dextrinización, a las condiciones definidas con las harinas refinadas de trozos de las variedades MPER 183 e ICA CATUMARE y de las harinas de planta piloto de las variedades MPER 183, ICA CATUMARE y REINA.

La dextrinización se llevó a cabo en un equipo existente construido para este propósito, utilizando las condiciones de operación seleccionadas. A estas condiciones, no se obtuvo conversión. La conversión fue seguida por medio de pruebas de coloración con solución I_2/KI , solubilidad en agua fría y poder viscosante. La prueba con solución de yodo presentó un color azul en todos los casos, indicativo de la presencia de almidón. Ninguna dextrina de harina refinada fue soluble en agua fría. Las viscosidades de las dextrinas de harinas refinadas aunque a concentraciones del 4 % son bajas (50-70 cP) a una concentración de 15 % son muy altas (superiores a 45000 cP), lo que es un indicativo de que no hubo conversión. Adicionalmente, las dextrinas obtenidas presentan un color amarillo tostado y un olor a quemado característico, se asume que este hecho se debe a la presencia de fibra y proteína en las harinas y a posibles reacciones de Maillard.

b. Pruebas de dextrinización utilizando almidones nativos: Estas pruebas se realizaron en un horno de circulación de aire caliente, extendiendo el almidón acidulado en bandejas en capa fina, a las mismas condiciones de operación que se realizaron las pruebas de dextrinización con las harinas refinadas. Con las condiciones de proceso establecidas no hubo conversión. La conversión fue seguida por medio de pruebas de coloración con solución I_2/KI , y solubilidad en agua fría.

Con base en los resultados obtenidos de las pruebas de dextrinización con harinas refinadas y almidones nativos. Se concluyó que el factor que más incide en la conversión del almidón y de las harinas a dextrinas es el pH luego de la adición del catalizador. Para las harinas, la presencia de otros materiales principalmente proteína, fibra, grasa y cenizas no únicamente complican la modificación ácida, particularmente la velocidad a la que es alcanzada, sino adicionalmente tiene un efecto sobre la calidad del producto modificado que las hace inapropiadas para muchas aplicaciones. Por lo se planteó realizar ensayos para determinar la concentración de ácido a utilizar según el tipo de almidón o harina.

La cantidad de ácido es determinada en parte por el pH, al que la conversión se lleva a cabo por la naturaleza de la *dextrina* deseada y por el tipo de almidón utilizado. Para ello, se determina el *factor ácido*, definido como la cantidad de ácido necesario para llevar una suspensión 1:2 de 25 g de almidón seco hasta un pH de 3,0. Este, es determinado potenciométricamente por titulación del almidón suspendido en agua deionizada, con ácido clorhídrico 0,1 M. Para los almidones nativos este valor está en el orden de 2.8-3.0 y para las harinas refinadas de 19-25. Como se esperaba, la presencia de materiales diferentes al almidón aumentan en gran medida el factor ácido.

c. Pruebas de dextrinización con base en el factor ácido: De acuerdo con los resultados obtenidos del factor ácido para los almidones nativos y las harinas, en términos de concentración de ácido para los almidones es 0,2-0,3 % y para harinas es 2-3% con respecto al peso de almidón. A estas condiciones se realizaron pruebas de dextrinización en un secador con circulación de aire caliente, en lecho fijo de capa delgada. En el caso de los almidones nativos se obtuvieron dextrinas altamente convertidas, con solubilidad en agua fría de 95-100% y bajo poder viscosante. En las harinas, aunque se obtuvo bajo poder viscosante la solubilidad en agua fría, fue nula y el color de la dextrina es oscuro y de olor característico; contrariamente a las dextrinas obtenidas con almidón.

Con estos resultados, el material más adecuado para la obtención de dextrinas de alta calidad es el almidón nativo, extraído por vía húmeda. Sin embargo, será interesante evaluar otras condiciones de operación con otros catalizadores que permitan el encapsulamiento de los materiales diferentes al almidón, para permitir una fácil modificación de la harina y por otra parte que se requiera una baja concentración de catalizador para evitar el color oscuro en la dextrina. Las pruebas preliminares permitieron comprobar que es posible obtener dextrinas en un lecho fijo utilizando aire caliente como medio de transferencia de calor. Con base en estos resultados, y en consideraciones de tipo técnico y operativo, se tienen nuevos juicios de valor para proponer el diseño del convertidor piloto para la obtención de dextrinas.

La selección de la tecnología de dextrinización debe ser evaluada por medio de un método de selección de tecnologías. Este se diseña recolectando y analizando los conocimientos de los expertos en el tema y del conocimiento científico y tecnológico disponible, y analizando sus ventajas y desventajas. Comparando las diferentes tecnologías existentes de dextrinización típicos tales como: el tostador convencional, el horno rotatorio, el equipo Blattman, el lecho fluidizado, el turbo convertidor y otros no muy comunes.

Una de las mejores herramientas teóricas para el soporte de decisiones en tecnología o toma de una decisión sobre innovación o mejoramiento tecnológico, es la denominada Ntech-GDSS, que describe el proceso de decisión multicriterio, que permite el análisis de factores cuantitativos y no cuantitativos, evaluando a la vez factores subjetivos. Esta herramienta soporta el proceso de toma de decisiones por medio de la organización de criterios y alternativas de acuerdo con un modelo de decisión.

9. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN (2000 - 2002)

9.1. Nacionales

9.1.1. Cursos y talleres

Total de asistentes a cursos y talleres programados 731 personas entre técnicos, profesionales y agricultores

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Barrancabermeja, Santander	CLAYUCA-CIAT CIAT MADR	15 al 17 de noviembre 2000	50	Profesionales y estudiantes	Luis Fernando Cadavid, Lisimaco Alonso, Jairo Bedoya, Bernardo Arias, Germán Llano	Asistencia técnica de investigación y desarrollo tecnológico, CIAT – CLAYUCA
Cúcuta, Norte de Santander	CLAYUCA-CIAT PRISA SIGLO XXI, Secretaría de Agricultura de Cúcuta	11 al 13 de septiembre de 2000	30	Profesionales y técnicos	Lisimaco Alonso, Luis Fernando Cadavid, Fernando Calle, Germán Llano	Sistemas Modernos en Producción y Procesamiento de Yuca
Villavicencio, Meta	CLAYUCA-CIAT CIAT CORPOICA MADR	24 al 26 de abril de 2001	70	Profesionales, técnicos, estudiantes y agricultores	Luis F. Cadavid Lisimaco Alonso Bernardo Arias Germán Llano	Curso Investigación sobre el manejo agronómico y poscosecha del cultivo de la yuca con fines industriales.
Fresno / Tolima	CLAYUCA-CIAT Alcaldía de Fresno Comulgali	3 y 4 de junio de 2001	25	Profesionales, técnicos y agricultores	Luis F. Cadavid Lisimaco Alonso Javier López Bernardo Arias	Sistemas Modernos en Producción y Procesamiento de Yuca
Neiva, Huila	CLAYUCA-CIAT Universidad Surcolombiana MADR	1 - 3 de agosto de 2001	50	Profesionales, técnicos, estudiantes y agricultores	Luis Fernando Cadavid, Lisimaco Alonso, Jairo Bedoya, Bernardo Arias, Germán Llano	Asistencia técnica de investigación y desarrollo tecnológico, CIAT – CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA-CIAT	6, 13 de julio; 10, 17, 24 de agosto de 2001	15	Empleados del SENA Buga, Técnicos y estudiantes	Funcionarios CLAYUCA y CIAT	Sistemas Modernos en Producción y Procesamiento de Yuca

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Cúcuta, Norte de Santander	CLAYUCA-CIAT Secretaría de Agricultura Norte de Santander	4 al 6 de septiembre de 2001	50	Técnicos, profesionales, agricultores y ganaderos	Luis F. Cadavid Jorge Luis Gil Diego Rosero Carlos J Herrera	Nutrición del cultivo de la yuca, plagas y alimentación animal con yuca forrajera
Barranquilla Atlántico	MADR CLAYUCA-CIAT Industrias del Maíz	1 al 3 de octubre de 2001	25	Profesionales, técnicos y agricultores	Jorge Ivan Lenis Luis F. Cadavid Bernardo Arias Lisímaco Alonso César Alcalde Rafael Laberry	Plan Maestro de Capacitación Fase I en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia
Cereté, Córdoba	MADR, Secretaria de Agricultura de Córdoba, CORPOICA,	3 al 5 de octubre de 2001	50	Profesionales, técnicos y agricultores	Eusebio Ortega Luis F. Cadavid L. Bernardo Arias Lisímaco Alonso Rafael Laberry	Plan Maestro de Capacitación Fase I en Sistemas modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia
Carepa, Urabá Antioquia	MADR, Secretaria de Agricultura de Antioquia, AUGURA y CORPOICA	8 al 10 de octubre de 2001	40	Profesionales, técnicos y Agricultores	Eusebio Ortega Luis F. Cadavid Bernardo Arias Lisímaco Alonso Rafael Laberry	Plan Maestro de Capacitación Fase I en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia
Espinal, Tolima	MADR, Secretaria de Agricultura del Tolima, CORPOICA e ITFIP	24 - 28 de octubre de 2001	90	Profesionales, técnicos y Agricultores	Luis F. Cadavid L. Bernardo Arias Lisimaco Alonso Germán Llano Jorge Luis Gil	Plan Maestro de Capacitación Fase I en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Villavicencio, Meta Estación Experimental La Libertad	CLAYUCA-CIAT CIAT MADR CORPOICA	26 y 27 de abril de 2001	70	Funcionarios instituciones de investigación agrícolas, UMATAS	Lisímaco Alonso Jorge Luis Gil	Curso intensivo sobre el manejo agronómico y poscosecha.
Yopal, Casanare	CEMILLA CLAYUCA-CIAT Proyecto YUCASAVE	25 feb – marzo 1 de 2002	25	Funcionarios instituciones de investigación agrícolas, UMATAS, Universidades y productores	Fernando Calle, Bernardo Árias, Luis Fernando Cadavid	Taller sobre sistemas de producción de yuca
Palmira, Valle del Cauca	CIAT CLAYUCA-CIAT	25 febrero – 1 marzo de 2002	1	Funcionario Industrias del Maíz	Unidad de Biotecnología CLAYUCA-CIAT	I Taller Regional de Propagación Rápida (in vitro) y Transformación Genética de Yuca. Dedicado a Chusa Ginés y Verónica Mera.
Yopal, Casanare	CEMILLA	1 – 5 de abril de 2002	25	Funcionarios Proyecto YUCASAVE	Jorge Luis Gil, Lisímaco Alonso, Carlos Chilito	Curso Taller sobre Poscosecha de la Yuca y su Agroindustria
Palmira, Valle	CLAYUCA-CIAT MADR CIAT	25-28 junio de 2002	32	Funcionarios instituciones de investigación agrícolas, UMATAS, Universidades y productores	Funcionarios de CLAYUCA y CIAT	Plan Maestro Fase II Curso I. Curso Intensivo de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Palmira y Armenia	CLAYUCA-CIAT MADR CIAT	26-31 de agosto de 2002	28	Funcionarios instituciones de investigación agrícolas, UMATAS, Universidades y productores y funcionarios del SENA	Funcionarios de CLAYUCA y CIAT	Plan Maestro Fase II Taller 1. Teórico - Práctico sobre Opciones Tecnológicas para el Manejo de Poscosecha de la Yuca
Bucaramanga, Santander	CLAYUCA-CIAT UIA CIAT	3 – 6 de septiembre de 2002	29	Funcionarios instituciones de investigación agrícolas, UMATAS, Universidades y productores	Funcionarios de CLAYUCA y CIAT	Plan Maestro Fase II Curso 2. Curso Intensivo de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia
Yopal, Casanare	Secretaria de Agricultura del Casanare CLAYUCA-CIAT	8 – 11 de octubre de 2002	26	Funcionarios instituciones de investigación agrícolas, UMATAS, Universidades y productores	Funcionarios de CLAYUCA y CIAT	Plan Maestro Fase II Curso 3. Curso Intensivo de Capacitación en Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca en Colombia

9.1.2. Asesorías

Aproximadamente se prestaron 22 asesorías sin contar con los visitantes a nuestras instalaciones.

Lugar	Solicitante	Fecha	Tipo de audiencia	Conferencista	Tema
Palmira, Valle del Cauca	Particular	11 de noviembre de 2000	Profesional del Agro	Jorge Luis Gil	Sistemas Modernos de Producción y procesamiento de yuca.
Cúcuta, Norte de Santander	Secretaría de Agricultura de Norte de Santander	21 al 23 de marzo de 2001	profesionales, técnicos y agricultores	Luis Fernando Cadavid	Día de campo, cosecha de ensayo y mesa redonda
Plantas de secado Sahagún, Córdoba	CLAYUCA - CIAT AVIDESA Mc. Pollo FENAVI	22 al 26 de febrero de 2001	Funcionario de AVIDESA Mc. Pollo	Lisimaco Alonso	Evaluación microbiológica del secado natural de trozos de yuca en patios de cemento.
Armenia, Quindío	SENA	20 de enero de 2002	Funcionarios de la entidad	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT
Bogotá	FENAVI, MADR	21 de enero de 2002	Funcionarios de las entidades	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT
Montería, Córdoba	Secretaría de Agricultura de Córdoba	22 de enero de 2002	Funcionarios de la entidad	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT
Barranquilla, Atlántico	Industrias del Maíz CLAYUCA - CIAT	23 de enero de 2002	Funcionarios de Industrias del Maíz	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	Industrias del Maíz CLAYUCA - CIAT	25 de enero de 2002	Funcionarios de Industrias del Maíz	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT
Palmira, Valle del Cauca	Productos Ramo	27 de enero de 2002	Funcionarios de la entidad	Lisimaco Alonso Estudiantes	Actividades poscosecha de yuca
Barranquilla, Atlántico	Industrias del Maíz CLAYUCA - CIAT	29 - 31 de enero de 2002	Funcionarios de Industrias del Maíz	Armando Bedoya	Multiplificación rápida de yuca
Palmira, Valle del Cauca	Embajada de Holanda	18 de febrero de 2002	Embajador	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT
Bogotá	FENAVI, MADR	11 de febrero de 2002	Funcionarios de las entidades	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT

Lugar	Solicitante	Fecha	Tipo de audiencia	Asesor	Tema
Palmira, Valle	Chemonics	7 marzo de 2002	Gerente	Bernardo Ospina	Cultivo de la yuca en Putumayo
Yopal, Casanare	Programa YUCASAVE	1 - 2 de abril de 2002	Funcionarios de la entidad	Lisímaco Alonso	Sistemas poscosecha de yuca
Bogota	FENAVI, MADR	9 de abril de 2002	Funcionarios de las entidades	Bernardo Ospina	Presentación de proyectos
Armenia, Quindío	SENA	11 junio de 2002	Funcionarios de la entidad	Bernardo Ospina	Organización de eventos para proyecto Plan Maestro Fase II
Bogota	FENAVI, MADR	28 de junio de 2002	Funcionarios de las entidades	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT
Bogota	FENAVI, MADR	5 agosto de 2002	Funcionarios de las entidades	Bernardo Ospina	Reunión con socios CLAYUCA - CIAT
El Turpial, Puerto López, Villavicencio	FENAVI	11 - 16 de agosto de 2002	Agricultores y empresarios de la zona	Lisímaco Alonso	Sistemas poscosecha de yuca
Bogota	FENAVI, MADR	10 octubre de 2002	Funcionarios de las entidades	Bernardo Ospina	Reunión para definir acciones sobre el proyecto CFC
Palmira, Valle del Cauca	PADEMER, COADEMTOL	7 de noviembre de 2002	Funcionarios de COADEMTOL, Agricultores, profesionales y técnicos de la región del Tolima	Lisímaco Alonso Sandra Milena Barona, Luis Eduardo Isaza, Ana Milena Bonilla, Teresa Sánchez	Opciones Tecnológicas para el Manejo de Poscosecha de la Yuca
Barranquilla, Atlántico	Industrias del Maíz	10 de diciembre de 2002	Funcionarios de la entidad	Armando Bedoya	Multiplicación rápida de yuca

9.1.3. Conferencias

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA	11 de noviembre de 2000		Profesional del Agro	Jorge Luis Gil	Sistemas Modernos de Producción y procesamiento de yuca.
Cartagena	FENAVI/ FONAV	16 al 18 noviembre de 2000	Masivo	Avicultores y productores de materias primas	Bernardo Ospina Frans van Poppel	Experiencias del uso de la yuca en la alimentación animal en Holanda
CIAT Sede Palmira Valle del Cauca	CLAYUCA - CIAT ASA	2 y 3 de agosto de 2001	60	Profesional del Agro	Bernardo Ospina Jorge Luis Gil	Desarrollos recientes con soya integral y cultivos tropicales en alimentación animal.
Armenia, Quindío	SENA - Buga	Junio 14 de 2002	25	Técnicos del SENA	Luis Fernando Cadavid, Jorge Luis Gil	Yuca forrajera

9.1.4 Ferias y Exposiciones

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Asistentes	Título del evento
Cartagena	FENAVI/ FONAV	16 al 18 noviembre de 2000	Masivo	Avicultores y productores de materias primas	Bernardo Ospina Amalia Jaramillo	X Congreso AVICOLA
Sahagún, Córdoba	Secretaría de Agricultura de Córdoba	9 al 13 de mayo de 2001	Masivo	Todo tipo de público	Bernardo Ospina Diego Rosero	Primera Feria Expo Sabana 2001
Bogotá CORFERIAS	CLAYUCA - CIAT, MADR, FENAVI, FONAV	13 al 22 de julio de 2001	Masivo	Todo tipo de público	Bernardo Ospina, Luis Fernando Cadavid, Lisimaco Alonso, Jorge Luis Gil, Amalia Jaramillo, Diego Rosero.	AGROEXPO 2001

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Montería, Córdoba	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural	27 al 30 de junio de 2002	Masivo	Todo tipo de público	Luis Fernando Cadavid	Feria Agropecuaria
Sahagún, Córdoba	Secretaría de Agricultura de Córdoba	21 al 22 de mayo de 2002	Masivo	Todo tipo de público	Luis Fernando Cadavid	Segunda Feria Exposabana 2002

9.1.5. Reuniones de evaluación y presentación de informes

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
CIAT Sede Palmira Valle del Cauca	CLAYUCA CIAT	Marzo de 2000	30	Funcionarios del CIAT, MADR, FENAVI	Jorge Luis Gil	Informe ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA CIAT	24 de mayo, 2001	3	Funcionarios del MADR	Todo el Equipo de CLAYUCA	Informe de avance de proyectos financiados por el MADR
Bogotá CORFERIAS	CLAYUCA CIAT	19 de julio de 2001	20	Socios CLAYUCA, Colombia	Bernardo Ospina, Luis Fernando Cadavid, Lisímaco Alonso, Jorge Luis Gil, Amalia Jaramillo, Diego Rosero, Erwin Silva.	Informe de Avance 2000, 2001

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA CIAT	22 – 23 de noviembre, 2001	3	Funcionarios del MADR	Equipo de CLAYUCA - CIAT	Informe de avance de proyectos financiados por el MADR
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA CIAT	22 de julio de 2002	1	Funcionarios del MADR	Equipo de CLAYUCA - CIAT	Informe de avance de proyectos financiados por el MADR
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA CIAT	6 de diciembre de 2002	3	Viceministro, Exviceministro y asistente	Equipo de CLAYUCA -CIAT	Proyectos financiados por el MADR
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA CIAT	3 de diciembre de 2002	150	Junta Directiva de CIAT	Bernardo Ospina	Reunión Anual deL CIAT

9.1.6. Capacitación en Servicios

Lugar	Entidad solicitante	Fecha	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Palmira, Valle del Cauca	Asociación de Apoyo de Campesinos de Cartagena, Bolívar	8 de marzo	Profesional de la entidad	Equipo de CLAYUCA	Servicios CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	SOLLA	12 de marzo de 2002	Presidente Junta Directiva y Presidente de la entidad	Equipo de CLAYUCA	Servicios CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	BAVARIA	8 de abril de 2002	Profesional de la entidad	Equipo de CLAYUCA	Servicios CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	Nodo Regional Producción Más Limpia	11 julio de 2002	Profesionales y estudiantes de la entidad	Equipo de CLAYUCA	Servicios CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	National Starch & Chemical, Brasil, México y Colombia	12 de diciembre de 2002	Funcionario de la entidad	Equipo de CLAYUCA	Servicios de CLAYUCA

9.2. Internacionales

9.2.1. Cursos y talleres

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
CIAT Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA - CIAT	23 de octubre al 10 de noviembre de 2000	25	Profesionales	Funcionarios CIAT Funcionarios CLAYUCA	Curso Internacional sobre Sistemas de Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca
Maturín, Monagas, Venezuela	Agropecuaria Mandioca S.A. FONAIAP	28 de julio de 2000	50	Profesionales, técnicos y agricultores	Luis Fernando Cadavid	Nutrición mineral del cultivo de la yuca
El Tigre, Anzoátegui, Venezuela	Agropecuaria Mandioca S.A. FONAIAP	3 al 6 de octubre de 2000	30	Profesionales, técnicos y agricultores	Luis Fernando Cadavid	Nutrición mineral del cultivo de la yuca
CIAT Sede Palmira Valle del Cauca	CLAYUCA - CIAT	23 de octubre al 10 de noviembre de 2000	25	Profesionales	Mejoramiento de yuca, Biotecnología de yuca, CLAYUCA, Patología de yuca, Virología de yuca	Curso Internacional sobre Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca
Puerto Príncipe Les Cayes Haití	Universidad Americana Les Cayes	22 al 26 de junio de 2001	30	Profesionales	Luis Fernando Cadavid, Fernando Calle	Curso sobre producción de cultivos tropicales.
El Tigre, Estado de Anzoátegui, Venezuela	MCT, CLAYUCA - CIAT	6 - 8 de mayo de 2002	38	Profesionales, técnicos y agricultores	Luis Fernando Cadavid, Lisímaco Alonso, Bernardo Árias, Germán Llano	Curso Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca
San Carlos, Estado de Cojedes, Venezuela	MCT, FONACIT, UNELLEZ, UCV, Gobierno Estado	9 - 11 de mayo de 2002	41	Profesionales, técnicos y agricultores	Luis Fernando Cadavid, Lisímaco Alonso, Bernardo Árias, Germán Llano	Curso Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Maracaibo, Venezuela	MCT, Programa de Desarrollo del Circuito de la Yuca, Universidad de Zulia y CLAYUCA-CIAT	13 – 15 de mayo de 2002	38	Profesionales, técnicos y agricultores	Luis Fernando Cadavid, Lisímaco Alonso, Bernardo Árias, Germán Llano	Curso Sistemas Modernos de Producción y Procesamiento de Yuca
Lima, Perú	INIA	9 – 14 de septiembre de 2002	28	Técnicos y profesionales	Bernardo Ospina Hernán Ceballos	Taller de recursos Genéticos de Yuca

9.2.2. Asesorías

Lugar	Solicitante	Fecha	Tipo de audiencia	Conferencista	Tema
Caracas, Venezuela	MCT	13 – 15 de febrero de 2002	Profesionales de la entidad	Bernardo Ospina	Contacto con socios de CLAYUCA
Temblador, Monagas, Venezuela	Agropecuaria Mandioca S.A.	24 al 29 de febrero de 2000	Profesionales	Luis Fernando Cadavid	Asesoría sobre producción de yuca y fertilización
Campeche, México	CLAYUCA - Consorcio Agroindustrial	27 de junio al 6 de julio de 2001	Profesionales	Luis Fernando Cadavid	Asesoría sobre producción de yuca raíz y yuca forraje.
Palmira, Valle del Cauca	CIAT	Febrero 25 - marzo 1 de 2002	Profesionales Venezuela	Unidad de Biotecnología	I Taller Regional de Propagación Rápida (in vitro) y Transformación Genética de Yuca
Campeche, México	Consorcio Agroindustria Guepell	14 – 21 de julio de 2002	Profesionales de la entidad	Luis Fernando Cadavid	Sistemas de producción de yuca forrajera

Lugar	Solicitante	Fecha	Tipo de audiencia	Conferencista	Tema
Panamá, Panamá	FIAFOR	22 – 27 de julio de 2002	Profesionales de la entidad	Bernardo Ospina, Elsa Liliana Melo	Manejo del Chinche Subterráneo de la Yuca con Organismos Entomopatógenos en Laboratorio, Invernadero y Campo
Republica Dominicana	IDIAF	28 – 31 de agosto de 2002	Profesionales de la entidad	Bernardo Ospina	Contactos CLAYUCA

9.2.3 Conferencias

Lugar	Organizador	Fecha	Número de asistentes	Tipo de audiencia	Conferencista	Título del evento
Caracas, Venezuela	CLAYUCA - CIAT FEPORCINA	15 – 16 de noviembre, 2000	30	Técnicos y profesionales de la entidad	Bernardo Ospina Frans van Poppel	Gira de conferencias sobre alimentación animal, experiencia Holandesa
Quito, Ecuador	CLAYUCA	19 - 20 de noviembre, 2000	30	Técnicos y profesionales de la entidad	Bernardo Ospina Frans van Poppel	Gira de conferencias sobre alimentación animal, experiencia Holandesa
Japón	JIRCAS	13 de octubre de 2002	15	Técnicos y profesionales del MADR, FENAVI, INCUAGRO	Bernardo Ospina	Participación en Jircas Internacional Symposium
Tailandia	CLAYUCA	2 de noviembre de 2002	15	Técnicos y profesionales del MADR, FENAVI, INCUAGRO	Bernardo Ospina	Participación en Cassava Workshop
Holanda	CLAYUCA	7 de noviembre de 2002	15	Técnicos y profesionales del MADR, FENAVI, INCUAGRO	Bernardo Ospina	Viaje de estudio

9.2.4. Capacitación en servicio

Lugar	Solicitante	Fecha	Tipo de audiencia	Conferencista	Tema
Palmira, Valle del Cauca	IDIAF	23 de agosto de 2001	Profesional de IDIAF	Jorge Luis Gil	Charla Técnica
Palmira, Valle del Cauca	CLAYUCA	14-21 de octubre, 2001	Administrator Organization Double Harvest (ODH)	Personal CIAT/CLAYUCA	Capacitación en endurecimiento de yuca
Palmira, Valle del Cauca Armenia, Quindío	SARRNET IITA	25 de febrero al 2 de marzo de 2002	Funcionarios de IITA/SARRNET	Bernardo Ospina	Red de Investigación de Cultivos de Raíces del Africa del Sur
Brasil	SARRNET IITA	3 - 11 de marzo de 2002	Funcionarios de IITA/SARRNET	Bernardo Ospina	Red de Investigación de Cultivos de Raíces del Africa del Sur
Palmira, Valle del Cauca	IDIAF	4 - 5 de marzo de 2002	Profesional de IDIAF	Lisímaco Alonso	Sistemas Poscosecha de yuca
África	SARRNET IITA	27 de abril al 18 de mayo de 2002	Funcionarios de IITA/SARRNET	Bernardo Ospina	Red de Investigación de Cultivos de Raíces del Africa del Sur
Palmira, Valle del Cauca	IDIAF	23 - 26 de abril de 2002	Profesional de IDIAF	Equipo de CLAYUCA	Sistemas Poscosecha de yuca
Palmira, Valle del Cauca	Haití	9 de mayo de 2002	Grupo de técnicos de Haití	Equipo de CLAYUCA	Sistemas de Producción de yuca
Palmira, Valle del Cauca	Proyecto CIAT-HAP	10 al 25 de mayo de 2002	Profesionales del Colombia, Nicaragua y Honduras	Equipo de CLAYUCA	Servicios de CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	IDIAP, Panamá	22 - 26 de julio, 2002	Profesionales de IDIAP	Bernardo Ospina	Sistemas de Producción de yuca
Palmira, Valle del Cauca	EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahía, Brasil	27 de noviembre de 2002	Profesional de EMBRAPA	Equipo de CLAYUCA	Servicios de CLAYUCA
Palmira, Valle del Cauca	INCA, La Habana, Cuba	6 de diciembre de 2002	Profesional de INCA	Equipo de CLAYUCA	Servicios de CLAYUCA

10. COMUNICACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN

*Nidia Betancourth**

10.1. Continente Yuquero

El Boletín Informativo Institucional *Continente Yuquero*, publicó su segunda edición en el mes de agosto de 2000 y la tercera en enero de 2001, basando su diseño en criterios gráficos definidos acordes al público al que se dirigió: un público especializado en temas técnicos y científicos del cultivo de la yuca. El diseño a dos tonos, comprendió un tiraje de 1.000 ejemplares, de distribución gratuita.

A lo largo de sus secciones se dieron a conocer los adelantos alcanzados en temas como la mecanización de siembra y cosecha de yuca, el establecimiento de convenios, la realización de eventos, talleres, exposiciones y cursos, el ingreso de nuevos socios a CLAYUCA y la incursión en nuevos campos de investigación.

En sus tres ediciones, *Continente Yuquero* fue coordinada por dos comunicadoras sociales, Ximena Escobar y Andrea Carvajal, quienes siempre se empeñaron en hacer del Boletín Informativo un puente que mantuviera en contacto el sector yuquero de América Latina y el Caribe.

Debido a los costos que implica una publicación impresa de la calidad del *Continente Yuquero*, y en busca de mayor inmediatez en la información, el boletín impreso dio paso al boletín electrónico *Clayuc@Net*.

10.2. Boletín electrónico CLAYUC@Net



El boletín electrónico se constituye en una propuesta de comunicación que CLAYUCA le ha brindado a sus socios para fortalecer los vínculos entre los actores que trabajan para promover el desarrollo sostenible del cultivo de la yuca en América Latina y el Caribe.

El objetivo de *CLAYUC@Net* es facilitar la difusión de la información que genera el Consorcio, para que pueda ser aplicada en los procesos de desarrollo sostenible del cultivo de la yuca como una alternativa agroindustrial generadora de empleo, ingresos, seguridad alimentaria, calidad de vida para los agricultores y contribución al manejo adecuado de los agroecosistemas en las regiones donde se produce este cultivo.

De esta manera, para afianzar el cumplimiento de uno de los componentes más importantes de nuestra misión: apoyar la transferencia de tecnologías mejoradas y el intercambio de información y experiencias entre los países de América Latina y el Caribe, se originó este medio de difusión electrónico, por su inmediatez, agilidad y facilidad de acceso para cada uno de los lectores.

* Comunicadora social – periodista. Comunicaciones CLAYUCA. E-mail:n.betancourth@cgiar.org

La primera edición del Boletín Electrónico (abril de 2002) se envió a los correos electrónicos contenidos en la base de datos de CLAYUCA, que corresponden a los socios, técnicos que han participado en actividades promovidas por el Consorcio, académicos y personas interesadas en el cultivo de la yuca.

Hasta el momento, y gracias a la respuesta de quienes recibieron el boletín, es posible considerar este medio como un acierto en la búsqueda de transferir información noticiosa y de interés especializado. Por lo tanto consideramos que los avances tecnológicos de los sistemas de comunicación nos ayudan a ser más eficientes en la difusión de estudios, resultados y experiencias que genera CLAYUCA a través de sus esfuerzos conjuntos de investigación y desarrollo.

Para el 2003, la propuesta del área de Comunicaciones de CLAYUCA, es llegar a la bandeja de entrada de los correos de los socios a través de CLAYU@Net de manera más constante, esto será posible gracias a la mínima inversión que demanda una publicación electrónica y a las herramientas tecnológicas que ofrece en la actualidad el medio informático.

10.3. Participación en ferias y exposiciones

Una de las principales políticas comunicativas del Consorcio es dar a conocer la labor de investigación y desarrollo que desempeña, tanto a sus socios como hacia el contexto general, mediante su presencia en diferentes ferias y eventos nacionales e internacionales, de carácter divulgativo. En tal sentido, el área de Comunicaciones de CLAYUCA participa activamente en la organización de eventos (ver sección 9), diseño de pósters, plegables y demás elementos ilustrativos que ambienten y difundan el trabajo desarrollado por CLAYUCA.

10.4. Sitio Web: <http://www.clayuca.org>

Durante el año 2001 el sitio web de CLAYUCA ha dado lugar a dos cambios en su estructura:

El primero de ellos es haber anexado una nueva página en la que el Consorcio ofrece tanto a su público interno (socios) como externo (general) una galería de pósters, transformados en imágenes que, de forma muy didáctica e ilustrativa, dan cuenta tanto de los avances que se han alcanzado en las diferentes áreas de investigación como del aspecto institucional CLAYUCA, es decir, misión, estructura administrativa, socios en Colombia y socios internacionales.

Esta página al estar compuesta por tantas imágenes da lugar a pensar que su navegación es lenta y que su proceso de descargue lo es aún más. Sin embargo, cabe aclarar que los pósters fueron transformados en imágenes en formato JPEG aptas para verse e imprimirse en color o gama de grises con buena resolución.

Esta nueva página presenta tanto la versión en español como en inglés, permitiendo así que sean materiales divulgativos eficientes y útiles para quienes deseen utilizarlos como material de apoyo o de consulta.

Los pósters

Alimentación animal



Uno de los principales objetivos del Consorcio es apoyar el deseo de la industria avícola de reemplazar el maíz en la alimentación, tanto de pollos de engorde como en ponedoras, por harina de yuca.

Forraje de yuca



Contribuir con el desarrollo del sector avícola, porcícola y ganadero del país mediante el diseño, la adaptación y la evaluación de sistemas de producción de yuca forrajera.

Mecanización



El desarrollo de sistemas mecanizados de siembra y cosecha es un paso obligado para disminuir los costos de producción, mejorar la competitividad de la yuca frente a otros cultivos y aumentar los márgenes de beneficio de los agricultores.

Planta Piloto



CLAYUCA está trabajando en el desarrollo de una tecnología rentable, eficiente y competitiva para la producción de harina integral de yuca para alimentación animal.

El segundo cambio, que aún se encuentra en transformación, consiste en la conversión de documentos como las tesis elaboradas con estudiantes de entidades de educación superior como la Universidad Nacional – Sede Palmira y la universidad del Valle – Sede Cali, desarrolladas con el patrocinio de CLAYUCA y con la orientación y coordinación de profesionales, al formato PDF con el fin de darlas a conocer y compartirlas con los socios y público en general a través del sitio web, en tanto que son consideradas documentos de gran valor investigativo.

Otro aspecto para destacar dentro de la gestión que se viene desarrollando con el sitio web del Consorcio es la utilización de la herramienta denominada webtrends la misma que permite tener un conocimiento detallado del uso que los visitantes dan a nuestro sitio web a través de Internet. La herramienta arroja información en cuanto a:

- a. Recursos accedidos, es decir, páginas más y menos frecuentemente solicitadas, páginas más usadas como entrada, directorios de mayor acceso, rutas más usuales por el sitio y archivos más frecuentemente transferidos, entre otros.
- b. Visitantes y demografía, o sea, número de usuarios, público más asiduo y organizaciones más activas.
- c. Estadística de actividad, es decir, nivel de actividad diaria, de la semana y nivel de actividad por hora del día.
- d. Estadística técnica, es decir, formularios presentados por los usuarios, errores del cliente y del servidor.
- c. Referidores y palabras claves, es decir, sitios y URLs remitentes más frecuentes exploradores y plataformas más utilizados.

Entre los resultados más sobresaliente cabe destacar los siguientes:

1. Las páginas más frecuentemente usadas como entrada son Yuca, que hace referencia a los orígenes y ventajas competitivas de nuestro cultivo; empresas asociadas al Consorcio, agenda de investigaciones y boletín de noticias.
2. Las trayectorias más frecuentes a través del sitio destacan páginas como Agenda de investigaciones, referencias (que alude a los vínculos con otros sitios web relacionados con la investigación en yuca) y boletines informativos.
3. Los días con mayor nivel de actividad son los miércoles, viernes y domingos que dan como resultado un total de 122 sesiones.

El sitio web de CLAYUCA pretende convertirse en un espacio de encuentro, donde tanto socios como público en general puedan conocer de manera dinámica y amena la cotidianidad de los gremios que agrupa CLAYUCA y los avances que su equipo de investigadores alcanza en las diferentes áreas temáticas que conforman la agenda de trabajo y para ello, en el 2003, con la ayuda de la Unidad de Comunicaciones del CIAT, el sitio web de CLAYUCA iniciará un proceso de rediseño, en vista de las tendencias actuales y las demandas de un público cada vez más activo y exigente en los que a navegar en Internet se refiere.

10.5. Publicación del libro de Yuca

Después de un arduo proceso de edición, en el mes de septiembre de 2002 fue publicado el libro *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización*, con su correspondiente *Guía Práctica para el Manejo de las Enfermedades, las Plagas y las Deficiencias Nutricionales de la Yuca*.

La importancia de esta obra radica en ofrecer información actualizada sobre los avances en producción, procesamiento, comercialización y utilización de yuca logrados en las últimas tres décadas, y ponerlos al alcance de técnicos, agricultores, investigadores, profesores universitarios y otros sectores interesados en el cultivo de la yuca.

La última recopilación del material informativo se publicó como libro-documento en 1985. Desde ese entonces, se han producido avances en la mayoría de las áreas de trabajo y se han iniciado actividades en áreas nuevas como biotecnología, biología molecular, sistemas de información geográfica, control biológico y sistemas de multiplicación rápida de material de siembra. Asimismo, con el surgimiento del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA) en 1999, se han establecido alianzas estratégicas entre empresas públicas y privadas, con lo cual se ha facilitado la generación y adaptación de tecnologías apropiadas en temas específicos.

El libro se entrega con una *Guía Práctica para el Manejo de las Enfermedades, las Plagas y las Deficiencias Nutricionales de la Yuca*. Esta guía es su complemento visual y servirá como una ayuda en las áreas de fitopatología, entomología y nutrición del cultivo para el reconocimiento de plagas, enfermedades y desórdenes nutricionales más importantes, tanto en Colombia como en otros países de América Latina.

Esta guía debe ser utilizada con el libro, ya que provee información detallada sobre nombres científicos, importancia económica, biología, hábitos de los insectos y Manejo Integrado de Plagas (MIP), así como el conocimiento de diferentes enfermedades, deficiencias y toxicidades encontradas en muchos de los suelos de la región.

Esta publicación ha sido una de las más acertadas oportunidades del Consorcio para divulgar el conocimiento científico, fruto de varios años de investigación.



10.6. Plegable Institucional

Uno de los más recientes logros en materia de divulgación es el plegable institucional de CLAYUCA, un documento impreso, ágil, dinámico y con un diseño atractivo, que contiene la información esencial del Consorcio, cuyo objetivo es dar a conocer de entrada los aspectos más relevantes de la actividad cotidiana de CLAYUCA, como su misión, visión, objetivos, historia, contexto de desarrollo, miembros y agenda de investigación. Se imprimieron 1.000 ejemplares, 500 en inglés y 500 en español.

11. ESTADOS FINANCIEROS



Teléfono: (57) 424-0030 (línea 4) / (57) 424-0021 (línea 104)
 Fax: (57) 424-0073 (línea 1) / 424-0033 (línea 104)
 Correo electrónico: ciat@ciat.org
 WebSite: www.ciat.org.co
 República de Colombia, A.T.C., Ciénega

GENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT COLOMBIA - Convenio Interinstitucional de CLAYUCA (CPY53) Estado Financiero del 11 de mayo de 1999 al 31 de Diciembre del 2002

	Mayo Diciembre/99	Enero Diciembre/00	Enero Diciembre/01	Enero Diciembre/02
Saldo Inicial		28.661.601	\$34.204.146	\$5.334.510
Ingresos recibidos				
Hacienda San José	-	2.869.035	-	-
Industrias Proton	2.917.500	2.944.830	-	3.347.970
Congelagro	2.852.378	3.053.310	-	3.451.500
Jilán Botem	3.090.720	-	5.048.487	-
Secretaría Norte de Santander	-	6.000.000	5.000.000	-
Agustín Posada Echavarría	-	3.115.920	3.447.405	1.903.930
COOPALTO	853.612	2.426.540	-	-
Mix Minerales Exclusivos	2.915.528	-	-	-
Gobernación del Cauca	-	3.200.000	-	-
Almijones Nacionales	1.560.000	-	-	-
Gobernación de Córdoba	-	-	3.375.045	-
Industrias del Maíz	-	-	3.479.295	-
CEMILLA	-	-	3.369.870	1.702.995
Proyecto Yucasave	-	-	-	2.500.000
NUTRIBA:	-	-	-	3.403.755
Secretaría de Antioquia	-	-	-	15.000.000
Inversiones Armare	-	-	-	3.803.540
CHEMONICS	-	-	-	3.808.500
Gobernación del Cesar	-	-	-	4.352.400
COADEMTO	-	-	-	4.211.840
Otros Ingresos(servicios-reemb)	14.561.863	37.069.973	12.193.751	2.311.943
TOTAL INGRESOS + SALDO INICIAL	\$28.661.601	\$68.351.209	\$70.117.999	\$85.022.889
GASTOS				
Personal				
Temporales		5.775.269	14.676.900	33.290.654
Total Personal		5.775.269	14.676.900	33.290.654
Operaciones				
Suministros				
Oficina		1.214.701	3.594.536	1.763.367
Otros suministros		2.806.394	1.608.600	673.870
Laboratorio		-	944.613	-
Total Suministros		4.021.095	6.147.749	2.437.237
Servicios				
Servicio de teléfono		4.516.940	8.883.877	5.958.856
Serv. Informática, mail, Correo electrónico		1.987.735	3.369.485	60.000
Transporte fletes y acarreos		2.140.652	1.346.937	500.707
Fotocopias, Impresión publicaciones, fotografía		3.073.687	2.384.723	3.624.768
Otros Servicios		3.158.173	3.385.339	3.409.727
Combustible		1.821.406	3.313.966	602.719
Alojamiento, hotel, Equetera		5.502.544	1.624.198	2.106.594
Total Servicios		22.007.137	24.308.525	18.283.171
Viajes				
Nacionales		9.349.480	19.845.439	10.081.538
Internacionales		12.994.082	(195.124)	-
Total Viajes		22.343.562	19.650.315	10.081.538
Total Operaciones		48.371.794	50.106.589	28.801.946
Total Gastos		54.147.063	64.783.489	62.092.600
BALANCE		34.204.146	5.334.510	(7.069.711)

CE SAR HERNANDEZ MORENO R
 Contralor

BERNARDO OSPINA
 Director Ejecutivo Clayuca

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT
CLAYUCA Ecuador - Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo
a la Investigación y Desarrollo de la Yuca
Estado Financiero del 22 de Junio de 1999 al 31 de Diciembre del 2002
En Dólares Americanos


		Junio Dic/99	Enero Dic./00	Enero Dic/01	Enero Dic/02	Gran Total
INGRESOS						
Aportes:	Saldo Inicial		11,567	1,847	3,327	-
	PRONACA	15,000	-	-	-	15,000
	ETAX S. A	750	-	-	-	750
	Corporación Nailin Panama	-	-	3,000	-	3,000
	Total Aportes	15,750	11,567	4,847	3,327	18,750
Otros:	Ingresos por servicios	171	-	-	-	171
	TOTAL INGRESOS + SALDO INICIAL	15,921	11,567	4,847	3,327	18,921
GASTOS						
Personal						
	Temporales	-	61	-	1,200	1,261
	Total personal	-	61	-	1,200	1,261
Operaciones						
	Suministros					
	Combustible	49	-	-	-	49
	Laboratorio	1,256	40	-	-	1,296
	Otros	-	1,351	-	-	1,351
	Total suministros	1,305	1,391	-	-	2,696
	Servicios					
	Correo, correo electrónico	51	60	289	30	430
	Teléfono	-	35	-	-	35
	Transporte, fletes	-	159	10	-	169
	Fotocopias	29	171	-	5	205
	Fotografías	508	-	-	-	508
	Mantenimiento y alquiler computadores	305	-	520	50	875
	Varios	0	-	-	364	370
	Total servicios	899	425	819	449	2,591
	Viajes					
	Nacionales	716	3	-	-	719
	Internacionales	1,434	7,841	701	1,500	11,476
	Total viajes	2,150	7,844	701	1,500	12,196
	Total operaciones	4,354	9,721	1,520	3,149	18,743
	TOTAL GASTOS	4,354	9,721	1,520	3,149	18,743
	BALANCE	11,567	1,847	3,327	178	178

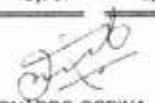

 CESAR HERNANDO MORENO R.
 Contralor


 BERNARDO OSPINA
 Director Ejecutivo Clayuca

**CLAYUCA México - Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo
a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CPY54)
Estado Financiero del 1º Enero de 2000 al 31 de Diciembre del 2002
En Dólares Americanos**

	Enero 1 Dic/00	Enero 1 Dic/01	Enero 1 Dic/02	Gran Total
INGRESOS				
Aportes:				
Saldo Inicial		6,105	3,737	
Cuota afiliación México	15,000		15,000	30,000
Total Aportes	15,000	6,105	18,737	30,000
Otros:				
Ingresos por servicios	-	-	-	
TOTAL INGRESOS	15,000	6,105	18,737	30,000
GASTOS				
Personal				
Temporales	121	1	11,000	11,122
Honorarios	450	(450)	-	-
Total personal	571	(449)	11,000	11,122
Operaciones				
Suministros				
Oficina	-	-	20	20
Otros suministros	2,003	(1,897)	8	114
Total suministros	2,003	(1,897)	28	134
Servicios				
Servicio Informática,manten.correo Electrónico	200	1,545	300	2,045
Servicio Telefónico	-	-	339	339
Transporte, fletes	105	21	153	279
Alojamiento, hotel	1,445	-	382	1,827
Fotocopias/Fotografías/varios	-	-	9	9
Otros	-	-	2,397	2,397
Total servicios	1,750	1,566	3,580	6,896
Viajes				
Nacionales	374	4	1,019	1,398
Internacionales	4,197	3,144	909	8,250
Total viajes	4,571	3,149	1,928	9,647
Total operaciones	8,895	2,368	16,536	27,799
TOTAL GASTOS	8,895	2,368	16,536	27,799
BALANCE	6,105	3,737	2,201	2,201


CESAR HERNANDEZ MORENO R.
Contralor


BERNARDO OSPINA
Director Ejecutivo Clayuca

**CLAYUCA Perú - Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo
a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CPY58)
Estado Financiero del 1º de Enero al 31 de Diciembre del 2002
En Dólares Americanos**

	<u>Enero 1</u>
	<u>Dic/02</u>
INGRESOS	
Aportes:	
Saldo Inicial	-
Cuota afiliación Perú	15,000
Total Aportes	<u>15,000</u>
Otros:	
Ingresos por servicios	-
TOTAL INGRESOS	<u>15,000</u>
GASTOS	
Personal	6,000
Operaciones	
Suministros	
Oficina	-
Otros suministros	-
Total suministros	<u>-</u>
Servicios	
Servicio Informática, manten correo Electrónico	-
Servicio Telefónico	-
Transporte, fletes	168
Alojamiento, hotel	430
Fotocopias/Fotografías/variantes	126
Otros	2,101
Total servicios	<u>2,825</u>
Viajes	
Nacionales	-
Internacionales	1,803
Total viajes	<u>1,803</u>
Total operaciones	<u>10,628</u>
TOTAL GASTOS	<u>10,628</u>
BALANCE	<u>4,372</u>


CESAR HERNANDO MORENO R.
Contralor


BERNARDO OSPINA
Director Ejecutivo Clayuca



12. INFORMES DE PAÍSES SOCIOS DE CLAYUCA

12.1. Venezuela

12.1.1. Visión prospectiva de la agenda Raíces y Tubérculos: Un modelo de estudio prospectivo en agroalimentación–rubro yuca¹

*Yuli Villarroel[†], Hilda González^{**}, Álvaro Montaldo^{***},
José Edmundo Mantilla^{††}, Juan de Jesús Montilla^{†††}
Asesores: Francisco José Mojica (ONUDI)
Jozsef Nagy y Rafael Popper (Calibrum Corporation)*

En apoyo a las actividades que realiza el Ministerio de Ciencia y Tecnología en la Agenda Agroalimentación, la Dirección General de Prospección realizó un estudio con visión prospectiva que se inició con las Raíces y Tubérculos a fin de:

Apuntalar los programas de investigación en rubros banderas definidos por el Ministerio de Producción y Comercio.

Contribuir en la implementación de un mecanismo de transferencia de tecnologías hacia las comunidades y sus organizaciones públicas y privadas, bajo el concepto de integridad, investigación aplicada y el desarrollo de tecnologías viables a la sostenibilidad.

Diseñar una propuesta de concertación de la Agenda Agroalimentación, que permita canalizar hacia planes, programas y acciones de los gobiernos regionales y locales, con visión compartida de futuro.

Optimizar el aprovechamiento de la producción de conocimientos del país y canalizarlos hacia las regiones y localidades definidas como prioritarias, con mecanismos eficientes para la transferencia de tecnologías, observación, generación de indicadores en condiciones deseables, seguimiento de gestión y análisis de inteligencia.

Apoyar al Ministerio de Ciencia y Tecnología, en lo relacionado con el diseño, implantación y seguimiento del programa de las agendas.

¹ Informe preparado por: Ministerio de Ciencia y Tecnología, Facultad de Agronomía, Universidad Central, Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, ONUDI.

[†] Ph.D. Matemáticas. Investigadora en prospectiva.

^{**} Dirección de prospección. Ministerio de Ciencia y Tecnología

^{***} Facultad de Agronomía. Investigador jubilado UCV- Maracay

^{††} Facultad De Agronomía UCV, jefe de cátedra Raíces y Tubérculos

^{†††} Director de CERTUPLAT, Facultad de Agronomía, UCV-Maracay. Embajador en China

Objetivos

Reconocer los fenómenos que están influyendo actualmente en el rubro yuca de la agenda Raíces y Tubérculos, como un modelo de comportamiento de la cadena y como un medio de concertación y consolidación de actores sociales.

Establecer los escenarios que pueden ocurrir en el comportamiento de rubro yuca, en 10 ó 15 años.

Estimar las tendencias por donde se está orientando su desarrollo y escoger y diseñar la situación más atractiva a los ojos de los actores sociales, con el propósito de comenzar a construirla desde ahora.

Acordar el camino estratégico que será necesario recorrer para alcanzar esta situación ideal.

Consolidar e integrar actores sociales que pueden influir sobre variables claves que intervienen en la evolución del sistema de producción en el rubro yuca.

Integrar a los actores sociales impulsores del proceso y los resultados del proyecto. Impulsar el Plan de Acción.

Actividades

Análisis de potencialidad de investigación en Raíces y Tubérculos. Selección del rubro yuca a ser estudiado y consolidación de la alianza con la academia, a fin de agilizar el proceso.

Uso de tecnología de información para facilitar la participación en consultas colectivas.

Talleres de expertos a fin de determinar las variables claves, análisis del comportamiento de los actores sociales que intervienen en las variables claves.

Análisis de escenarios posibles a futuro, del escenario deseado y propuesta de acciones para lograrlo.

Consolidación de actores sociales. Coordinación de inicio del Plan de Acción hacia el logro del Escenario Deseado.

Logros

Identificación de nudos críticos de la cadena agroalimentaria del rubro yuca.

Inexistencia de una capacidad industrial instalada y de producción artesanal.

Desconocimiento de la superficie cultivable y su utilización.

Dificultades de vías de acceso para ubicación del producto en el mercado.

Falta de articulación de los actores que participan en el proceso de diseño de las políticas de desarrollo del rubro.

Desde el punto de vista social, no se le ha dado al rubro carácter prioritario.

Ausencia de planes de financiamiento para el rubro.

Desconocimiento de la tecnología como herramienta para potenciar el rubro.

Ausencia de tecnología apropiada para dar especial atención a la poscosecha, puesto que la yuca fresca tiene un tiempo de vida de 48 horas, lo que desestimula la producción a gran escala.

Validación de nuevas tecnologías y nuevos equipos.

Destaca como nudo fundamental: *"La necesidad de la articulación de una cadena agroalimentaria desde un punto de vista integral, con repercusión a otras cadenas, de manera que estimule el desarrollo de cadenas transversales dentro del mercado y que generen impacto social."*

Trasciende esta articulación al problema de resolver, exclusivamente, el desarrollo lineal de una cadena alimentaria, se persigue una visión amplia de la cadena que expanda su influencia a otros actores, de tal manera que se constituya en un rubro dinamizador del desarrollo social y económico".

Introducción de las tecnologías de información en apoyo a la metodología de prospectiva.

Introducción a la Gerencia del Conocimiento. La utilización de tecnología de información "on-line", como herramienta para articular actores sociales, generar y validar conocimiento de los expertos, permitió gerenciar el conocimiento. El uso de un "software" adecuado en cada etapa de la metodología permitió la transferencia del conocimiento de los participantes, incluso internacionales, facilitó la retroalimentación y el procesamiento de información en tiempo real.

La generación de sistemas de información con valor agregado, análisis y procesamiento de datos, con retroalimentación inmediata, es generación estratégica. Generación de banco de expertos dispuestos a poner en práctica la ejecución de acciones hacia el Escenario Deseado.

Construcción del escenario deseado: yuca en góndola

Apunta hacia el logro, en el 2015 de: a) Una producción de 25 o más toneladas por hectárea. b) Que el 50% del mercado esté orientado a la alimentación animal. c) Precio competitivo con el maíz y el sorgo. d) Cadena estructurada, con innovación tecnológica y operativa. e) Estrecha relaciones entre la investigación y la producción.

Consolidación de actores sociales y apoyo logístico para el inicio del Plan de Acción en los Estados: Anzoátegui, Cojedes, Portuguesa, Barinas y Zulia.

Acciones

Alianza entre la academia, sector productivo y gremios para conformar y consolidar la cadena y motivar al Gobierno a definir y aplicar políticas, campañas de difusión para estimular el consumo humano, promover la asociación de pequeños productores, establecimiento de centros de acopio cercanos a los centros de producción, desarrollar y mejorar los centros de transformación existentes para consumo humano a fin de abordar el mercado internacional. Hacer operativa la transferencia de tecnología maximizando la relación entre la academia y el programa de extensión del Estado.

Facilitar el acceso a la información a todos los miembros de la cadena. Promover la aplicación de nuevas tecnologías disponibles en el cultivo, procesamiento y uso.

Vincular los recursos de financiamiento de investigación con los programas de producción, procesamiento y uso del cultivo.

¿Por qué una visión de largo plazo?

Uno de los problemas más comunes del desarrollo de nuestros países es la inexistencia de una visión de largo aliento en los planes y programas que tienen que ver con el bienestar común. Esta situación es uno de los frenos más significativos de nuestro crecimiento social, económico, científico y cultural.

Cuadro 12.1. Sinopsis del proceso prospectivo

Taller	Técnica empleada	Resultados esperados
1º	Árboles de competencia	Elementos de análisis del comportamiento de la yuca.
2º	Análisis estructural	Variables claves o estratégicas.
3º	Juego de actores	Intereses de los actores sociales y estructuras de poder.
4º	Sistema de matrices de impacto cruzado	Escenario probable y escenarios alternos.
5º	Estrategias	Acciones que permiten alcanzar el "escenario apuesta".

Variables estratégicas o claves

1. Producción de medianos, grandes y asociados
2. Comercialización y mercadeo
3. Productividad
4. Precio agroindustrial de la yuca
5. Organización de la cadena
6. Almacenamiento y acopio
7. Tecnología
8. Financiamiento
9. Variedades disponibles
10. Estímulo oficial
11. Precio no agroindustrial
12. Insumos
13. Época de siembra y riego
14. Disposición y conocimiento del agricultor yuquero
15. Uso humano
16. Valor agregado
17. Capacitación
18. Investigación
19. Presiembra
20. Pequeña producción

Las variables que presentaron calificaciones más altas de motricidad y dependencia fueron precisadas como más gobernables. Estas variables se denominan **variables estratégicas** y son, en orden, las siete primeras de la lista.

Juego de actores y estructuras de poder

Las “variables estratégicas” que constituyen los ejes del estudio prospectivo no son neutras, sino que tras ellas ocurre un entreverado juego de intereses de los actores sociales con quienes están, de alguna manera, relacionadas.

Actores que intervienen

En el análisis prospectivo de la yuca intervienen los siguientes actores sociales:

- | | |
|-----------|--|
| <i>A1</i> | <i>Gobierno nacional</i> |
| <i>A2</i> | <i>Gobierno local</i> |
| <i>A3</i> | <i>Pequeños productores</i> |
| <i>A4</i> | <i>Transportistas</i> |
| <i>A5</i> | <i>Gremios de productores</i> |
| <i>A6</i> | <i>Procesadores</i> |
| <i>A7</i> | <i>Academia</i> |
| <i>A8</i> | <i>Productores de alimentos concentrados</i> |
| <i>A9</i> | <i>Productores medianos, grandes y asociados</i> |

Grado de poder de los actores

Si definimos el poder como la “capacidad que tiene un actor de doblegar la voluntad de otro” (según Alain), el grado de poder que manejan los diferentes actores es el siguiente: según la calificación asignada en el tercer “taller de expertos” llevado a cabo en la Facultad de Agronomía de la UCV, el 21 de diciembre del 2000.

La estructura del poder permite agrupar a los actores en tres grupos:

1. El Gobierno nacional y los transportistas, que son los que detentan el mayor poder.
2. La mayoría (seis de los nueve) mantienen un poder moderado: la academia, el gobierno local, los gremios de productores de animales, los fabricantes de alimentos concentrados, los procesadores de yuca e incluso, el mediano productor.
3. El último grupo está constituido solamente por el actor de más débil poder: el pequeño productor.

Los actores sociales que tienen mayor influencia y dependencia del resto de los actores del sistema son el gobierno regional y el productor mediano y grande, el gobierno nacional es un actor social de alta influencia sobre el resto del sistema y dependencia muy débil y el transportista es un actor moderada influencia sobre los demás y de muy baja dependencia, salvo con una dependencia moderada del gobierno nacional. El actor más dependiente es el pequeño productor, con una débil influencia sobre el gobierno regional y el procesador.

Es un sistema totalmente inestable. El gobierno nacional y el transportista son autónomos, el gobierno regional es un actor clave, el procesador y el productor mediano y grande son actores reguladores, la academia, el productor de alimentos concentrados y los gremios de producción son actores de entorno (de acción potencial a futuro) y el pequeño productor es un actor altamente dependiente.

Un análisis comparativo de influencias directas e indirectas de los actores sociales se observa en la Figura 12.1. Obsérvese que, si bien es cierto que el gobierno nacional tiene la mayor influencia sobre el sistema, la asociación entre los actores sociales pueden crear bloques de fuerza que harían evolucionar positivamente el sistema.



Figura 12.1. Gráfico ilustrativa de los actores y su grado de poder.

La estrategia que puede jugar el pequeño productor es la asociación en un gremio, que le permitiría pasar de ser el actor con menor poder, a convertirse en un estamento de, por lo menos, moderado poder. En este propósito, es amparado por el Estado.

Si los pequeños productores se unen, el transportista irá a tener menores márgenes de acción para obrar como intermediario, el productor de alimentos concentrados verá disminuida su capacidad de negociación y el gran productor encontrará, finalmente, un competidor en la oferta de la yuca.

Yuca en Góndola: Escenario al 2016

Las “variables estratégicas” provenientes del “análisis estructural” y que hicieron posible precisar el “juego de actores” pueden ser medidas por indicadores, dando lugar a cinco “eventos” o hipótesis de futuro:

Cuadro 12.2. Hipótesis de futuro, escenario al 2016.

Variable	Evento (e)
Producción	E1. Actualmente la producción de yuca es de 10 a 12 toneladas por hectárea. Qué tan probable es que para el 2016 sea de 25 o más toneladas por hectárea.
Comercialización y mercadeo	E2. Actualmente el mercado de la yuca es el siguiente: 10% alimentación animal, 17% industria de alimentos, 43% consumo humano, 30% pérdidas en poscosecha. Qué tan probable es que para el 2016 al menos un 50 % del mercado se oriente a la alimentación animal.
Precio agroindustrial	E3. Actualmente un estimativo de comparación de la raíz de yuca con fines agroindustriales de alimentación animal es de 3 kilos de yuca fresca por uno de maíz. Qué tan probable es que para el 2016 la relación sea de 2,5 kilos de raíz fresca de yuca por 1 kilo de maíz.
Organización de la cadena	E4. Actualmente existe una cadena incipiente. Qué tan probable es que para el 2016 se cuente con una cadena estructural y funcionalmente operativa.
Tecnología e investigación	E5. Actualmente la investigación de las instituciones que generan conocimiento tiene poca transferencia. Qué tan probable es que para el 2016 exista una estrecha relación entre la investigación y la cadena agroalimentaria de yuca.

Para que este escenario sea construido, es necesario que para el 2016 hayan ocurrido en Venezuela, los siguientes eventos:

- Un cambio radical en las políticas oficiales, disminuyéndose las importaciones y se le dé validez a la utilización del producto nacional.
- Al incrementar la demanda, se estimula el establecimiento de centros de acopio y transformación, que incrementan la rentabilidad.
- Oportunidad de mayor consumo para la utilización de alimentos balanceados para animales.
- La demanda presione el incremento de las áreas de siembra y la aplicación de tecnología generada por la academia: química fina de la yuca, almidones nativos, almidones modificados, pegantes y bases para alimentos humanos, entre otros.
- Mantenimiento del consumo humano de yuca fresca, para estimular la industrialización y transformación para el consumo directo.

- ❑ La demanda motiva a los pequeños productores a organizarse, a mantenerse informados, capacitarse y agregar valor al producto.
- ❑ Al disminuir la influencia del transportista intermediario, tiene el productor seguridad de disponer su cosecha.
- ❑ Elaboración de campañas de difusión para estimular el consumo humano.

Acciones para alcanzar el escenario apuesta: “Yuca en Góndola”

Construcción de la Autopista Tecnológica de la Yuca: Aplicación de nuevas tecnologías disponibles en cultivo (riego, mecanización), deshidratación, industrialización y tecnologías de información (INFOCENTROS).

Alianza entre los actores sociales para el logro del escenario apuesta. Bajar la relación de contingencia (relación entre la compra nacional de cereales y los importados).

Establecimiento de centros de acopio y procesamiento cercanos a las zonas de producción.

Incorporación de productos industrializados en el mercado internacional.

Desarrollo y mejoramiento de los centros de transformación existentes.

Transferencia de tecnología (relación entre la academia y programas de extensión del Estado). Facilitación del acceso a la información de todos los miembros de la cadena. Campañas de difusión para estimular el consumo. Promoción de la asociación de productores y vinculación de los recursos de financiamiento de investigación con los programas de producción, procesamiento y uso del cultivo.

12.1.2. Representación de Venezuela ante CLAYUCA

La representación de Venezuela ante CLAYUCA está a cargo de:

- Ministerio de Ciencia y Tecnología
- Ministerio de la Producción y el Comercio
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela, INIA (ex-FONAIAP)
- Federación Venezolana de Porcicultores, FEPORCINA
- Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Veterinarias
- Gobernación Nacional del Estado de Cojedes
- Agropecuaria Mandioca C.A.

12.2. Paraguay

Informe Ministerio de Agricultura y Ganadería

12.2.1. Programa Nacional de la mandioca (yuca)

Cuadro 12.3. Superficie cultivada y rendimiento promedio del cultivo de la mandioca en Paraguay.

	Departamentos	Superficie sembrada (has)	Rendimiento promedio (kg/ha)
	1. Concepción	9.200	11.373
	2. San Pedro	43.000	12.019
	3. Cordillera	12.000	11.000
	4. Guaira	13.000	13.000
	5. Caaguazu	46.600	16.055
	6. Caazapa	23.325	15.968
	7. Itapua	27.000	14.098
	8. Misiones	4.784	11.042
	9. Paraguari	14.000	11.287
	10. Alto paraná	23.000	16.309
	11. Central	1.500	6.208
	12. Ñeembucu	1.000	9.225
	13. Amambay	6.000	13.724
	14. Canindeyu	23.134	16.968
	15. Pte. Hayes	151	9.500
	16. Alto Paraguay	11	10.000
	17. Boquerón	41	13.000
	TOTAL	247.746	14.995

Antecedentes

Cuadro 12.4. Superficie cultivada, rendimiento promedio y producción total.

Año	Superficie cultivada (has)	Rendimiento Promedio (kg)	Producción (ton)
1991	175.600	14.723	2.584.906
1992	179.400	14.448	2.591.320
1993	183.800	14.251	2.619.349
1994	174.300	13.979	2.436.309
1995	211.400	14.651	3.097.388
1996	190.800	13.661	2.645.345
1997	220.000	14.340	3.155.00
1998	236.600	13.339	3.299.369
1999	247.700	14.995	3.694.395
2000			
2001			

Objetivos del Programa Nacional de Mandioca

Fomentar el cultivo de la mandioca a fin de satisfacer las necesidades de consumo en las fincas, la demanda del mercado en fresco y los requerimientos de las grandes industrias de almidón y de tipo artesanal

Capacitar a los productores y difundir tecnologías mejoradas con miras a incrementar la producción y la productividad.

Promover la formación de acuerdos estratégicos entre los productores y las instituciones del sector público y del sector privado involucrados con el cultivo de la mandioca, en apoyo al desarrollo del cultivo en el país.

Establecer un sistema piloto de procesamiento para el desarrollo de nuevos productos y mercados para la mandioca.

Metas

Asistencia técnica directa y grupal al 50% de los productores de mandioca, mediante cursos, reuniones técnicas, días de campo y seminarios a través de 200 técnicos del MAG.

Cubrir una superficie inicial de 300.000 hectáreas hasta alcanzar unas 400.000 hectáreas en el periodo agrícola 2002/03.

Incrementar los rendimientos en el orden de los 3.000 a 5.000 kg/ha, alcanzado los 20 ton/ha en promedio.

Gestionar por los conductos correspondientes la creación de una línea de crédito para el cultivo.

Cuadro 12.5. Proyección Anual de la superficie de siembra.

Año	Superficie sembrada (has)	Rendimiento Promedio (ton)	Volumen total raíces fresca (ton)
2000-2001	300.000	15	4.500.000
2001-2002	350.000	18	6.300.000
2002-2003	400.000	20	8.000.000

Cuadro 12.6. Destino de la producción.

Años	Consumo en finca		Comerc. fresco		Comerc. Industria	
	(has)	(ton)	(has)	(ton)	(has)	(ton)
2000-2001	231.600	3.474.000	22.700	340.550	45.700	685.500
2001-2002	255.000	4.590.000	24.000	432.000	71.000	1.278.000
2002-2003	260.000	5.200.000	25.000	500.000	115.000	2.300.000

12.2.2. La mandioca y la alimentación animal*

El uso de la mandioca seca en la alimentación de pollos parrilleros, en mayor cantidad de la que se venía experimentando, ha permitido bajar los costos de producción en zonas y en momentos en que el maíz es difícil de obtener debido a su alto costo. Esta situación es muy tenida en cuenta en los países subtropicales y tropicales.

Buscando alternativas en el uso de materias primas para satisfacer la demanda energética de los pollos parrilleros, los especialistas en nutrición tratan de utilizar aquellas que se producen con menor costo.

En Paraguay hay momentos en que el grano de maíz es casi prohibitivo utilizarlo en la ración de los animales, debido al alto costo que muchas veces tiene esta materia prima y hace que el costo final de la producción sea muy cara. Esta situación ha estimulado la investigación en el uso de la mandioca como fuente de energía.

El Paraguay tiene muy buena producción de mandioca y de soja, lo que hace que puedan complementarse para obtener raciones adecuadas en la alimentación de los animales, permitiendo competir en el Mercosur y el mundo entero, si se usaran racionalmente estos dos vegetales.

En Colombia, nuevas investigaciones realizadas por técnicos de CLAYUCA ha permitido hacer raciones de contraste, en las que se compitió con un concentrado comercial de maíz y soja. Las otras cuatro raciones tenían diferentes composiciones, pero siempre utilizando como fuente de energía la mandioca procesada en su secador en tres diferentes formas, al vapor, al sol y al horno. En una de ellas se introdujo harina de follaje de mandioca.

El experimento se hizo con raciones isoenergéticas e isoproteicas, de tal manera que no hubiese diferencias de requerimientos, ya que se utilizaron pollos de la misma raza y el mismo tiempo de crianza, como así también de manejo y alojamiento.

Los resultados obtenidos fueron tratados estadísticamente de tal forma que se pudieran estudiar los resultados con mayor precisión y se concluyó que los animales que consumieron raciones con base de harina de mandioca y soja integral presentaron iguales incrementos o superiores que los que fueron alimentados con una ración comercial basada en maíz y soja.

La utilización de follaje en un seis por ciento de la ración fue una alternativa como pigmentador natural, sin influir significativamente en los valores de la producción final.

Estos tipos de experimentos que acompañan a los que hemos realizado en el Paraguay nos permiten poner de manifiesto que es necesario poner en marcha una industria de harina de mandioca (popí), que nos permita abastecer al mercado local de esta materia prima en los momentos en que, como en el verano, el maíz es muy caro y eleva el costo de producción.

* Publicado en <http://www.abc.com.py:2417/suple/rural/anuarios/anuario2001/ago051.html>. Escrito por Piter Gibert. Ph.D. Medicina Veterinaria. Docente y Consultor de empresas productoras de alimentos balanceados. E-mail: matias@abc.com.py

Por otro lado, esta industria daría salida a la demanda alternativa para la industria de almidón y harina, de tal forma que ambas estimulen la producción de la mandioca, sin tener grandes altibajos en los precios en el momento de la cosecha.

Además el uso de follaje seco de esta raíz permite dar un valor agregado al productor que generalmente no utiliza esta parte de la planta.

12.2.3. Representación de Paraguay ante CLAYUCA

La representación de Paraguay ante CLAYUCA está a cargo del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay.

12.3. México

12.3.1. Visita de consultoría al Proyecto Agroindustrial Guepell S.A. en Campeche, noviembre 21 – 27, 2001

*Julián Buitrago**

Objetivos

- Revisar el programa agropecuario y los parámetros de producción para el establecimiento de un complejo ganadero con base en raíces y follaje de yuca.
- Preparar un plan nutricional para ser implementado a corto plazo, con base en cantidades pequeñas de raíces y follaje de yuca para ganado de leche.
- Preparar un plan nutricional a mediano y largo plazo donde se utilicen cantidades máximas de ensilaje de raíces y follaje de yuca para ganado de carne y leche.
- Asesorar al grupo administrativo y profesionales de campo en conceptos técnicos de nutrición y manejo de ganado de carne y leche.

Resumen

Teniendo en cuenta que el Proyecto Agroindustrial Guepell es un desarrollo reciente de gran trascendencia, existen numerosas consultas e interrogantes en torno a la implementación de programas de producción intensiva de follaje y raíces de yuca para alimentación animal, suplementación, mecanización, procesamiento post - cosecha, manejo, construcciones para producción intensiva, etc. Por otra parte, debido a que no es posible encontrar información sobre otros proyectos de similares características en México o en otras partes del mundo, se requiere de un gran apoyo técnico para tratar de proveer una base sólida al desarrollo del Proyecto, el cual descansa mayormente en la producción de follaje de yuca.

En la actualidad se han sembrado alrededor de 350 hectáreas de yuca para obtener semilla y crecer el cultivo hasta 1.500 hectáreas durante el próximo año y a extensiones mayores durante los años siguientes. Las construcciones para ganadería también se han iniciado, con el propósito de adquirir 1.000 animales por mes en un programa de ceba intensiva.

Los programas iniciales de alimentación y manejo fueron acordados durante la visita. Sin embargo, todavía se requiere de mucha información complementaria y de un gran apoyo por parte de CLAYUCA en varias áreas críticas: variedades de mayor producción forrajera, óptima frecuencia para corte de follaje, calidad nutricional de cortes con diferentes edades, etc.

En compañía de los Ings. Lantron y Yong, se realizó una primera visita a los campos de cultivo y a los sitios donde se ubicarán los Centros de procesamiento, Unidades industriales y Unidades de producción animal. Durante la visita se recibió una completa descripción de los objetivos del proyecto y de las labores desarrolladas hasta el momento actual. Asimismo, se obtuvo una primera explicación sobre las etapas posteriores del Proyecto, en relación con las áreas de cultivo y las explotaciones de producción animal.

* Ph.D. Médico veterinario zootecnista, gerente Nutribal S.A., Consultor ASA, Asesor CLAYUCA.
E-mail: jabuitrago@telesat.net

En la actualidad existen aproximadamente 350 hectáreas cultivadas con yuca, especialmente orientadas a la producción de raíces y semilla, debido a la necesidad de obtener semilla en el corto plazo para atender las necesidades de siembras inmediatas. Aunque el mayor interés actual es la producción de raíces y semilla, la mayor parte de las siembras futuras estará orientada a la producción de follaje, teniendo en cuenta el interés en utilizar la mayor cantidad posible de follaje como materia prima para alimentación de ganadería de leche y de carne.

El proyecto total puede llegar a cubrir la siembra de 29.900 hectáreas en el área de influencia. Durante el primer año se está programando la siembra de 1.500 hectáreas aproximadamente, una vez se pueda iniciar el programa de irrigación. El resto de los cultivos se espera desarrollar en el mínimo tiempo posible, con el propósito de llegar a la etapa máxima de producción animal en un lapso breve de tiempo.

Por otra parte, se ha iniciado la perforación de pozos profundos para atender el programa de irrigación en los cultivos comerciales. Los pozos tendrán una profundidad aproximada de 120 – 140 metros y se espera que cada uno podrá proporcionar riego para un mínimo de 100 hectáreas.

Las primeras siembras están ubicadas en el Rancho Santa Genoveva, en las proximidades de Campeche, con alturas en el rango de 100 – 150 m.s.n.m. y temperatura promedio de 26°C. La precipitación pluvial normal es de 1.100 mm, más o menos concentrados en una época lluviosa que se prolonga desde mayo hasta septiembre. Durante el resto del año, generalmente, se carece de aguas lluvias, lo cual hace que el programa de siembras se concentre durante los meses de mayo a julio. La mayoría de suelos son franco-arcillosos, pH neutro a ligeramente ácido (5.9 – 7.5), con concentraciones bajas de fósforo, materia orgánica, cobre, nitrógeno, zinc, magnesio y manganeso y concentraciones normales a altas de hierro y potasio.

La mayor parte del área de cultivos corresponde a terrenos baldíos que están siendo preparados por primera vez para la producción de cultivos industriales. Se está utilizando semilla seleccionada en la región, teniendo en cuenta las variedades de más alto rendimiento en la zona de influencia (“Costeña”, “Sabanera”, “Señorita”). Bajo el sistema de producción tecnificado se espera obtener un rendimiento de raíces superior a 30 toneladas por hectárea, a una edad aproximada de 9 meses.

El esquema de producción para follaje no está totalmente definido, teniendo en cuenta las condiciones específicas de la zona. La frecuencia de los cortes, el plan de fertilización y la mecanización del cultivo son puntos en los que se requiere mayor información. No existen experiencias previas sobre programas continuos de producción de follaje para alimentación animal. Las proyecciones actuales permiten calcular una producción mínima de 60 toneladas de follaje fresco por año, con cortes cada 30 – 60 días, aunque aún no se ha definido con precisión la óptima frecuencia de los cortes.

A pesar de que la información disponible se refiere a una duración aproximada de 2 años para cultivos de yuca para follaje, se espera que bajo condiciones del proyecto, con un manejo, fertilización e irrigación adecuados, la duración del cultivo se pueda prolongar hasta 4 – 5 años.

Durante las visitas a los lotes de campo se recibieron nuevas explicaciones e inquietudes sobre las prácticas agronómicas que se están evaluando para maximizar la siembra y los resultados obtenidos en los desarrollos iniciales, lo cual permitirá preparar las proyecciones para los programas futuros.

La preparación de tierras debe realizarse entre abril 15 y mayo 15 de cada año, para iniciar la siembra a mediados de mayo, durante un período total de 45 días como máximo. La cosecha se debe realizar 9 meses más tarde, entre febrero 15 y abril 15.

Una de las limitaciones más grandes en el momento, se relaciona con la falta de equipos y de información confiable para mecanización de cultivos industriales. Existen muy pocas referencias sobre mecanización de siembras y cosecha de raíces y follaje. En relación con las siembras para obtención de follaje la limitación es aún mayor, ya que es más difícil obtener el tipo de información necesaria para cultivos industriales, en las áreas de siembras, cosecha y procesamiento post-cosecha.

Reunión con el grupo técnico que tiene a cargo las diferentes áreas de campo en el desarrollo del Proyecto:

Ings. Aarón Lanteron – Director General
Ing. Carlos Yong – Gerente de Planeación
Ing. Juan Manuel Cantú – Director Agrícola
Ing. Apolinar Canales – Supervisor de Campo
Ing. Gerardo Manjares – Supervisor de Campo
M.V. Carlos Hurtado – Programa de Ganadería
Ing. Luis Arturo Chacón – Programa de Ganadería
Cont. José Luis Ojeda – Director Administrativo

Durante la reunión se discutieron diferentes aspectos en las áreas de producción, procesamiento y utilización de raíces y follaje de yuca, así como los planes para producción intensiva de leche y carne. Existe un gran número de inquietudes en las cuales aún no existe completa claridad en el grupo técnico del Proyecto. El tamaño del Proyecto origina preguntas importantes, que no tienen respuestas sustentadas en experiencias anteriores. Generalmente, la información disponible está fundamentada en proyectos de menor tamaño con una mayor orientación hacia el uso de raíces en alimentación de aves y cerdos. La utilización de raíces y follaje de yuca en ganadería ha estado muy limitada a proyectos pequeños en varias regiones de Latinoamérica y del sureste asiático. No existen experiencias similares a las del Proyecto en otras regiones del mundo. La mayor parte de la tecnología para el manejo del proyecto actual deberá fundamentarse en experiencias obtenidas con otros cultivos y con sistemas de producción aplicables a condiciones del trópico.

En las proyecciones para alimentación animal se tiene previsto la introducción de ganadería de carne y de leche. La disponibilidad de ganado de leche en el Proyecto corresponde mayormente a cruces de razas europeas por australianas y de cebú con ganado local para las líneas de carne. Los planes inmediatos de producción consideran la implementación de módulos para ganado de ceba en semi-confinamiento con capacidad hasta de 1,000 cabezas en cada módulo de 200 x 50 metros (10.000 m²). Se espera terminar los primeros 12 módulos antes de finalizar el primer semestre del próximo año.

El plan de alimentación previsto en los módulos de confinamiento se basa mayormente en ensilaje de follaje de yuca, suplementado con algunas materias primas disponibles en la región (melaza, maíz, pasta de soya, pulido de arroz). El tipo de dietas a utilizar y la proyección de requerimientos y costos de materias primas serán evaluadas en un primer ensayo. Este programa será analizado en forma detallada y deberá revisarse periódicamente para garantizar un correcto

balance de la dieta, ajustando los parámetros de acuerdo con los análisis y costos de materias primas.

Algunos de los puntos analizados en el programa agronómico y de alimentación animal deben documentarse de manera más amplia para poder establecer parámetros de importancia para la viabilidad del Proyecto. Por ejemplo, el cálculo sobre costos de producción para raíces y follaje de yuca debe ser evaluado a mayor profundidad, bajo esquemas eficientes de producción y mecanización para lograr disminuir al máximo los costos finales. En la actualidad, se tiene un cálculo aproximado de 12,000 pesos mexicanos (US \$ 1,150) por hectárea de raíces de yuca, incluyendo el costo del arranque de raíces. Esta cifra parece demasiado alta, especialmente cuando se compara con los costos para producción de maíz o sorgo: 3,500 pesos mexicanos (US \$ 335,552) o 3,000 (US \$ 287,562), respectivamente. En Colombia, los costos para producción de raíces de yuca pueden fluctuar entre US \$ 450 y 685 por hectárea. En este punto se requiere de una mayor claridad, teniendo en cuenta que las cifras de CLAYUCA para producción de raíces de yuca en Colombia no son mayores al doble de los costos para maíz y sorgo, mientras que los costos en Campeche parecen ser cuatro veces más altos.

Visita a una nueva zona para la expansión futura del Proyecto

Al igual que en los lotes donde se han iniciado las siembras para la primera fase del Proyecto, en esta nueva ubicación se dará comienzo al desmonte y la preparación de terrenos para las primeras siembras en un corto plazo. El programa de desarrollo también considera la siembra de yuca para la producción de follaje que se requerirá en el futuro desarrollo del Proyecto y para atender mercados regionales de alimentos para animales, especialmente ganadería. En muchas zonas del país existe una producción importante de ganadería intensiva de leche y carne, donde hay un potencial para introducir el uso de follaje de yuca deshidratado como fuente importante de proteína y fibra.

Es necesario introducir tecnología disponible para proyectos de menor tamaño y adaptarla al volumen de producción que se requiere en el presente proyecto. En los comentarios y recomendaciones se incluye una lista de los puntos que posiblemente requieren de una mayor documentación y algunas áreas donde CLAYUCA podría aportar un respaldo importante.

En esta oportunidad fue posible analizar el programa de ganadería, especialmente en relación con el tipo de construcciones y equipos que deben utilizarse en el Proyecto. Se contó con la asistencia de los ingenieros Carlos Hurtado y Luis Arturo Chacón, a cargo del Proyecto de Ganadería. Se discutieron los planos con el arquitecto encargado de las construcciones y se realizaron algunas recomendaciones en relación con las dimensiones y la ubicación de equipos.

Dos temas importantes fueron discutidos en mayor detalle: a) ubicación y tipo de silos para follaje de yuca. b) manejo, almacenamiento y distribución de estiércol.

En el tema de ensilaje, se recomendó la construcción de silos aéreos en baterías separadas para ensilar raíces solas y follaje más raíces. Esta modalidad permitirá flexibilizar el programa de alimentación y la elaboración de diferentes mezclas al momento de distribuir el alimento final.

Teniendo en cuenta que el interés principal es maximizar la utilización de follaje de yuca, se propone la mezcla de follaje con la mínima cantidad de raíces: 90 % follaje – 10 % raíces, para garantizar una buena calidad de ensilaje. Este tipo de ensilaje será el de mayor volumen de uso

(se calcula una cantidad diaria aproximada de 30 – 40 toneladas para alimentación de cada módulo de 1.000 animales).

Un segundo tipo de ensilaje se podrá elaborar a partir de las raíces solas, para utilizarlo en cantidades mínimas en aquellas dietas que requieran mayor cantidad de energía. Este ensilaje será de menor volumen en el caso del ganado en ceba intensiva.

Las recomendaciones sobre manejo de estiércol se orientaron mayormente a la posibilidad de planificar un sistema efectivo para uso directo del lavado y limpieza diaria de los corrales de confinamiento. Los corrales tendrán canales superficiales de desagüe que llegarán a pozos o tanques de recepción situados en el extremo de los corrales. A partir de este punto debería instalarse un equipo sencillo de mezclado y bombeo para utilizar el estiércol diluido como fertilizante para los cultivos aledaños de follaje.

En reuniones con representantes de fabricantes de equipos se trataron los puntos anteriores para tratar de ubicar los sistemas y equipos mecanizados más funcionales en cada caso.

Se discutió sobre la necesidad de deshidratar una fracción de la cosecha de raíces y follaje. La mayor parte de la producción de yuca estará orientada para autoconsumo en los programas de ganadería, en forma de ensilaje. Sin embargo, será necesario obtener productos deshidratados para algunas dietas y para la producción de productos deshidratados para despacho a otras regiones. Esta última alternativa es especialmente importante cuando entren en producción los lotes comerciales de producción que deben generar excedentes importantes para procesamiento y despacho a otras regiones del país.

Teniendo en cuenta la situación anterior, ya se ha construido un patio de cemento para secado al sol de raíces y follaje. Sin embargo, se está investigando sobre otras modalidades de secado que permitan acelerar el proceso al menor costo posible. En este punto, el interés está orientado a un sistema mixto que combine el uso de patios de cemento con deshidratadores basados en combustibles económicos.

Aunque el Proyecto estará orientado principalmente hacia la producción de follaje, de todas maneras será necesario la producción de raíces para garantizar la producción de semilla y para el complemento energético en las raciones basadas en follaje.

Observaciones y recomendaciones iniciales

Teniendo en cuenta las dimensiones del Proyecto, la presente iniciativa será de gran trascendencia para el desarrollo de un esquema de producción intensiva autoabastecida totalmente con productos de la región. No existen experiencias similares en otras regiones del trópico latinoamericano. Los esquemas actuales de producción intensiva de ganado se han basado principalmente en granos y productos agrícolas importados de países con una producción muy eficiente de granos (maíz, sorgo) y oleaginosas (soya), especialmente Estados Unidos, Brasil y Argentina.

La utilización de follaje y raíces de yuca como componente principal del programa de alimentación animal se convierte en una experiencia única de gran importancia para estas regiones del trópico latinoamericano, donde la yuca ofrece una ventaja diferencial como el cultivo de mayor potencial para producir energía (raíces), proteína (follaje) y fibra (follaje), en el

mismo cultivo, que son los componentes fundamentales para alimentación de ganado de leche y carne.

Las experiencias previas para la utilización de yuca en alimentación animal han hecho referencia especial a la harina de raíz, como fuente de almidones. Por esta razón, su utilización se ha dirigido principalmente hacia la alimentación de aves y cerdos. En estas condiciones, existen experiencias donde la harina de raíces puede reemplazar parcial o totalmente al maíz, con resultados satisfactorios. Comercialmente la utilización de harina de raíces es una práctica común en muchos países, especialmente en Europa (harina de yuca importada de Tailandia), donde las dietas para aves y cerdos pueden contener hasta 20 y 25 % de la fórmula, como sustituto del maíz. Estos programas de sustitución pueden implementarse, siempre y cuando el costo de la harina de yuca se sitúe en un 20 a 30 por ciento por debajo del maíz.

Sin embargo, en relación con la utilización del follaje y raíces en alimentación de ganado de leche y carne, no existe mucha información comercial, exceptuando algunas experiencias en Brasil, donde se utiliza el follaje y raíces frescas para alimentación de ganado de leche en explotaciones medianas (500 a 1000 animales).

El follaje de yuca ofrece un potencial de gran trascendencia como fuente de proteína y fibra para ganado de leche y carne. El contenido de proteína y fibra, con base seca, puede fluctuar entre 18% y 25% para la proteína y entre 15% y 20% para la fibra, dependiendo principalmente de la variedad y la edad del corte, lo cual convierte al follaje de yuca en un producto con similares características nutricionales a la alfalfa. Este producto, más las raíces de yuca ofrecen un potencial que puede cubrir casi la totalidad de las exigencias nutricionales para bovinos, siempre y cuando su procesamiento y el balanceo de la fórmula final se realicen en forma adecuada. Existe información preliminar en estos aspectos, pero es necesario desarrollar nueva tecnología y validar localmente mucha de la información disponible, para encontrar los puntos de mayor eficiencia y la optimización de esquemas de alimentación con el criterio comercial costo : beneficio.

En forma preliminar, se mencionan algunas recomendaciones y puntos que requieren de mayor información para la implementación del Proyecto Agroindustrial, en las diferentes áreas:

a) Cultivos de follaje y raíces de yuca

Determinar el rendimiento y valor nutricional de cortes de follaje cosechados en diferentes edades: 30 días, 45 días, 60 días, 90 días.

La información de mayor importancia en cada corte se refiere a:

- Rendimiento en follaje fresco total (peso fresco)
- Rendimiento en materia seca (peso del follaje con 10 % de humedad)
- Contenido de proteína, fibra, ceniza y humedad del follaje en cada corte

Las determinaciones anteriores deberían realizarse en dos épocas diferentes del año:

- Junio, julio (época de lluvias)
- Enero, febrero (época seca)

(Esta información se requiere para preparar los programas de alimentación y poder optimizar el plan de cultivo y de cortes en diferentes meses del año)

b) Identificación y selección de variedades con mayor potencial, tanto desde el punto de vista de rendimiento de follaje y relación de hojas : pecíolos, como en productividad, desde el punto de vista nutricional (valores óptimos de proteína y materia seca por hectárea).

Las evaluaciones desde el punto de vista nutricional pueden complementarse con determinaciones de calidad de fibra (análisis Van Soest), taninos y aminograma.

c) Teniendo en cuenta que, en principio, la aplicación más eficiente del sistema de producción animal en el presente caso, se fundamenta en maximizar la preparación de productos ensilados (follaje y raíces), es importante evaluar el comportamiento de diferentes mezclas de los dos productos, con orientación para dos aplicaciones diferentes: ganado de leche y ganado de ceba.

En principio, uno de los programas a evaluar se refiere a la elaboración de dos tipos de ensilaje: 1) solo raíces y 2) follaje con 5 % de raíces. Esta mezcla podría flexibilizar el uso del producto para diferentes mezclas, procediendo a desarrollar programas con diferentes proporciones de ensilaje de follaje y de raíces, para mezclar con un suplemento al momento de distribuir el alimento.

d) Plan de alimentación a mediano y largo plazo, donde se identifique la mejor mezcla de follaje ensilado con otros productos, incluyendo raíces y subproductos disponibles en el mercado local.

Se requiere determinar periódicamente las fórmulas típicas óptimas (tanto desde el punto de vista nutricional, como desde el punto de vista costo : beneficio) para los programas de alimentación en ganado de leche, ceba semi-intensiva, ceba intensiva. Posibilidad para otros programas de animales.

Como complemento a las evaluaciones anteriores, se deben analizar los resultados en términos de productividad animal y su correlación con las formulaciones utilizadas, especialmente en relación con eficiencia de producción y eficiencia económica.

e) Identificar los planes de fertilización y riego más recomendables para maximizar la producción de follaje y obtener la relación nutricional más recomendable.

En este programa existen dos escenarios:

- Lotes con adición permanente de los residuos de establo (estiércol)
- Lotes sin fertilización con estiércol.

f) Aplicación de mecanización en las diferentes etapas del cultivo de follaje y raíces: siembra, limpieza, arranque de cosecha, recolección de cosecha, transporte de raíces y follaje.

g) Mecanización post-cosecha: a pesar de que se considera la implementación del proceso de ensilaje como el mecanismo más eficiente para la utilización del follaje y raíces en los programas de autoconsumo, también será necesario desarrollar un programa de deshidratación para raíces y follaje, tanto para autoconsumo (dietas para becerros y suplementación a vacas

lactantes de alto rendimiento), como para el envío a otras regiones del país. El alto volumen de producción también exige una alta eficiencia de secado.

En principio, se recomienda la incorporación del proceso de secamiento mixto que se está utilizando en Barranquilla, Colombia (Armare - Concentrados del Norte), con base en la deshidratación solar durante 12 horas, seguida por secamiento artificial en un equipo de proceso continuo, utilizando gas o ACPM, con capacidad para deshidratar cantidades mínimas de 5 toneladas por hora. (Se recomienda una visita para observar el equipo en funcionamiento)

h) Plan de alimentación: en la fase actual de producción, se sugieren tres formulaciones para ganado de leche, donde se incluyen algunas materias disponibles en la región, además de la utilización de harinas de raíces y follaje de yuca. En el Anexo I se presentan varias alternativas para esta fase inicial.

En el mediano y largo plazo, se procederá a diseñar un programa masivo de alimentación, donde el ensilaje de follaje será el componente principal de las dietas.

El ensilaje de raíces se incluirá para enriquecer las dietas que exijan mayor concentración de energía.

Igualmente, la harina de raíces y de follaje se incluirá en los casos donde se considere necesario, y especialmente, en el caso de productos para ser enviados a otras regiones del país.

Comentario

CLAYUCA puede contribuir en gran parte a validar algunas de las iniciativas anteriores o a enriquecer los conceptos que deben tenerse en cuenta en algunas fases del programa para producción intensiva de follaje. El apoyo de CLAYUCA es especialmente importante en relación con los puntos a, b, e y f.

ANEXO 1

Precios de las principales materias primas para alimentación animal disponibles localmente

Precio por tonelada, incluyendo flete hasta el sitio de proceso

Precio por tonelada. Pesos mexicanos *

Melaza de caña	1.200
Pulido de arroz	1.000
Pasta de soya	2.400
Gallinaza procesada	750
Maíz	1.500 a 2.500
Sal marina	1.500

* Cambio: USD 1.00 = 10,3412 pesos mexicanos.

Costo de elementos energéticos

Gas natural	4.20 por millón BTU
Energía eléctrica	0.46 / kwh / hora
Diesel	4.63 / litro (pesos mexicanos)
Gasolina	5.57 / litro (pesos mexicanos)

ANEXO 2

Plan de alimentación inicial para ganado de leche. (con ingredientes actuales)

	Vacas en lactancia	Becerras (1 – 6 meses)	Levante (> 6 meses)
Pulido de arroz	200	200	260
Harina de raíces (seca)	180	180	180
Harina de follaje (seca)	260	220	270
Maíz	90	130	80
Pasta de soya	160	200	100
Pollinaza	40	--	40
Melaza	50	50	50
Sal	9	7	9
Magnafoscal	6	7	6
Vitaminas TMP	0.5	1.0	0.5
Ganamin	5	5	5

Composición nutricional (%)

<i>Proteína</i>	15.8	17.5	14.5
<i>NDT</i>	76.0	78.0	75.0
<i>Fibra</i>	9.5	8.5	9.8
<i>Ceniza</i>	4.8	4.3	5.0
<i>Calcio</i>	1.10	1.18	1.10
<i>Fósforo</i>	0.70	0.72	0.70

ANEXO 3

Plan de alimentación inicial para ganado de leche. (con mayor contenido de productos de yuca)

	Vacas en lactancia	Becerras (1 – 6 meses)	Levante (> 6 meses)
Pulido de arroz	210	200	240
Harina de raíces (seca)	200	180	200
Harina de follaje (seca)	300	250	350
Maíz	80	100	60
Pasta de soya	140	200	80
Melaza	50	50	50
Sal	9	7	9
Magnafoscal	6	7	6
Vitaminas TMP	0.5	1.0	0.5
Ganamin	5	5	5

Composición nutricional (%)

<i>Proteína</i>	15.7	17.6	14.2
<i>NDT</i>	75.0	78.0	74.0
<i>Fibra</i>	10.2	8.6	10.8
<i>Ceniza</i>	5.3	4.7	5.8
<i>Calcio</i>	1.12	1.20	1.15
<i>Fósforo</i>	0.72	0.75	0.72

ANEXO 4

Plan de alimentación inicial para ganado de leche. (con mayor contenido de productos de yuca y úrea)

	Vacas en lactancia	Becerras (1 – 6 meses)	Levante (> 6 meses)
Pulido de arroz	200	200	240
Harina de raíces (seca)	240	180	230
Harina de follaje (seca)	300	250	350
Maíz	80	100	60
Pasta de soya	100	200	40
Melaza	54	50	53
Úrea (45 % N)	7	--	8
Sal	8	7	8
Magnafoscal	6	7	6
Vitaminas TMP	0.5	1.0	0.5
Ganamin	5	5	5

Composición nutricional (%)

<i>Proteína</i>	15.7	17.6	14.2
<i>NDT</i>	75.0	78.0	74.0
<i>Fibra</i>	10.2	8.6	10.8
<i>Ceniza</i>	5.3	4.7	5.8
<i>Calcio</i>	1.12	1.20	1.15
<i>Fósforo</i>	0.72	0.75	0.72

12.3.2. Informe de viaje a México, junio 17-21 de 2001

Objetivo

Iniciar las visitas de asesoría al Consorcio Agroindustrial GUEPELL, S.A. de C.V. ,en el área de desarrollo, evaluación y manejo de germoplasma de yuca.

Principales contactos

Ing. Carlos Yong Maldonado
Ing. Gerardo Manjarrez Lanz
Ing. Juan Rivera Cazares
Ing. Francisco Fernández Capistran
Ing. Luis Chacón
Ing. Roberto Salazar
Sr. Apolinar Canales

Actividades desarrolladas

1. Visita a los tres viveros establecidos como fuente de material de siembra para el inicio del proyecto.
2. Visita al “rancho” de Pitch (4.500 hectáreas), centro de las actividades agropecuarias para el desarrollo del proyecto.
3. Acompañamiento al técnico responsable de la parte de campo (Ing. Manjarez), para dar las instrucciones requeridas en cada uno de los aspectos del manejo del cultivo. Una actividad importante fue la identificación de los productos comerciales, correspondientes a cada uno de los ingredientes activos utilizados para el cultivo de la yuca. También se logró hacer el contacto para la consecución de *Trichogramma* producido en un lugar cerca de Campeche. En reunión con las personas encargadas de la parte fitosanitaria de los cultivos de la región, se realizó la inscripción de los viveros para el acompañamiento técnico de inspección de los lotes, con el fin de detectar el desarrollo de algún problema, especialmente de tipo entomológico, pues este grupo es fuerte en el control biológico de insectos plaga. Se mencionó, en esta reunión, el riesgo potencial de las plantaciones de yuca con el ataque de la langosta, que se ha presentado en esa región y podría ser un problema serio para la yuca forrajera.
4. Evaluación del control químico del gusano cachón realizado en el lote de Uayamon.
5. Inspección del campo para el establecimiento de la yuca forrajera.
6. Entrega de la semilla botánica de un grupo selecto de familias con potencial para la zona. Al momento de la cosecha se podrán seleccionar los genotipos con las mejores características deseadas para los objetivos del proyecto.

Viveros establecidos como fuente de estacas para las siembras:

1. Vivero Uayamon

El lote tenía sembradas 5 hectáreas con la variedad SABANERA de la que se cortaron estacas para siembras en el mismo lote, con el objetivo de cosechar en noviembre. La semana anterior a la visita, se presentó un fuerte ataque de gusano cachón (*Erinnyis ello*), que alcanzó a desfoliar la mayoría de las 5 hectáreas establecidas, el control utilizado fue el químico mediante la aplicación de un insecticida disponible en el mercado local (DISPARO), con un aceptable control de larvas, pero dada la alta población, un número apreciable de larvas logró empupar, por lo que se recomendó la recolección de pupas para disminuir la siguiente generación de adultos. También se hicieron los contactos para la adquisición de *Trichogramma* para iniciar un programa de liberaciones periódicas, con el fin de mantener disminuida la población de *Erinnyis ello*. Igualmente, se recomienda el envío de Baculovirus a través de CLAYUCA.

En este sitio se iniciaron las siembras en enero de 2001, que fueron establecidas bajo riego por gravedad en tres lotes, presentándose una buena brotación y un adecuado establecimiento, en este lote se observaron las plantas con muy buen vigor vegetativo. En el segundo y tercer lote, se observaron muchas estacas que no brotaron, y al discutir con el grupo encargado, se llegó a la conclusión de que el riego no llegó oportunamente a ciertos sectores del campo ocasionando disminución del agua para facilitar la brotación de la estaca.

Otra observación importante en este lote fue la siembra de las estacas en el fondo del surco, práctica realizada para aprovechar el agua que corría por los surcos durante el riego, se hizo la observación acerca de la posible dificultad que se iba a presentar durante la cosecha, pues las raíces se desarrollarían en la parte más compactada del suelo, y además se menciona la dificultad de las raíces para crecer en condiciones de suelo compactado. Sin embargo, el objetivo principal de las siembras en este lote es la propagación del material para las próximas siembras del proyecto. El estado fitosanitario de los lotes establecidos durante el año, se consideró como bueno, solamente estuvo afectado por las larvas de gusano cachón que se estaban pasando del lote grande, donde se presentó el ataque. Estas larvas fueron controladas mediante la aplicación del insecticida “disparo”.

Observaciones

La fuente de estacas es de muy buena calidad. El manejo del lote para la producción del material de siembra ha estado bien elaborado. En este lote de multiplicación no se han presentado problemas fitosanitarios limitantes.

Recomendaciones

Selección del material de siembra, especialmente en lo relacionado con el descarte del área más lignificada de la planta (tercio medio inferior).

Debido al volcamiento o acame presentado recientemente, como consecuencia de los vientos que azotaron estas áreas, se recomendó la utilización de las varas o tallos caídos, antes de que estos rebrotaran; en este caso, se podría conseguir un buen número de estacas para ser aprovechadas en las siembras a desarrollar en el futuro.

Tratamiento de las estacas, poniéndolas en bolsas o costales para hacer más eficiente el proceso (esto se trató con el ing. Gerardo Manjarrez).

La utilización de herbicidas preemergentes debe realizarse para el establecimiento del cultivo, con el fin de reducir los costos de producción.

Vivero de Bolonche-Cahuich

En este vivero se establecieron, en noviembre de 1999, cinco hectáreas con dos variedades, predominando la variedad sabanera (80%), la otra variedad no fue identificada, pero tiene buen tipo de planta, buen vigor y buena producción de estacas.

Las observaciones y recomendaciones realizadas se mencionan a continuación:

- El desarrollo de las plantas fue satisfactorio.
- La sanidad del cultivo fue excelente, no se observaron plagas ni enfermedades limitantes; sólo se encontraron algunas posturas de gusano cachón, lo que hace necesario la liberación de *Trichogramma* para prevenir posibles defoliaciones del cultivo como la ocurrida en el lote de Uayamon.
- Ante el acame o volcamiento de plantas en este lote, se recomendó aprovechar las ramas caídas como fuente de material vegetativo para las próximas siembras.

Vivero de Bonfil

En este lote se establecieron 5 hectáreas con las variedades sabanera, costeña y señorita. Este cultivo presentó un buen establecimiento y desarrollo, buen estado fitosanitario. También se encontraron huevos de cachón. Al igual que en los otros lotes, este fue afectado por el volcamiento de muchas plantas, por causa del viento y se recomendó, como en los otros sitios, aprovechar el material de siembra y la liberación de *Trichogramma*.

12.3.3. Representación de México ante CLAYUCA

La representación de México ante CLAYUCA está a cargo del Consorcio Agroindustrial Guepell, S.A. de C.V.

12.4. Ecuador

12.4.1. Situación y desarrollo agroindustrial de la yuca en el Ecuador¹

Flor María Cárdenas, Francisco Inestroza**,
Hugo Álvarez**, Gloria Cobeña**, José Arroyave***

Antecedentes

- ❑ La yuca presenta mayores y mejores oportunidades debido a sus nuevos usos y alternativas de poscosecha.
- ❑ Desde 1985 ha recibido mayor atención por parte de OG, ONG, y de grupos organizados de productores.
- ❑ Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.400 metros, en la costa, sierra (algunos valles) y en el Oriente ecuatoriano.
- ❑ La superficie cosechada se ha mantenido en los últimos 8 años sobre las 20.000 hectáreas.
- ❑ Los rendimientos se han mantenido alrededor de las 9 ton/ha.
- ❑ Se evidencian problemas de pre y poscosecha, causados por distribución anormal de las precipitaciones, manejo no adecuado, suelos, variedades no adecuadas a las circunstancias de los agricultores, presencia de ciertas plagas y enfermedades.
- ❑ Rol tecnológico del INIAP en alianza con CIAT(Colombia), CIID de Canadá y FUNDAGRO.
- ❑ Mejorar las tecnologías en pre y poscosecha de la yuca, para aumentar su producción y productividad; así como dar alternativas para evitar la perecibilidad y estacionalidad.
- ❑ Se ha contribuido a mejorar procesos tecnológicos para raíces en fresco, sus derivados: trozos secos, elaboración de harinas y almidones de consumo humano e industrial, y la eficiencia del manejo de agroindustrias.
- ❑ Bienestar de vida del productor y su familia.

Procesos agroindustriales

- ❑ La agroindustria rural de la yuca constituye una alternativa para el desarrollo sostenible.
- ❑ Contrarresta problemas de seguridad alimentaria, nutrición y emigración rural.
- ❑ Integra el sector agrícola y los transformadores de servicios, con procesos de generación de conocimiento y experiencia en las comunidades.
- ❑ Revaloriza el talento rural de hombres y mujeres.
- ❑ Otorga transformación y empoderamiento social.
- ❑ Con esta visión las entidades y las instituciones se constituyen en facilitadoras de los procesos de aprendizaje.
- ❑ La agroindustria de la yuca en el país se remonta desde la época de nuestros antepasados.
- ❑ Se hacía de manera rudimentaria. Oriente, fariña y chicha; la costa, almidón.
- ❑ Proceso ha evolucionando desde el tipo manual-casero (artesanal), semitecnificado (semiartesanal), hasta el tecnificado (mecanizado).

¹ Fuente: Estudio base de síntesis realizado como parte complementaria del proceso de sistematización de yuca, que se desarrolla con IICA – PRONADER, junio de 2000.

* Investigadora EE Santa Catalina del INIAP. Quito, Ecuador

** Investigadores EE Portoviejo del INIAP. Portoviejo, Ecuador

- ❑ Uso de raíces frescas para la exportación.
- ❑ Obtención de una serie de productos y subproductos derivados del procesamiento.
- ❑ Actividad que genera recursos y permite mejorar el nivel de vida de productores y procesadores.

Producto: variedades

- ❑ Variedades mejoradas INIAP Portoviejo 650 (conocida como Colombiana, MCol o Añera) y 651 (Yuca de pobre, Colombiana II, Peruana o Chiparo), mayormente utilizadas por los productores y procesadores de almidón de Manabí, Guayas, por presentar menores tasas de conversión de producto fresco a procesado, reemplazando a las locales.
- ❑ Mayores precios para las variedades mejoradas, por su eficiencia en la producción de almidón.
- ❑ Disponibilidad de materia prima con variedades mejoradas; por su precocidad permiten operar a las rallanderías de almidón en diferentes épocas del año.
- ❑ Variedad local Morada (evaluada/seleccionada por INIAP), mayormente utilizada en Santo Domingo (Pichincha) y la Maná (Cotopaxi), para uso en fresco y tratado.
- ❑ Variedad INIAP Portoviejo 650 utilizado para la obtención de harinas en Manabí y Esmeraldas, con tasas de conversión promedio de 2:1 y Morada en Guayas, con tasas de conversión promedio de 2,7:1.

Producto: agroindustria/procesadores

En el país existen 365 pequeñas industrias en las zonas productoras de yuca:

8 con sistema mecanizado
 255 con sistema semimecanizado
 102 con sistema casero/artesanal

- ❑ La comercialización se realiza, generalmente, a través de intermediarios nacionales e internacionales. Se considera que la utilidad fluctúa del 20 al 50%
- ❑ Una agroindustria con tecnología avanzada en la provincia de Cotopaxi, procesa raíces frescas y masa de yuca para exportación y aprovecha los residuos de yuca para la elaboración de humus.
- ❑ Una agroindustria semimecanizada en Santo Domingo (Pichincha) exporta raíces frescas.
- ❑ Una agroindustria semimecanizada en el Carmen (Manabí) procesa para exportación raíces parafinadas y congeladas.
- ❑ Dos rallanderías en Manabí (Jipijapa y Santa Ana) elaboran masa de yuca para consumo humano interno.

Producto: almidón

En el país, la obtención de almidón la realizan los rallanderos durante todo el año, mientras que las asociaciones lo hacen normalmente durante la época seca (4-5 meses).

La demanda de este producto en el mercado nacional e internacional ha hecho que en el país se produzcan almidones de tipo dulce, fuerte, agrio y corriente.

Los diferentes tipos de almidones varían por el manejo dado durante el proceso, que puede ser mecanizado, semimecanizado o artesanal. Se emplean principalmente variedades mejoradas.

Producto: almidón dulce

En las provincias de Manabí y Guayas se produce almidón dulce, comercializado mayormente en nuestro país y cierta cantidad en Colombia.

Se utiliza en forma directa para el consumo humano (yogurt, embutidos, pan de almidón) y para las industrias cartoneras y de balanceados.

Este tipo de almidón se obtiene en procesadoras semimecanizadas y artesanales principalmente, así como también en forma mecanizada en ciertas APPY's y ATAPPY's.

Producto: almidón fuerte

La producción de almidón fuerte tiene alguna importancia para las rallanderías en las zonas de Chone (Canuto) y Bolívar (Quiroga) de Manabí, por su mejor calidad y mayor precio con relación al tipo dulce.

Se fermenta en forma natural con agua o al aire por dos semanas. Y es utilizado para el consumo humano.

Producto: almidón agrío

Es elaborado, por lo general, por procesadores particulares (no asociados) en rallanderías mecanizadas en Chone (Manabí) y Valle hermoso de Santo Domingo (Pichincha), durante todo el año, por cuanto poseen infraestructuras con cobertura para proteger el producto de la lluvia. También se procesa en rallanderías semimecanizadas de Chone (Manabí) y el Empalme (Guayas).

Se fermenta con cáscara de piña + cerveza y agua resultante de la sedimentación de almidón + bagazo, por un período de 20 – 25 días en los recipientes. Su producción es exportada a Colombia para la elaboración de pan de bono.

Producto: almidón corriente

Producido en pequeña escala en algunas localidades de Manabí, Guayas y Los Ríos, para la industria de pegamentos y balanceados del país.

Subproductos: bagazo o flechillo

- Es el resultante (fibra) del colado manual o mecánico de la masa de la que se extrajo totalmente el almidón, mediante el uso de agua. En ciertas ocasiones, este bagazo es mezclado con la cachaza.
- Se comercializa para la elaboración de balanceados para alimentación animal.

Subproducto: cachaza

- Es la mancha de la yuca resultante del removido de la lechada antes de la sedimentación, es usada para la elaboración de balanceados.

Subproducto: cáscara

- La cáscara proviene de las raíces peladas, generalmente es utilizada en la alimentación animal y, en reducida cantidad, como abono directo para las plantas. En ciertos lugares tiene valor económico, en otros se regala o bota.

Producto: harinas

Ha sido producida por ATAPPY's de Manabí y Esmeraldas utilizando máquinas picadoras tipo Tailandia, así como por ralladeros de Manabí y Guayas mediante ralladoras tipo ecuatoriana, similares a la de almidoneros.

Su comercialización se hacía a través de la UATAPPY en Manabí, UAPPY en Esmeraldas e intermediarios en Guayas, con una utilidad económica entre el 5 y el 35%.

Se desarrollaron varias clases de harina, debido a la baja demanda de "trozos" o "chifles" de yuca y precios bajos. Se efectuaron pruebas para lograr harina integral y no integral, o harina de yuca pelada y tamizada para mejorar su calidad. Fueron utilizadas en la alimentación humana, en la industria de pegantes o engrudos, plywood, balanceados, etc.

Las harinas han sido sustituidas con el empleo de almidón y otros productos más baratos como harina de banano y sintéticos.

Subproducto: afrecho

Es el resultado del tamizado de harina integral o la no integral. Se utiliza en la elaboración de balanceados.

Producto: raíces frescas

La comercialización de las raíces frescas en el país se orienta para la alimentación humana directa. Para la exportación se trata de la siguiente forma:

- Raíces parafinadas

El proceso es mecanizado en el sitio la Maná (Cotopaxi). Previo al parafinado, se tratan las raíces con thiabendazole y temperaturas bajas para conservarlas por más tiempo y evitar su deterioro. En Santo Domingo (Pinchincha) y el Carmen (Manabí) el sistema empleado es artesanal. La variedad más utilizada es la local Morada, avaluada y validada por el INIAP.

Las raíces tratadas, inmediatamente son embaladas en cajas de cartón que contienen 50 libras (22.73 kg), guardadas en contenedores a temperaturas inferiores a 0°C. Posteriormente, exportadas a Estados Unidos y a Holanda.

□ Raíces peladas y congeladas

Normalmente, se hace con raíces no aptas para parafinado. Se depositan en “tientas” con agua para evitar el deterioro, posteriormente son cortados en trozos de 15 a 20 cm de largo, según su demanda, se descascaran o pelan y se les sacan los haces xilógenos y fibras. Una vez limpias son depositadas en tachos con agua clorada y enviadas a embaladoras, donde se envasan en fundas plásticas de 5 libras (2.27 kg) cada una y embaladas en cajas de cartón de 50 libras (22.73 kg) para su exportación a Estados Unidos, Australia y Holanda.

□ Masa de yuca

- Se produce en los cantones Santa Ana y Jipijapa (Manabí) y en la Maná (Cotopaxi).
- La elaborada en Manabí se comercializa localmente en fundas plásticas de 1 kg.
- La masa producida en La Maná se exporta a España, empacadas en cajas de cartón que contienen ocho fundas de 5 libras (2.27 kg) cada una, guardadas en contenedores a bajas temperaturas. Se emplea en la alimentación humana.
- La masa que se obtiene en Manabí se elabora empleando ralladores (mecánico) y un molino (manual) para, posteriormente, condimentarla antes de venderla, mientras que la masa que se exporta es elaborada en un molino de martillos y sin condimentar.

□ Chifles de yuca

- Se laboran en algunas provincias del país empleando chifleras tipo casero y en pequeñas cantidades para consumo humano, existen perspectivas de mecanización.
- Los chifles de raíces de yuca pelada son sometidos a fritura y, posteriormente, guardados en fundas plásticas o de aluminio que pueden contener más de 100 g.

Subproducto: humus

Las cáscaras de las raíces que se pelan para diferentes procesos sirven para la producción de humus. Es el resultado de un proceso de descomposición de la cáscara y haces xilógenos y fibra de la raíz. El producto se utiliza para el mejoramiento de la estructura física y química de los suelos.

La mejor calidad de almidones es identificada en Chone, Manabí. Existen zonas de Portoviejo donde los intermediarios desmejoran la calidad y afectan la comercialización.

No existe producción de harina de yuca por tener otros sustitutos y su precio no es rentable. El potencial de la yuca fresca para exportación comienza a desarrollarse a través de nuevos productos.

Conclusiones

- La intervención institucional del INIAP, con la participación del CIAT, CIID y FUNDAGRO, en el desarrollo y la difusión de tecnologías en pre y poscosecha ha fortalecido y beneficiado la producción, procesamiento y utilización de esta raíz.
- El impacto tecnológico está dado por el empleo de las variedades mejoradas INIAP Portoviejo 650 y 651, con sus tecnologías de pre y poscosecha.

- ❑ Se están fortaleciendo el desarrollo de rallanderías y empresas agroindustriales, base del procesamiento de yuca, para su venta en el ámbito local, nacional e internacional, que exige calidad y competitividad.
- ❑ La tasa de conversión más baja se logra con la variedad INIAP P-650, razón por la que rallanderos y asociaciones vienen incrementando su cultivo en el trópico seco. Las variedades moradas y otras empleadas en el trópico húmedo presentan buenas características para su uso en fresco.
- ❑ La explotación de almidones, desde la época de nuestros antepasados hasta la actualidad, es indicio de que este producto ofrece beneficios al productor y a la cadena productiva.
- ❑ Actualmente, por parte de los rallanderos y asociados se están logrando otros tipos de almidones y productos de calidad que abren nuevos mercados emergentes nacionales e internacionales. Así, la producción de almidón agro es para la exportación a Colombia.

Planes y acciones a futuro

Planes:

- ❑ El INIAP, en alianza con CLAYUCA, CIAT y otros actores, continuará fortaleciendo la investigación de la yuca en pre y poscosecha, con enfoque participativo y de género, conservando el ambiente.
- ❑ Se continuará dando énfasis en tecnologías de bajo costo, de acuerdo con la demanda actual y de los mercados emergentes.
- ❑ Se introducirá al país variedades de yuca que cumplan con los requisitos sanitarios. Los materiales que se introduzcan se someterán al esquema de mejoramiento de yuca del INIAP, con enfoque participativo y de género.
- ❑ Reactivar y realizar nuevas alianzas estratégicas con ONG u OG nacionales e internacionales para fortalecer el desarrollo de la yuca.
- ❑ Incrementar las relaciones con los productores y procesadores para continuar proporcionando capacitación en pre y poscosecha.
- ❑ Iniciar relaciones con la cadena agroalimentaria de la yuca, a través de talleres, reuniones participativas con los actores y el entorno.
- ❑ Fortalecer los grupos asociados con enfoque de agroempresas.
- ❑ Socializar e internalizar los procesos de desarrollo del cultivo de la yuca.

Acciones:

- ❑ Evaluación y selección participativa de nuevos materiales para el procesamiento y el consumo en fresco, con altos rendimientos de raíces y materia seca, en los trópicos seco y húmedo de la costa ecuatoriana.

- Evaluación y selección participativa de materiales con tolerancia a sequía.
- Desarrollo de prácticas con sistemas de cultivos para conservación de los suelos.
- Desarrollo de prácticas para el manejo de recursos hídricos y riego.
- Estudio del mercado para productos y subproductos de yuca.
- Publicación de resultados e investigaciones (estudio de síntesis, estudio de mercado, manejo y conservación de suelos en ladera) con apoyo internacional.
- Mejora de la eficiencia en el manejo de infraestructura e implementos agroindustriales.
- Conformación de agroempresas pilotos con grupos yuqueros organizados y no organizados.
- Interacción y Feria de la Cadena agroalimentaria de la yuca.

12.4.2. Actividades de investigación

Actividad Evaluación y selección de materiales élites de yuca introducidos de CIAT Colombia.

Instituciones participantes CLAYUCA – PRONACA -INIAP

Responsables INIAP Ing. Flor María Cárdenas de Arroyave
 Ing. Jorge Orellana
 Ing. Francisco Hinostroza
 Ing. Mercedes Navarrete

Responsables Pronaca Ing. Ramiro Goechel
 Ing. Eduardo Mogrovejo

Introducción

Santo Domingo de los Colorados en Pichincha, la Mana en Cotopaxi y El Carmen provincia de Manabí, zonas del trópico húmedo y Chone del trópico seco ecuatoriano se caracterizan por ser en el país los mayores proveedores de raíces frescas para el consumo humano, y constituyen la base para la exportación de raíces frescas parafinadas, peladas y congeladas, de almidones y masa de yuca, a EE.UU. y a países de Europa y América.

Sin embargo, últimamente debido al interés por la agroindustria para producir harina de yuca para alimentación animal en zonas del trópico húmedo y la de Balzar (Guayas), con el apoyo de PRONACA – CLAYUCA – CIAT y el INIAP. Se trata de desarrollar variedades para este fin y que se adapten a zonas similares.

Propósitos y resultados por lograr

Con la participación de instituciones nacionales e internacionales, en 1999 se introdujo semilla sexual (policruza) para seleccionar los genotipos de mejor comportamiento, rendimiento, porcentaje de materia seca y tolerancia a plagas.

En el año 2001 se introdujo también semilla sexual obtenida con tipo de cruzamiento de polinización abierta y controlada. Todos los materiales están siendo sometidos a pruebas de mejoramiento con base en el esquema existente.

Materiales y métodos

Las 1000 semillas de lotes élite de yuca, agrupadas en 20 familias de acuerdo con su cruzamiento, fueron sembradas en 1999, por PRONACA en viveros y después de mes y medio llevadas al campo en las zonas de Santo Domingo de los Colorados (Pichincha) y Balzar (Guayas), empleando en cada sitio 500 semillas, policruzas que fueron evaluadas como etapa FICI.

En el 2001, para ser evaluadas se introdujeron 20 nuevas familias (1000 semillas) sembradas en viveros por PRONACA y, posteriormente, en campo de la Estación Experimental Santo Domingo del INIAP.

Resultados y discusión

De las 500 semillas sembradas en 1999 en PRONACA km 26, Santo Domingo de los Colorados, se obtuvieron 286 plantas que fueron establecidas en el campo, lo que significa el 57% de germinación, debido a que cada semilla representa un genotipo distinto y a su adaptación a elementos abióticos y bióticos.

En la evaluación hecha al momento de la cosecha se seleccionaron 48 genotipos, lo que representa el 17%, esto es debido posiblemente a que cada planta procedente de semilla sexual es distinta a otros descendientes; sobresaliendo de acuerdo con su tolerancia a plagas y con las características que se observan en el Cuadro 12.4.1 los genotipos SM 2620-5, SM 2628-1, SM 2629-1, SM 2779-2, SM 2616-4, SM 2628-2, SM 2629-2, especialmente los cuatro primeros, por sobresalir en todas las características mencionadas, donde cada planta procedente de semilla representa un genotipo distinto que podrían ser una nueva variedad.

Así mismo, la variación de valores en cuanto al contenido de ácido cianhídrico se debe a lo indicado anteriormente y a que los centros internacionales envían materiales de diversos tipos para que los usuarios seleccionen de acuerdo con su requerimiento y posiblemente a la influencia por las condiciones ambientales, lo indicado permitió que encontráramos genotipos dulces y amargos considerándose como tal, aquellos cuya pulpa es superior a 100 ppm.

Las 20 nuevas familias se encuentran establecidas en el campo de la E.E. Santo Domingo, con un total de 769 genotipos que representa el 77% de germinación, esto debido a lo manifestado para la primera introducción de semilla sexual, ya que son mayormente para trópico húmedo, o al mejor almacenamiento y/o tratamiento de material. (Cuadro 12.4.2) Todos los materiales se encuentran sometidos a evaluación.

Cuadro 12.4.1. Características agronómicas de genotipos seleccionados de 20 familias introducidas del CIAT en 1999. PRONACA Santo Domingo 2001.

Ent.	Variedad	Nº Raíces comerciales	Peso raíces Gr/pl	Índice de cosecha	% Materia seca	HCN * ppm
1	SM 2615-1	8	8900	0.53	32.02	61 - 85
2	SM 2615-2	3	3300	0.48	28.77	61 - 85
3	SM 2616-1	5	4800	0.56	36.74	61 - 85
4	SM 2616-2	3	5600	0.58	35.98	116 - 150
5	SM 2616-3	4	7800	0.55	38.65	41 - 60
6	SM 2616-4	4	8200	0.58	36.16	61 - 85
7	SM 2616-5	4	4600	0.66	40.92	41 - 60
8	SM 2618-1	4	3500	0.57	36.87	61 - 85
9	SM 1618-2	4	5000	0.47	42.84	26 - 40
10	SM 2618-3	4	3000	0.59	37.99	16 - 25
11	SM 2618-4	4	4700	0.63	34.44	116 - 150
12	SM 2619-1	2	3500	0.61	36.85	116 - 150
13	SM 2619-2	5	6700	0.49	34.66	61 - 85
14	SM 2620-1	3	4200	0.68	35.23	116 - 150
15	SM 2620-2	5	7400	0.64	37.07	61 - 85
16	SM 2620-3	6	6400	0.66	35.28	86 - 115
17	SM 2620-4	4	6500	0.68	35.87	61 - 85
18	SM 2620-5	8	10900	0.57	40.79	41 - 60
19	SM 2624-1	3	3200	0.43	32.08	116 - 150
20	SM 2627-1	4	4700	0.51	36.25	61 - 85
21	SM 2627-2	8	5200	0.60	37.00	61 - 85
22	SM 2627-3	5	3800	0.59	36.37	116 - 150
23	SM 2628-1	7	7900	0.59	38.04	116 - 150
24	SM 2628-2	7	13000	0.58	37.48	61 - 85
25	SM 2628-3	4	9500	0.59	32.52	> 150
26	SM 2629-1	7	8900	0.57	37.21	86 - 115
27	SM 2629-2	4	8700	0.61	37.87	86 - 115
28	SM 2769-1	6	7500	0.68	34.87	86 - 115
29	SM 2769-2	4	8800	0.56	36.45	61 - 85
30	SM 2771-1	5	5900	0.57	34.68	86 - 115
31	SM 2771-2	4	5400	0.59	34.21	61 - 85
32	SM 2771-3	5	5400	0.54	36.98	116 - 150
33	SM 2771-4	7	8200	0.55	37.95	61 - 85
34	SM 2772-1	6	8500	0.54	36.86	116 - 150
35	SM 2772-2	4	7200	0.47	32.78	61 - 85
36	SM 2773-1	5	6400	0.52	38.56	86 - 115
37	SM 2773-2	5	6600	0.59	38.09	61 - 85
38	SM 2773-3	6	8600	0.53	35.58	61 - 85
39	SM 2774-1	9	14400	0.62	32.37	41 - 60
40	SM 2776-1	9	13600	0.54	35.10	61 - 85
41	SM 2776-2	6	8200	0.52	38.82	86 - 115
42	SM 2777-1	9	14600	0.42	39.41	116 - 150
43	SM 2779-1	6	7200	0.64	34.87	116 - 150
44	SM 2779-2	6	7600	0.64	36.37	86 - 115
45	SM 2779-3	6	8900	0.58	35.74	61 - 85
46	SM 2779-4	5	11500	0.51	34.27	86 - 115
47	SM 2780-1	7	13200	0.53	34.89	86 - 115
48	SM 2780-2	7	9900	0.60	33.76	41 - 60
TOTAL		256	357500	27.34	1734.56	3542 - 4930
Promedio		5	7448	0.57	36.14	75 - 103

* Ácido Cianhídrico

Cuadro 12.4.2. Familias introducidas del CIAT en el 2001. Estación Experimental Santo Domingo 2001.

	Cruzamiento	Zona	No. Semillas Sembradas	No. de semillas germinadas
1.	CM 6979	ADG	50	48
2.	SM 2965	Z02	50	46
3.	SM 2967	Z02	50	38
4.	SM 2968	Z02	50	35
5.	SM 2969	Z02	50	46
6.	SM 2970	Z02	50	47
7.	SM 2971	Z02	50	47
8.	SM 2972	Z02	50	47
9.	SM 2973	Z02	50	38
10.	SM 2974	Z02	50	42
11.	SM 2976	Z02	50	36
12.	SM 2977	Z02	50	32
13.	SM 2979	Z02	50	30
14.	SM 2980	Z02	50	21
15.	SM 2982	Z04	50	34
16.	SM 2986	Z04	50	16
17.	SM 2991	Z04	50	36
18.	SM 2994	Z04	50	42
19.	SM 2996	Z04	50	42
20.	SM 2999	Z04	50	46
	TOTAL		1000	769

Actividad Introducción, evaluación y selección de materiales locales e introducidos de yuca.

Instituciones participantes CLAYUCA – PRONACA -INIAP

Responsables INIAP Ing. Francisco Hinojosa G.
Ing. Lenin Linzán M.
Ing. Gloria Cobeña R.
Ing. Alma Mendoza G.

Responsables Pronaca Ing. Ramiro Goechel
Ing. Eduardo Mogrovejo

Introducción

La agroindustria de la yuca es una actividad que se está reactivando después del fenómeno del Niño, especialmente en Manabí, provincia considerada la mayor productora de productos y subproductos de esta raíz. Tomando en cuenta que actualmente existen otros requerimientos para su uso en fresco, almidón y harina que abarcan otros mercados, a más de los que se han trabajado anteriormente, se hace necesario el desarrollo de variedades para estos fines y que se

adapten a la mayoría de las zonas productoras del país; y para su logro se cuenta con la colaboración de CLAYUCA y PRONACA.

Propósitos y resultados por lograr

Se inició la conformación de un nuevo banco de germoplasma de yuca con materiales locales e introducidos (in vitro), con el propósito de seleccionar su tolerancia a plagas, los de mayores rendimientos de raíces frescas, contenido de materia seca y calidad, especialmente para el trópico semi seco. Todos los materiales están siendo sometidos a prueba de mejoramiento con base en el esquema existente.

Materiales y métodos

En el año 2000 entraron a conformar el banco de germoplasma 31 materiales introducidos in vitro del CIAT (Colombia) y tres de EMBRAPA (Brasil) los clones fueron sembrados en surcos de dos a 19 plantas. Además, se incluyen 20 clones élites de yuca, los que fueron recuperados de un ensayo preliminar de rendimiento, estos materiales han sido caracterizados parcialmente debido a que no alcanzaron el desarrollo apropiado; por otra parte, ocho materiales con los cuales se inició la conformación del nuevo banco de germoplasma en 1999 fueron sometidos a pruebas de campo de observación y caracterización.

Resultados y discusión

De la evaluación hecha en los 34 clones introducidos in vitro se encontró diferencias en vigor, a tal punto que dos no se adaptaron en el campo, tal vez debido a su diferente constitución genética para tolerar condiciones edafoclimáticas adversas. La mezcla existente en algunos clones introducidos nos permite aconsejar la necesidad de un mejor manejo en las etapas iniciales antes de ir a prueba de campo de observación en donde ya es responsabilidad del programa (Cuadro 12.4.3).

De los 20 clones recuperados por el programa, existen características agronómicas y morfológicas que deberán ser complementadas el próximo año, esto se debe a que los materiales en la EE. Portoviejo no alcanzaron un normal desarrollo, porque existió un invierno irregular.

Los ocho materiales sembrados el último trimestre de 1999 fueron sometidos a prueba de campo de observación y caracterizados morfológica y agronómicamente, además de haberseles determinado características de calidad y algunas se presentan en los Cuadro 12.4.4 y 12.4.5. La diferencia en los resultados observados se deben a características genéticas de los materiales, si bien es cierto que el clon Mb51 presenta el mejor rendimiento (41.1 kg/parcela) y un alto porcentaje de materia seca (38.74) su color de pulpa no es el requerido para el mercado; Mb52 y Mb53 presentan alto porcentaje de materia seca 40.54 y 39.44 respectivamente, pero su calidad por ser su pulpa un poco amarga, en el primer caso, y color no apropiado, en el segundo, las hacen no adecuada para su consumo en fresco, pero sí presentan posibilidades para la producción de almidones; se considera a la Mb50 apropiada para el uso en fresco así como la Mb54, no descartándose SDo 15, esta última debe ser sometida a un mayor tiempo de adaptación dando una próxima oportunidad para observar si presenta el potencial requerido por los productores.

Cuadro 12.4.3. Clones de yuca introducidos in vitro del CIAT-Colombia (1999) y de EMBRAPA-Brasil (1998) en fase de adaptación en banco de germoplasma. EE. Portoviejo 2000.

Clones	No. plantas trasplantadas	Procedencia	Materiales	
			Con mezcla	No adaptadas
1. MEcu 3	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
2. MEcu 10	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
3. MEcu 21	4	CIAT ¹ Colombia	--	--
4. MEcu 50	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
5. MEcu 68	7	CIAT ¹ Colombia	--	--
6. MEcu 72	8	CIAT ¹ Colombia	x	--
7. MEcu 71	7	CIAT ¹ Colombia	--	--
8. MEcu 82	5	CIAT ¹ Colombia	--	x
9. MEcu 85	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
10. MEcu 104	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
11. MEcu 117	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
12. MEcu 141	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
13. MEcu 141-A	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
14. MEcu 144	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
15. MEcu 165	19	CIAT ¹ Colombia	--	--
16. MEcu 166	10	CIAT ¹ Colombia	x	--
17. MEcu 187	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
18. MEcu 198	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
19. MEcu 6	7	CIAT ¹ Colombia	--	--
20. MEcu 155	3	CIAT ¹ Colombia	--	x
21. MEcu 51	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
22. CG 1141-1	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
23. CM 2136	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
24. CM2177-2	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
25. CM 3306-4	8	CIAT ¹ Colombia	x	--
26. CM 3306-19	10	CIAT ¹ Colombia	--	--
27. CM 3555-6	10	CIAT ¹ Colombia	x	--
28. CM 4843-1	11	CIAT ¹ Colombia	x	--
29. CM6182-8	8	CIAT ¹ Colombia	x	--
30. SM 643-17	8	CIAT ¹ Colombia	--	--
31. MTAI 8	9	CIAT ¹ Colombia	--	--
32. BGM 337 md 18.2	2	EMBRAPA ² Brasil	--	--
33. BGM 171md 18.2	2	EMBRAPA ² Brasil	x	--
34. BGM 186 md 18.2	2	EMBRAPA ² Brasil	--	--

1/ Centro Internacional de Agricultura Tropical

2/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria

Cuadro 12.4.4. Promedios de algunas variables de clones de yuca locales e introducido del CIAT, evaluados en campo de observación EE. Portoviejo 2000.

Clones	Rendimiento kg/parcela 1/	No. de raíces/parcela		Índice de cosecha	% de materia seca
		Comerciales	No comerciales		
Mb-50	29.4	38	80	0.60	33.98
Mb-51	41.1	56	46	0.48	38.74
Mb-52	32.0	34	26	0.56	40.54
Mb-53	33.1	41	45	0.50	39.44
Mb-54	31.3	40	20	0.54	33.75
Em-28	28.9	22	58	0.57	36.16
SDo-15	19.2	15	26	0.53	34.37
MCol 1468	32.6	39	22	0.62	34.84
X	30.9	36	40	0.55	36.48

Mb = Manabí

Em = Esmeraldas

SDo= Santo Domingo de los Colorados (Pichincha)

MCol= Clon introducido del CIAT

1/ Área útil 10 m²

Cuadro 12.4.5. Características de la pulpa de raíces de yuca locales e introducida del CIAT, evaluadas mediante pruebas sensoriales en laboratorio de Bromatología EEP. Portoviejo 2000.

Clones	Sabor	Fibra	Almidón	Rango preferencia
Mb-50	Dulce	No	Bastante	Buena
Mb-51	Simple	Poca	Poco	Regular
Mb-52	Simple poco amarga	No	Bastante	Regular
Mb-53	Dulce	No	Bastante	Buena
Mb-54	Simple	No	Intermedio	Regular
EM-28	Dulce	No	Bastante	Buena
SDo-15	Dulce	Poca	Bastante	Buena
MCol 1468	Simple poco amarga	Poca	Poco	Regular

12.4.3. Representación de Ecuador ante CLAYUCA

La representación de Ecuador ante CLAYUCA está a cargo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Procesadora Nacional de Aves, C.A. PRONACA y el GRUPO CLASE.

12.5. Cuba

12.5.1. Desarrollo del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Cuba

*Sergio Rodríguez Morales, Maryluz Folgueras Montiel,
Víctor Medero Vega, Magaly García García, Carmen Pons Pérez,
Delly Lien González Hernández y Osmay Molina Concepción.**

Resumen

A continuación se presentan aquellos aspectos que, dentro del paquete tecnológico del cultivo, han tenido una mayor incidencia por propiciar incrementos en áreas de siembra y rendimientos a pesar de las limitaciones de insumos y el desplazamiento de la yuca hacia áreas marginales, como resultado del incremento de otros cultivos más exigentes. Se hace una valoración profunda de aquellas actividades a realizar para que la interfaz no se convierta en una barrera insalvable entre investigadores y productores, haciendo énfasis en cómo lograr la participación de ambos en todo el proceso productivo, incluyendo la asimilación de las técnicas más avanzadas como es el Sistema de Inmersión Temporal, una herramienta importante para la producción de estacas con fines comerciales, incluyendo un mecanismo más acelerado para la introducción de nuevos genotipos en la producción.

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) forma parte de raíces y tubérculos que la población denomina “viandas”, y existe en Cuba país desde épocas precolombinas. Su elevado valor energético, destacada adaptabilidad a las diferentes condiciones edafoclimáticas y cualidades poco comunes en otros cultivos, de producir bajo condiciones adversas bióticas y abióticas, han motivado que, a través de los años, muestre un desarrollo ascendente, no sólo en cuanto a las áreas plantadas, sino también respecto de los rendimientos por área.

La introducción de nuevos clones y tecnologías han posibilitado que la extensión de cultivos más exigentes en suelos e insumos, no haya provocado depresión en la producción de yuca, ya que estos resultados han propiciado que puedan explorarse con el cultivo suelos marginales y otros de inferior calidad, pero además el hecho de disponer de nuevos genotipos que posibilitan comercializar esta raíz tuberosa los 12 meses del año en el mercado, la han convertido en un cultivo muy competitivo de extraordinario valor para garantizar la seguridad alimentaria, no sólo para el consumo directo, sino también como elemento importante en la alimentación animal, fundamentalmente cerdos y aves, resultando el uso industrial una potencialidad que aún no hemos explotado con la intensidad requerida.

* Investigadores del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, INIVIT.

Desarrollo

Entre los componentes del paquete tecnológico que más impacto ha tenido en el desarrollo de este cultivo en Cuba, es posible señalar los siguientes:

- Programa de fitomejoramiento
- Producción de semilla
- Manejo integrado de plagas
- Fitotecnia del cultivo

Programa de fitomejoramiento

En el instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) se cuenta con el tercer banco de germoplasma de América, con más de 600 clones. Desde hace más de 25 años se ha venido desarrollando todo un programa de fitomejoramiento que ha permitido duplicar los potenciales productivos de los clones comerciales actuales con respecto de los que tradicionalmente se sembraban en el país. Pero además de ello, cuando la media del ciclo de cosecha oscila entre 11 y 14 meses, se tienen clones que pueden cosecharse a partir de los 7 meses de sembrado y otros que se pueden estar cosechando desde los 12 meses hasta los 18 meses, sin afectarse la calidad culinaria. Esto ha permitido establecer una estructura varietal que garantiza cosechas durante todo el año, con la consecuente presencia de este producto en el mercado. De manera que, mientras con los clones tradicionales sólo era posible cosechar yuca con rendimientos aceptables, hoy con 5 ó 6 meses se puede tener yuca todo el año. Por otro lado, con la introducción de genes foráneos, a partir del germoplasma introducido del CIAT, se ha logrado incorporar en estos genotipos resistencia o tolerancia a las principales enfermedades que lo afectan y un mayor porcentaje de materia seca entre los caracteres. El INIVIT dispone de alrededor de 15 clones comerciales y avanzados, cuyo rendimiento potencial oscila entre 45 y 60 t/ha, que pueden ser evaluados en otros países con posibilidades reales de adaptación a las diferentes condiciones edafoclimáticas.

Producción de semilla

La producción de semilla constituye un elemento fundamental para lograr la estabilidad productiva en este cultivo. Es por ello que hemos desarrollado diferentes métodos que son utilizados por los productores según sus características y disponibilidad de recursos, resultando los más utilizados en nuestro país los siguientes:

- Método convencional para la producción de estacas
- Método convencional acelerado
- Método por técnicas biotecnológicas

Multiplicación convencional

La multiplicación convencional es aquella que se realiza directamente en el campo. La fitotecnia que se emplea es la recomendada en el Instructivo Técnico vigente. Resulta preciso establecer un “paquete tecnológico” específico para la producción de estacas, ya que se ha demostrado en varias ocasiones que existe una relación estrecha entre la calidad del material de plantación que se obtiene y los rendimientos de raíces tuberosas comerciales. Ahora bien, entre los aspectos fundamentales a tomar en consideración podemos señalar los siguientes:

Suelos:

Deben ser fértiles con buen drenaje exterior e interior y una capa arable no menor de 15 cm, con un pH entre 7 y 7.5.

Preparación del suelo:

La preparación del suelo se debe realizar de forma tal, que se logre un suelo mullido a una profundidad de 20 ó 25 cm.

Selección y preparación de estacas para plantación:

Las estacas deben proceder de plantas que tengan de 10 a 15 meses de edad y de tallos primarios. Cuando se tomen de plantas que hayan ramificado a más de 1.20 m y de tallos primarios a más de las $\frac{3}{4}$ partes de las ramas secundarias, cuando las plantas ramifican más abajo. La longitud de la estaca debe oscilar entre 20 y 25 cm y tener un mínimo de 7 a 9 yemas. El corte debe ser recto, puede realizarse con una sierra circular o machetín bien afilado.

Plantación:

Antes de realizar la plantación, las estacas deben sumergirse durante tres minutos en una solución de insecticidas y fungicidas. La época óptima de plantación es la comprendida entre noviembre y febrero 15 y la distancia será de 1.20 – 1.40m X 0.70 – 0.80 m ó 0.90 m X 0.90 m, para clones de porte erecto y 0.90 m X 1.00 m, para clones medianamente ramificados como la “CMC – 40” y “CEMSA – 74 – 6329” cuando la plantación se realiza en suelos fértiles. Las estacas se plantan de forma inclinada sobre el cantero, formando un ángulo de 45° con el suelo, dejando una yema afuera horizontal.

Labores de cultivo:

Estas labores tendrán como objetivo mantener el cultivo libre de malas hiervas, y una buena conformación del cantero.

Riego:

A pesar de que esta planta no es exigente al agua, en el caso de las áreas que van a dedicarse a obtener estacas, sí resulta imprescindible disponer de riego por lo menos durante los 2 ó 3 primeros meses para garantizar el establecimiento de la plantación. Los intervalos estarán en función del tipo de suelo.

Fertilización:

Teniendo en cuenta el tipo de suelo, se aplican las siguientes dosis en kg/ha: N 120 – 180; P₂O₅ 35 – 62 K₂O 144 – 250. Todo el fertilizante de fórmula completa se aplica en plantación o a los 60 ó 70 días, excepto en suelos arenosos donde se fracciona de forma tal que el 50% se aplica en plantación y el resto a los 60 ó 70 días.

Índice de multiplicación:

El índice de multiplicación estará en dependencia de los objetivos que se persigan. Si se desea obtener estacas para realizar plantaciones comerciales se puede obtener una relación de 1:8 ó 1:10. Ahora bien, en caso de tratarse de un clon que se desee propagar lo más rápido posible, puede alcanzarse un índice de 1:15 ó 1:20 ya que se toman estacas de 15 cm, que se plantan sobre el cantero de forma vertical dejando una yema afuera. Además, pueden utilizarse las ramas secundarias y terciarias en clones de porte erecto y medianamente ramificado, respectivamente. Constituye un aspecto fundamental, en este caso, tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ❑ La preparación de las varetas debe realizarse antes de la cosecha, cortándose por separado en los diferentes niveles de ramificación.
- ❑ Garantizar una correcta preparación del suelo y de su humedad.
- ❑ Plantar las estacas teniendo en cuenta su posición en la planta; es decir, las procedentes del tallo primario, separadas de las ramas secundarias y éstas, a su vez, separadas de las ramas terciarias.

Multiplicación acelerada convencional:

Para efectuar la producción intensiva del material de propagación debemos disponer de dos áreas fundamentales: las “cámaras de propagación” y las “cámaras de anraizamiento”.

Cámara de propagación:

La cámara es un rectángulo (2.40 m de largo por 1.20 m de ancho) y contiene grava hasta 10 cm de altura, y sobre la grava se deposita la tierra fértil. La cámara tiene techo en forma de caballete de 50 cm de altura, cuyos bordes descansan en el centro de los huecos. La estructura es de polietileno y tela.

Área de enraizamiento:

El área de enraizamiento está compuesta por el umbráculo y la cámara de enraizamiento.

- a) El umbráculo se puede construir según la necesidad y puede estar forrado con tela de tabaco y polietileno.
- b) La cámara de enraizamiento se compone de una mesa forrada con aluminio y pintada de blanco. Las dimensiones son de 0.80 – 0.85 m de ancho por un largo que oscila entre 2 m y 3 m y la altura es de 0.80 m, con un techo sobre la mesa de 1.50 m de altura.

Actividades prácticas:

1. Acondicionamiento del área para recibir el material de propagación.

Se debe desinfectar la capa vegetal de las cámaras de propagación con formol al 10% a razón de 10-15 lt/cámara. La cámara queda cubierta herméticamente de 72 a 96 horas con polietileno, se destapa y se ventila durante 4 ó 5 días con el movimiento del suelo en la cámara mediante un rastrillo; 48 horas antes de plantar las estacas se les aplica TMTD 85% PH 2.5 g/lt ó Captán 50%pH a razón de 3.5 g/lt a 3 lt de solución por cámara. Después de haberlas plantado se les aplica a los brotes Sulfato de Zinc 5-10 g/lt de agua y Haftol 1 g/lt de agua. Esta aplicación se efectúa con mochila a razón de 1.5 lt por cada cámara a los 10 ó 15 días y después de los cortes, así como 20 g de Sulfato de Magnesio en el fondo del surco, sólo dos veces en la campaña con un posterior riego ligero.

2. Preparación del material de propagación.

Se seleccionan plantas sanas y maduras entre 8 y 14 meses de edad y se utilizan las ramas primarias y secundarias. En este caso, el material se divide en dos grupos de plantación. Las estacas se pican en dos nudos con un serrucho o sierra eléctrica y se tratan durante 5 minutos con una solución: por cada litro de agua 1.25 g de Maneb; 5.38 g de Zineb 75% pH; 2.2 g de Oxidocloruro de Cobre 50% y 1 cc de Malathion 57% EC.

3. Obtención de los brotes.

A las 2 ó 3 semanas tendremos brotes de 8 cm. Los cortes de los brotes se hacen con una cuchilla de afeitar o bisturí, previamente desinfectado en solución con hipoclorito de sodio al 1% o alcohol al 70%.

4. Enraizamiento de los brotes.

Las plántulas se cortan con una longitud de 7 cm, inmediatamente debajo de la yema. Las plántulas se van ubicando en los frascos individuales con agua destilada estéril, eliminando todas las hojas desarrolladas y dejando la yema terminal y una hoja muy pequeña. Las plántulas están expuestas entre 10 y 15 días para su enraizamiento. Cuando 3 a 5 llegan al tamaño óptimo (1 ó 2 cm) se efectúa el trasplante a las bolsas o el campo. Una vez

realizado el primer corte se produce el rebrote en el tallo de 1 cm y alrededor de los 15 ó 20 días alcanza 8 cm, se realiza de nuevo la operación. Este proceso puede repetirse de 4 a 5, o más veces hasta que se deteriore la estaca, lo que permite que, de una estaca, se puedan obtener 8, 10 ó más plántulas.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, y conociendo que una planta de yuca es capaz de aportar entre 100 y 150 estacas de dos yemas, podemos comprender que la relación de multiplicación es de 1:1 000 en un año.

Métodos biotecnológicos

Micropropagación y saneamiento de la yuca:

Se estableció una metodología eficiente y repetitiva para la micropropagación a partir de meristemos de los clones comerciales de este cultivo. Se logran obtener vitroplantas saneadas, mediante la combinación del cultivo de meristemos y el tratamiento de termoterapia, incrementándose considerablemente los rendimientos, con relación a las propagadas tradicionalmente. Se aplica la metodología con excelentes resultados de forma rutinaria para producir las vitroplantas necesarias, que son utilizadas como material original en el Programa Nacional de Producción de “semillas” certificadas.

Producción de estacas a partir de plantas obtenidas de embriones somáticos:

Se logró optimizar un sistema de regeneración por embriogénesis somática para la producción masiva de plantas y transgénesis. Se determinó un protocolo eficiente y repetitivo que garantiza la germinación y conversión a plantas de los embriones somáticos con más del 85% de eficiencia, mediante el uso del Sistema de Inmersión Temporal. Como aspectos novedosos además, se utilizan meristemos axilares como explante inicial para obtener, de forma más eficiente, callos con estructuras embriogénicas. Las vitroplantas que se regeneran son enraizadas y aclimatadas con más del 85% de sobrevivencia y bajo determinadas condiciones de riego, tipo de sustrato y contenedor con orificios de 120 cm³, permitiendo que las vitroplantas estén listas para el trasplante al campo a los 45 días, aproximadamente.

Sistema de Inmersión Temporal, una alternativa para la producción de estacas:

La puesta a punto de un protocolo para la multiplicación in vitro de la yuca en Sistemas de Inmersión Temporal, donde los coeficientes de multiplicación para un mismo clon se triplican o más, según el genotipo respecto del sistema tradicional in vitro. Este sistema consiste en baterías de recipientes o frascos traslúcidos, mangueras de silicona esterilizables en autoclaves, filtros hidrofóbicos de 0.2 µm, electroválvulas, un compresor de aire y un *timer* programable. Las baterías están formadas por dos frascos, de los cuales uno es utilizado para el cultivo de los explantes y el otro como reservorio del medio de cultivo.

El tiempo y la frecuencia de inmersión son establecidos según el genotipo, proceso en que el flujo de aire permite un burbujeo del medio de cultivo que provoca un movimiento desordenado de los explantes y renueva la atmósfera dentro del frasco que contiene el

material biológico, evitando la acumulación de gases tóxicos. El retorno del medio al frasco reservorio evita la muerte de los explantes por asfixia. Además, garantiza la utilización económica y eficiente del medio de cultivo en estado líquido y se logra una producción de vitroplantas de alta calidad y vigor, donde los coeficientes de multiplicación se incrementan de forma significativa.

Por las vías, anteriormente mencionadas, se producen las vitroplantas necesarias con alta calidad genética y excelente vigor, que permiten establecer la Estrategia Nacional de Producción de Semillas. A partir de 1998, en áreas de entidades productivas, las estacas procedentes de plantas obtenidas por estos métodos son sembradas y multiplicadas, hasta obtener la "semilla" de categoría certificada. Durante el proceso se realiza el seguimiento del material por parte de los productores e investigadores, lo que ha demostrado la relevancia de la biotecnología sobre el incremento de la calidad de la "semilla" y su influencia en los rendimientos en yuca. Con la introducción de estos métodos, además de garantizarse los aspectos cualitativos y cuantitativos del material de plantación, se logra que el tiempo entre la obtención de un clon y su utilización por parte de los productores, disminuya entre dos y tres años como mínimo, dependiendo de las condiciones de la región.

Manejo Integrado de Plagas, MIP

La primavera de la yuca (*Erinnyis ello* L.) es la plaga más importante de este cultivo en Cuba. Por esto, se ha establecido en el país un programa de manejo integrado de dicha plaga, que incluye métodos de control cultural, mecánico, biológico y químico, sólo en caso necesario.

Para lograr el control biológico se realizan liberaciones del parásito de huevos *Trichogramma* spp., reproducido artificialmente en los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) que existen en cada entidad productiva. Estos se liberan en dosis inundativas superiores a 30.000 individuos/ha (entre 4 y 10 días, dependiendo del grado de ataque) desde que aparecen los primeros huevos de la plaga, independientemente de la edad de la planta y hasta que el porcentaje de parasitismo supere el 90%.

Conjuntamente se realizan aplicaciones del biopreparado de la bacteria patógena *Bacillus Thuringiensis* (Bt) a razón de 10 litros/ha, de forma preventiva y con frecuencia semanal, pero si aparecen los primeros huevos de *E. ello* será cada 4 días.

Además, se ha implementado el manejo adecuado del parásito de larvas *Apanteles americanus* (algodón de yuca), muy frecuente en las plantaciones cubanas.

Se ha definido nacionalmente que el control químico sólo debe usarse cuando no se ha manejado eficientemente el control biológico o si el ataque es tan severo que pueda originar una fuerte reducción del rendimiento.

Una vez emprendida esta tecnología, incluida en el Instructivo Técnico del Cultivo de la Yuca en Cuba, se ha podido constatar en casi la totalidad de las localidades productoras, una apreciable disminución de los ataques del insecto, siendo una muestra de ello que en 1996

este programa se aplicaba en 17.003 has en todo el país y actualmente las cifras superan las 51.345 has de yuca.

Los parásito más frecuentes de la yuca en Cuba son:

- Parásitos de huevos – *Trichogramma* spp.
- *Telenomus* spp.
- Parásito de larvas – *Apanteles americanus*

Trichogramma

Estos son parásitos de huevos de insectos de varios órdenes, su ciclo de vida está influenciado por la temperatura, pero en épocas de calor está entre 6 – 9 días, pues copulan casi inmediatamente después del nacimiento. La mayor oviposición de huevos la logran los dos primeros días después de la emergencia, colocando entre 20 – 30 huevos/hembra, aunque pueden llegar excepcionalmente hasta 200. Ponen, generalmente, 1 huevo/huésped y se alimentan del líquido que fluye al pinchar el huevo. Localizan los huevos al azar pero su actividad motriz crece con el aumento de la temperatura y la luminosidad.

Para su reproducción en los CREE es indispensable la cría del hospedante que puede *Sitotroga cerealella* o *Corcyra cephalonica*.

Esta metodología de reproducción se aplica en las diferentes entidades productivas del país con muy buenos resultados, pues ha permitido obtener hasta 24.000.000 de individuos diarios de *trichogramma* línea de producción.



Figura 12.5.1. Esquema de la cría masiva de un CREE de *Trichogramma*.

Telenomus

Es un parásito muy efectivo. Se ha encontrado indistintamente parasitando a *E. ello* junto con *Trichogramma*. Tiene una alta capacidad de búsqueda, aunque se obtienen bajo nuestras condiciones de tres a cinco adultos/huevo parasitado.

Apanteles americanus

En Cuba se ha llevado a cabo un serio programa de manejo de este parásito larval, pues su efectividad se ha visto enmascarada en varias localidades por la presencia de *Horismenus cockerelli* (Hymenoptera: Eulophidae) que ha presentado hasta un 52% de hiperparasitismo.

Cuadro 12.5.1. Relación de sexos e hiperparasitismo en 100 algodones.

Emergencia de adultos		Relación de sexos (H : M)	Promedio cocones/algodón	Promedio Hiperparásitos/algodón	% Hiperparasitismo
Hembras	Machos				
2.907	1.444	2.01 : 1	90.8	43.6	52.7

Existe además en Cuba una metodología para determinar la eficiencia técnica de las liberaciones de *Trichogramma* en el control biológico de *E. ello*, que es cumplida con regularidad por los productores. Mediante ésta se trata de comparar contra un límite los porcentajes de parasitismo de los huevos de primavera, antes y después de las liberaciones del parásito.

La efectividad técnica de la aplicación se determina entre el 4to y 6to día posteriores a la liberación. Para suspenderlas, el porcentaje de parasitismo debe ser superior al 90%.

En cuanto a entomopatógenos en el control de *E. ellos* el se utiliza en Cuba es el *bacillus thuringiensis* (Bt), bacteria aeróbica cristalífera formadora de esporas que se utiliza también en el control de otras plagas de importancia económica.

El sustrato que se utiliza con mayor frecuencia es el siguiente:

- Polvo de arroz 2.5 g
- Levadura torula 5 g
- Miel fina 1 g
- Agua 1 litro
- PH 5 – 8
- Esterilización 25 min a 1.5 atm.

La inoculación se realiza añadiendo dos cepas en 250 ml de agua destilada estéril de los que se agrega 1 ml/frasco y se mantiene a temperatura ambiente por 10 días.

También aquí se realizan las pruebas de calidad, para lo que se evalúan los siguientes aspectos:

- Concentración de esporas
- % de germinación o viabilidad
- Contaminación
- Prueba de virulencia

Finalmente, una vez obtenidos estos organismos se pone en práctica la Tecnología para el Manejo Integrado de Plagas de la primavera de la yuca que incluye:

Control cultural

- ❑ Eliminación de malezas en la plantación o alrededores (especialmente las euforbiáceas: *Euphorbia heterophylla* – hierba lechosa –, *Chamaesyce prostrata* – hierba de la niña), que pueden servir como hospederas a la plaga.
- ❑ Arar inmediatamente después de la cosecha, para eliminar las pupas del insecto.
- ❑ Rotación de cultivo para desaparecer el hospedaje más prolífero.

Control mecánico

Cuando se presentan ataques, no muy intensos, se puede realizar la recolección manual de las larvas y su destrucción inmediata o inmersión en cualquier sustancia que las destruya.

Control Biológico

- ❑ Realizar liberaciones del parásito de huevos *Trichogramma* spp.

Éstas deben efectuarse desde que aparecen los primeros huevos de la plaga, independientemente de la edad de la planta y deben mantenerse hasta que el porcentaje de parasitismo sea superior al 90%. Las variaciones marcadas en las condiciones climáticas, especialmente al comenzar o finalizar los períodos de lluvia, pueden ser la causa de la aparición de altas poblaciones de la plaga.

Cada 25 m se dispersan los parásitos contenidos en los sobres, preferiblemente utilizando dosis inundativas (30.000 individuos/ha).

Las liberaciones deben hacerse en horas frescas del día (6 – 8 a.m. ó 5 – 7 p.m.) y a favor del viento para facilitar la distribución y evitar las altas temperaturas. Si se producen lluvias intensas debe reiniciarse el ciclo de liberación de parásito.

Tanto para los muestreos de la plaga como para las liberaciones de *Trichogramma*, debe recorrerse más del 50% del área, para evitar que queden focos sin detectar o aplicar. El muestreo debe realizarse en sentido cruzado hasta que la altura de las plantas y las ramificaciones permitan la entrada al área o alrededor del campo cuando los clones ramifiquen.

- ❑ Realizar aplicaciones del biopreparado *Bacillus thuringiensis* (cepa LBT – 24) a razón de 10 L/ha.

Se efectúan hasta que la altura de la plantación permita su realización de forma preventiva y con una frecuencia semanal; pero si aparecen los primeros huevos de la plaga serán cada 4 días. A partir del momento en que la altura de la plantación impida la entrada al campo, se realizará con igual carácter y frecuencia, alrededor del campo.

- Efectuar un manejo adecuado del parásito de larvas *Apanteles americanus*.

Esto consiste en recoger los algodones recién formados y conservarlos en frascos apropiados hasta que comiencen a emerger las avispidas, momento en que se llevan al campo, se liberan y se destruyen los algodones.

Control químico

Esta forma de control debe usarse cuando no se ha manejado eficientemente el control biológico o cuando el ataque es muy severo (altas poblaciones de larvas/planta) y se tenga la seguridad de que el ataque provocará una severa reducción en el rendimiento.

En lo posible deben emplearse productos selectivos que tengan poco o ningún efecto letal sobre los enemigos naturales (ej: Dipterex 80%pH, 2 – 3 g/l).

En caso de una aplicación de insecticidas es necesario restablecer la fauna benéfica, mediante la liberación de controles biológicos, 3 – 5 días después de la aplicación.

Enfermedades

Recientemente fue reportado en Cuba la presencia de *Phytophthora* en las plantaciones donde se observó una coloración pardo oscura, de consistencia acuosa que se extendía desde el centro hacia los bordes de la raíz. El grado de deterioro de las raíces atacadas osciló entre el 15% y el 90%.

Fitotecnia del cultivo

En Cuba, las pudriciones provocadas por *Phytophthora* spp. constituyen uno de los principales factores limitantes de la actividad productiva, situación que resulta favorecida por los excesos de lluvia durante la temporada ciclónica que se presenta a partir del mes de agosto, resultando septiembre, octubre y noviembre los más significativos; para ello se han elaborado diferentes alternativas en la fitotecnia del cultivo, haciéndose énfasis fundamental en el marco de la plantación, la conformación de caballones y la selección de genotipos más resistentes a las pudriciones radicales, ya que su comportamiento está muy relacionado con las características edafoclimáticas de la región y los genotipos, pues se ha podido comprobar que el clon “CMC – 40” es uno de los que mayores afectaciones presenta. Sin embargo, el clon “CEMSA – 71 – 6329” resulta el menos afectado. De manera que en la fitotecnia realizada durante todo el ciclo del cultivo, las labores de aporque resultan vitales para preparar las condiciones con el propósito de evitar mayores pérdidas por las causas antes señaladas, unido a ello empleamos con frecuencia en las labores de cultivo la tracción animal para minimizar la compactación del suelo debido a la acción de la maquinaria. El manejo adecuado de la fitotecnia ha contribuido a que los productores puedan utilizar suelos marginales para cultivar yuca y con ello incrementar las áreas que se siembran.

Interfaz entre la investigación y los productores

Es difícil proyectar la modernización de la agricultura, especialmente de los sectores tradicionales, sin una base de conocimientos mínimos que dominen esos productores. Es por eso que el impacto que puedan tener los investigadores sobre los agricultores no sólo dependerá de la habilidad que tengan para transferir sus resultados, sino de la estrategia con que programen y prioricen, lo que deseen introducir y el nivel de participación que logren alcanzar de los productores.

El INIVIT ha introducido cambios conceptuales en la planificación y en la organización del trabajo, posibilitando con ello que además de la actividad científica para cumplir con los perfiles tradicionales de trabajo, existe un enfrascamiento en la búsqueda de vínculos con los productores a través de la investigación participativa para la recomendación de nuevas variedades y tecnologías. Para mantener el ritmo de una demanda creciente, se trabaja en la obtención de clones que se aproximen al potencial óptimo del ecosistema en el que se desarrollan, ya que en los ambientes tropicales, sobre todo, hace falta continuar investigando sobre nuevos sistemas de producción que se ajusten más a las condiciones edafoclimáticas de cada lugar.

La “investigación participativa”, centrada en satisfacer las necesidades de los productores, requiere de modo insustituible la participación activa de ellos como cogestores y coautores del proceso de identificación de problemas y generación de conocimientos y soluciones en su propio beneficio. Como línea fundamental de trabajo con los productores se desarrolla aquella de establecerse y permanecer en el terreno; es decir, en la región, para poder identificar, evaluar y aplicar en conjunto con ellos las “potencialidades” más favorables para su desarrollo, para esto se tiene en cuenta lo siguiente:

- Elaborar un diagnóstico preciso de la realidad local.
- Seleccionar áreas representativas de la región.
- Contemplar un crecimiento paulatino.
- Partir de un mejoramiento de las tecnologías existentes y del mejor uso de los recursos realmente disponibles para lograr más adelante y en forma global, la introducción de cambios más complejos y profundos.

Con el propósito de garantizar que la interfaz no se convierta en una barrera insalvable, entre investigadores y productores, se procede de la siguiente forma:

- a. Evaluar a escala comercial los resultados de la investigación (genotipos y prácticas culturales) desarrollados con la finalidad de conocer el potencial de sus beneficios técnicos y económicos bajo las condiciones reales del productor.
- b. Contactar directamente con los productores y en su propio ecosistema el efecto del componente y conjuntos de componentes tecnológicos generados por la investigación en cuanto a:

- Incremento de los rendimientos por unidad de superficie.
 - Reducción de los cortes de producción por unidad de producto obtenido.
 - Incremento de la calidad de producción.
 - Reducción del esfuerzo humano en las actividades agrícolas.
- f- Desarrollar toda una cultura agronómica que permita a los productores autoabastecerse de semilla.
- g- Estimular el cambio de actividades (ampliación del horizonte del perfil de trabajo, autoconfianza para solucionar sus propios problemas y transformar realidades adversas).
- h- Fomentar el intercambio tecnológico horizontal y de experiencias entre los propios productores. De manera que los resultados representen la verificación regional de cada logro investigativo.

Todos estos aspectos analizados juegan un papel determinante para alcanzar los objetivos finales. En este caso, no todo está resuelto, aún persisten elementos que es necesario perfeccionar e incluso fortalecer. Sin embargo, es evidente que existen avances significativos como son los siguientes:

- Fincas para la producción de semilla básica y registrada a partir de estacas procedentes de plantas obtenidas por embriogénesis somáticas o por el Sistema de Inmersión Temporal.
- Estructura clonal para producir yuca los 12 meses del año.
- Empleo generalizado del Manejo Integrado de Plagas para el control de la primavera de la yuca (*Erinnyis ello*).
- Empleo de semilla de óptima calidad para realizar las plantaciones, entre otros.

De manera que resulta estimulante seguir avanzando en este sentido para lograr que los resultados de la investigación tengan su máxima expresión en la práctica productiva.

Conclusiones

En los últimos años la yuca ha experimentado un sensible incremento en áreas sembradas y volumen de producción alcanzado como resultado de una mayor comprensión por parte de los productores de las bondades de este cultivo y una estrecha participación en la toma de decisiones para la introducción de un genotipo o tecnología. La sistematicidad en los trabajos de fitomejoramiento, materializándose con la liberación de nuevos clones, el uso del Manejo Integrado de Plagas, que ha posibilitado disminuir sensiblemente la aplicación de pesticidas y lograr una mayor presencia de insectos entomófagos, así como el empleo de diferentes métodos para la producción de estacas que han ido creando paso a paso una “conciencia semillera” en los productores, han constituido elementos esenciales en todos estos avances, donde esta raíz tuberosa no sólo se está utilizando como alimento humano,

sino también está ocupando el espacio que le corresponde para la alimentación animal, fundamentalmente cerdos y aves.

12.5.2. Representación de Cuba ante CLAYUCA

La representación de Cuba ante CLAYUCA está a cargo del Instituto Nacional de Investigación en Viandas Tropicales, INIVIT.

12.6. Bolivia

12.6.1. Conformación CLAYUCA - Bolivia

En reunión expresamente para constituir el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca-CLAYUCA, Capítulo Bolivia, que se llevó a cabo en las instalaciones del IIA El Vallecito, Santa Cruz, los asistentes tomaron la decisión de conformar este organismo nacional bajo los siguientes criterios:

Antecedentes

El Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca está constituido por representación de varios países (Colombia, Venezuela, Cuba y Ecuador) interesados en aunar esfuerzos tecnológicos, físicos y financieros destinados al desarrollo de este tubérculo que constituye la base alimenticia de la mayor parte de los pueblos tropicales de América y es una alternativa para la industria de alimentos balanceados para la cría de animales. Este Consorcio cuenta con el respaldo tecnológico del CIRAD de Francia y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, de Colombia, donde precisamente reside el directorio que tiene como Director Ejecutivo a Bernardo Ospina con sede en Cali, Colombia.

En la etapa de promoción del Consorcio, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de Bolivia mostró marcado interés en incorporar al país dentro de este organismo regional, por lo que encomendó a su Dirección General de Desarrollo Tecnológico, emprender gestiones para promover y organizar el capítulo correspondiente a Bolivia con miras a su incorporación al organismo latinoamericano.

Siguiendo las gestiones de la DGDGT y la promoción directa del Ing. Ospina en organismos bolivianos, se realizaron reuniones con este propósito. La primera el 27 y 28 de octubre de 1999 en "El Vallecito" de la Universidad Gabriel René Moreno. La segunda en Santa Cruz el 19 de noviembre de 1999 en la Facultad de Agronomía de la UGRM. Y la tercera en "El Vallecito", el 6 y 7 de diciembre de 1999, a las que asistieron representantes de organismos de investigación, universidades, empresa privada, el IBTA/Chapare y otros, cuyas actas hacen parte de este informe.

En estos eventos se coincidió con la necesidad de impulsar la formación de la red nacional, por las ventajas tecnológicas previstas con su funcionamiento.

Por otra parte, por contarse con la conformidad expresada por personas y organismos involucrados en la conveniencia de la participación de Bolivia en CLAYUCA, se acreditó una representación a la II Reunión Anual del Comité Técnico de este organismo realizada en Cali, Colombia entre el 21 y el 24 de agosto de 2001, oportunidad en la que se comprometió la participación del país sujeto a oficialización formal.

Por tanto, como resultado de las consultas, la necesidad de conformar un directorio y generar actividades en el menor tiempo posible, se acordó suscribir el acta de constitución.

Constitución

Quines suscribieron el acta, acordaron constituir el Capítulo Bolivia del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca-CLAYUCA, bajo las siguientes características:

Membresía: Son miembros titulares las instituciones, empresas y personas particulares representadas en la suscripción del acta. Se consideró la posibilidad de incorporar, posteriormente, en calidad de miembros titulares otras organizaciones y personas con intereses específicos en este rubro de producción. Así mismo, se reconoce la calidad de miembros adscritos a interesados circunstanciales o de dedicación parcial.

Coordinación: Dada la inicial conformación del Consorcio, se acordó designar un coordinador nacional, no rentado, como representante principal ante las autoridades nacionales, regionales, CLAYUCA, organismos de investigación y otros, relacionados con el cultivo y desarrollo de la yuca. El coordinador nacional podrá designar uno o dos colaboradores para mejorar el desempeño de sus funciones.

Período: El coordinador durará en sus funciones dos (2) años alternando la representación del sector entre personas o instituciones de los distritos de Santa Cruz y Cochabamba.

Responsabilidades:

- Empezar las gestiones necesarias ante autoridades nacionales e internacionales para dar plena vigencia y funcionamiento al capítulo Bolivia de CLAYUCA.
- Buscar y obtener el financiamiento necesario para sustentar la participación en el Consorcio Latinoamericano.
- Coordinar las acciones necesarias de investigación y desarrollo del rubro entre las organizaciones participantes de los dos distritos inicialmente participantes.
- Canalizar las inquietudes nacionales para consolidar la importancia económica de esta línea de producción en los trópicos de Bolivia.
- Promover el establecimiento de alianzas estratégicas entre entidades del sector público, como empresas del sector privado y grupos de productores que tienen interés en el cultivo de la yuca, con el objetivo de ejecutar programas y actividades de investigación y desarrollo que puedan ayudar a impulsar la transformación de este rubro en Bolivia en una actividad competitiva, eficiente y sostenible.
- Atender otros requerimientos que le sean encomendados.

Fecha de constitución: Se consideró como fecha inicial de vida del Consorcio y funciones del coordinador, la fecha de suscripción del acta de constitución (10 de octubre de 2000).

Primer coordinador: Se designó como primer coordinador del Capítulo Bolivia de CLAYUCA al proyecto IBTA/Chapare, representado por su director, Ing. Severo España Rodríguez.

Representación de Bolivia en CLAYUCA: Se designó como representante del sector yuquero de Bolivia ante el Comité Ejecutivo de CLAYUCA, al coordinador en funciones. El representante en el Comité Técnico del Consorcio es el Ing. Mateo Vargas de IIA El Vallecito.

12.6.2. Representación de Bolivia ante CLAYUCA

La representación de Bolivia ante CLAYUCA está a cargo de la Dirección general de Desarrollo tecnológico del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, el Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito” (Universidad Autónoma Gabriel René Moreno) y CONCADE, Proyecto IBTA, Chapare.

12.7. Haití

12.7.1. Informe sobre el cultivo de la yuca en Haití

*Emmanuel Prophete**

En la República de Haití, la producción de la yuca es principalmente dirigida a la alimentación humana. El producto más importante es una galleta llamada "cassave" que se consume sola o con mantequilla, mantequilla de maní o "jelly".

Otros productos de gran importancia son el almidón dulce, es decir no fermentado, y harina de yuca que es usada como alimento para niños y hasta pastas alimentarias, preparadas usando un "extruder".

Aunque la producción de "cassave" se encuentra en todo el país, existen varias técnicas de fabricación. En el norte del país, se preparan "cassaves" circulares de tamaño largo (0,80 a 1 metro de diámetro), pero en el sur, el tamaño es mucho más pequeño, de 20 a 40 cm de diámetro. Otra observación es que las galletas del norte tienen una conservación más prolongada que las producidas en el sur, lo que sugiere técnicas diferentes.

Intercambio entre productores

Para comparar técnicas e intercambiar información, el Proyecto PAIFC (Proyecto de Apoyo Institucional y de Capacitación de Técnicos), asociado con la Dirección de Capacitación del Ministerio de Agricultura de Haití, decidió organizar una visita de seis productores norteños al sur del país. Los objetivos fueron:

- Organizar un encuentro entre delegados de las Cámaras Agrícolas del norte y la organización OPMAGAT del sur para discutir sobre la producción y la transformación de la yuca amarga.
- Tratar de producir las cassaves largas de tipo norteño usando calentadores usados en el sur teniendo el "kerosén" como fuente de energía.

Resultados

La Organización OPMAGAT se ha constituido como un grupo sólido de productores agrícolas. Reúne más de 150 productores de yuca del sur de Haití, que producen harina de yuca de alta calidad, con un atractivo color blanco y un tamaño de partículas bastante finas, lo que les permite obtener un precio superior a las harinas consideradas más gruesas. De igual forma, añaden de 10 a 15% de harina de yuca al pan local. Por otro lado, firmaron contrato con una empresa de la ciudad de Les Cayes que produce pastas alimentarias usando harina de yuca. Pero la mayoría de su producción es vendida en la ciudad capital de Puerto Príncipe.

* Miembro del Comité Ejecutivo y el Comité Técnico de CLAYUCA en representación del Ministerio de Agricultura de Haití.

OPMAGAT, de igual manera, usa material relativamente moderno, fabricado en el sur, y que permite extraer harina de calidad regular y de tamaño más fino. Tienen un equipo de compresión pequeño, pero más uniforme que permite extraer el ácido cianhídrico de la yuca amarga de manera eficiente que los productos usados en el norte. Los delegados del norte han expresado interés en los equipos usados por OPMAGAT y, especialmente, en las técnicas de producción de harina de yuca, ya que el producto del norte tiene un color gris y un sabor ácido.

La fabricación de cassaves de tamaño grande, similar a las cassaves norteñas, no fue exitosa. Tales cassaves requieren de un calor uniforme bajo las grandes placas donde se cocinan las cassaves. Los calentadores de kerosén no desarrollan un calor suficiente para calentar las placas de manera uniforme y rápidamente, para permitir la preparación del producto norteño, donde se usa carbón de leña o madera como fuente de energía.

De esta manera, se necesita más trabajo antes de poder hacer la transferencia de la técnica norteña. Una solución sería preparar calentadores especiales para las cassaves de tamaño más grande.

Agronomía

El Proyecto CIAT-HGRP, dirigido por el CIAT, con fondos de la USAID fue una actividad de tiempo limitado para ayudar a los campesinos afectados por el Huracán Georges que afectó al Caribe el mismo año que el Huracán Mitch azotó a América Central. CIAT-HGRP estableció un total de seis parcelas de observación dentro de tres departamentos agrícolas del país, el oeste, el sur y el sureste durante los meses de diciembre de 2000 y enero de 2001 en varios ecosistemas del país.

Cuadro 12.7.1. Lista de las parcelas.

<i>Localidades</i>	<i>Fecha de siembra</i>	<i>Altitud en metros</i>	<i>Desarrollo vegetativo</i>	<i>Problemas observados</i>	<i>Otras observaciones</i>
Peredo	Dic. 00	55	Reducido	Deficiencias nutricionales	Sequía
Duvillon 1	Dic. 00	1300	Débil	Ninguno	Sequía
Duvillon 2	Dic. 00	1350	Débil	Ninguno	Sequía
Petit Goave	Dic .00	60	Excelente	Mosca del cogollo	Riego aplicado
Damien	Abril 01	40	Normal	Daños causados por cerdos	Riego aplicado
Camp Perrin	Enero 01	120	Normal	Mosca del cogollo, Piojos harinosos	Riego aplicado

Las siguientes variedades dominicanas y cubanas fueron probadas en estos diferentes ensayos:

- Negrita de Bani
- Americanita
- Llanera

- Niña
- Barahonera
- Yema de Huevo
- CEMSA 74-725
- CEMSA 74-6329
- Señorita
- INIVIT Y-94-4
- CMC-40

La variedad *yema de huevo* demostró una cierta susceptibilidad frente a los piojos harinosos. Las variedades Barahonera y CMC-40 han sido las más resistentes a plagas, aunque en el norte del país, CMC-40 es considerada susceptible a la *mosca del cogollo*. Finalmente, las variedades Americanita (85%), Señorita (70%), Negrita (25%), la Niña (25%) y Barahonera (15%) han sido las afectadas por los credos. Puede ser que son yucas dulces y precoces.

Capacitación de técnicos

Un ingeniero Agrónomo Haitiano, Jean Raymond Cintus, participó en el curso de producción de yuca organizado en el CIAT en noviembre 2000. También, el proyecto CIAT-HGRP organizó del 18 al 29 de junio 2001 un curso sobre producción de Cultivos Tropicales en Les Cayes, sur de Haití. El 25 y 26 de junio, los especialistas de CIAT y CLAYUCA, Fernando Calle y Luis Fernando Cadavid, hicieron presentaciones sobre tópicos como Relación Sol - Planta en el cultivo de la yuca, manejo de material de siembra, fertilización de la yuca, control integrado de plagas. Participaron 20 técnicos Haitianos en este curso.

Nuevo problema en la yuca

En el mes de septiembre, se observó, por primera vez en el país, daños causados por la planta parasítica *Cassytha filiformis* sobre campos de yuca en el sur de Haití. Se recomendó control manual y limpieza de los campos. El problema todavía parece localizado pero requiere vigilancia para evitar que se generalice en el sur del país.

12.7.2. Representación de Haití ante CLAYUCA

La representación de Haití ante CLAYUCA está a cargo del Ministerio de Agricultura de los Recursos Naturales y el Desarrollo Rural.

12.8. Perú

12.8. Primer Taller Internacional de Conservación, Evaluación y Uso de los Recursos Genéticos de Yuca

*Estación Experimental DONOSO, Huaral
11-13 de septiembre del 2002*

Resumen

El objetivo del “I Taller Internacional de Conservación, Evaluación y Uso de los Recursos Genéticos de Yuca” fue promover la conservación y la utilización integral del cultivo de yuca en el Perú, considerándose la participación de profesionales y agroindustriales involucrados en conservación y utilización. Se determinó la estrategia de conservación y se definió el establecimiento del Banco Nacional de Yuca en la Estación Experimental Donoso-Huaral, así como los Bancos regionales integrados por las instituciones involucradas en conservación de yuca. Se estandarizaron los descriptores de caracterización, de tal manera que todos los investigadores tengan el mismo criterio de evaluación.

Se decidió continuar con las acciones de conservación *ex situ*, *in situ* y colectas e identificación de especies silvestres para ser estudiadas. Se acordó solicitar la información del material genético peruano que se encuentra en el Banco del CIAT, así como material genético se elige para ser evaluado en el Perú. Se inició la coordinación con las empresas privadas para la utilización del material genético, de esta manera se acordó una próxima reunión para realizar proyectos conjuntos.

Introducción

Entre las actividades del Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología (PRONIRGEB) del INIA está la conservación y el uso sostenible de la yuca. En cumplimiento de estas acciones se realizaron diferentes actividades, entre ellas el Taller sobre Estrategias de Conservación de Germoplasma de Yuca, realizado en diciembre del año 2000. Este primer Taller fue de gran ayuda para establecer contactos a nivel nacional, realizar un diagnóstico de las actividades de conservación, así como incentivar a los profesionales y a los agricultores a seguir trabajando con el germoplasma de yuca.

En este Taller no se pudo concretar una estrategia de conservación, por lo que sólo se desarrolló un plan de trabajo que incluía, entre otras actividades, el establecimiento del Banco Nacional en la E. E. Donoso-Huaral así como los Bancos regionales, conservación *in vitro* de la colección Nacional, completar la caracterización morfológica e iniciar la caracterización molecular, unificar los descriptores, implementar la base de datos de pasaporte en PC-Grin, determinar la diversidad genética y capacitar al personal. Para complementar estos acuerdos se realizó el “I Taller Internacional de Conservación, Evaluación y Uso de los Recursos Genéticos de Yuca” a fin de promover la conservación y la utilización integral del cultivo de yuca en el Perú, considerándose la participación de profesionales y agroindustriales involucrados en conservación y utilización de este cultivo. Como logro principal de este Taller, se establece la vinculación con la agroindustria a fin de

promover su uso como insumo dentro de la industria., habiéndose determinado una fecha próxima para la realización de proyectos de investigación donde se llegará a evaluar el potencial de este cultivo.

Objetivo general

Promover la conservación y la utilización integral del cultivo de yuca en el Perú.

Objetivos específicos

- ✓ Definir la estrategia de conservación del germoplasma de yuca en el Perú.
- ✓ Armonizar la información de caracterización morfológica y agronómica del germoplasma de yuca.
- ✓ Plantear estrategias de coordinación entre las áreas de conservación, mejoramiento, comercialización e identificación de caracteres utilitarios.
- ✓ Desarrollar una metodología para el seguimiento del uso del material conservado en el banco de germoplasma de yuca

Actividades desarrolladas

Conservación del germoplasma de yuca

El tema determinado, Conservación del Germoplasma de yuca, se dividió en dos partes, teniendo en cuenta la metodología de conservación (*Conservación in situ* y *ex situ*). El objetivo fue tener una idea clara sobre la estrategia de conservación de yuca para el Perú.

Priorización de actividades:

- Es necesario obtener el inventario nacional del germoplasma de yuca (como parte de la estrategia nacional), para esto se requiere presentar proyectos a fin de complementar los datos existentes.
- Todas las instituciones que mantienen germoplasma de yuca se comprometieron a la presentación de un catálogo en el plazo de 1 año para las instituciones que tienen avances en sus evaluaciones. Los catálogos deberán contar con datos completos de pasaporte, especificación de los usos de cada accesión y su importancia en la industria (en alimentación animal y/o medicinal, etc.)
- Se consideró de importancia obtener información del material colectado en el país y que se encuentra en el Banco de germoplasma del CIAT.
- Se acordó apoyar y fomentar los sistemas de información, orientados a la conservación a través de alianzas estratégicas como redes de información, para el manejo de los datos. En la actualidad se define el lugar donde estaría el centro de acopio de toda la información y la manera en que se haría llegar los datos a dicho centro.
- Por otro lado se consideró importante complementar las colecciones en las diferentes regiones del país.

Mejoramiento genético y caracterización del germoplasma de yuca

Con relación al mejoramiento genético, en el CIAT se investiga sobre este cultivo, los trabajos que se están realizando están relacionados con el mejoramiento para clones *industriales* en cada ecoregión, donde se considera de importancia determinar accesiones con alto rendimiento de materia seca, almidón, alto rendimiento y calidad culinaria. Se están desarrollando investigaciones básicas en deterioro fisiológico, manejo integrado de plagas, enfermedades y biotecnología; de esta manera, se detecta la necesidad de realizar colectas de yuca silvestre debido a que serían empleados para determinar genes involucrados en tolerancia a diferentes tipos de estrés bióticos y abióticos.

Usos del germoplasma de yuca en la industria

En este aspecto es necesario tener una idea clara sobre los usos potenciales del cultivo y su proyección al futuro en la industria, así como las actuales investigaciones biotecnológicas en yuca.

Actualmente, la yuca se emplea en diferentes procesos industriales, tales como harina de raíz y del follaje para la producción de alimentos balanceados para animales y peces, en la industria de gomas y adhesivos, así como la comercialización de alimentos precocidos para consumo humano, la preparación de chips de yuca.

Los estudios biotecnológicos en yuca han desarrollado notablemente y su implementación será de gran apoyo para la industrialización y cultivo en gran escala, así como en el proceso de mejoramiento genético en la búsqueda de mejores características de rendimiento, calidad culinaria y adaptación a diferentes ambientes.

Conclusiones

- Se cuenta con una estrategia de conservación, y la definición del establecimiento del Banco Nacional de Yuca en la Estación Experimental Donoso-Huaral, así como los Bancos regionales integrados por las instituciones involucradas en conservación de yuca.
- Se estandarizaron los descriptores de caracterización de tal manera que todos los investigadores tengan el mismo criterio de evaluación.
- Se decidió continuar con las acciones de conservación *ex situ*, *in situ* y colectas e identificación de especies silvestres para ser estudiadas.
- Se acordó solicitar la información del material genético peruano que se encuentra en el Banco del CIAT, así como material genético elige para ser evaluado en el Perú.
- Se inició la coordinación con las empresas privadas para la utilización del material genético, acordándose plantear conjuntos.

Recomendaciones

- Se recomienda que el PRONIRGEB continúe con la coordinación de las diferentes actividades relacionadas con la conservación y la caracterización, así como el monitoreo inter-institucional, y efectuar el seguimiento de la aplicación de los descriptores propuestos.
- Es necesario determinar una identificación única de los clones en las colecciones.
- Se deberá contar con una base de datos completa que nos permita comparar la información con base en caracteres morfológicos. Así mismo, es necesario la utilización de marcadores moleculares para identificar duplicados, evaluar diversidad a corto plazo.
- Con relación a especies de *Manihot* es necesario la identificación y la conservación, porque permitirá contar con material genético disponible para atender la demanda de los mejoradores a fin de obtener variedades con mejores características.
- Se considera de importancia la conservación de semilla botánica de especies silvestres de yuca, determinar condiciones óptimas de su almacenamiento con el objetivo de utilizarlas en los programas de mejoramiento.

12.8.2. Representación del Perú ante CLAYUCA

La representación del Perú ante CLAYUCA está a cargo del Instituto de Investigación Agrícola, INIA.

13. COMITÉ EJECUTIVO Y COMITÉ TÉCNICO DE CLAYUCA

13.1. Comité Ejecutivo

Colombia

Diego Miguel Sierra
Federación Nacional de Avicultores de Colombia – FENAVI
Suplente: Agustín Posada
Agricultor independiente

Venezuela

Canovas Martínez
Ministerio de Ciencia y Tecnología
Suplente: José Edmundo Mantilla
Universidad Central de Venezuela

Ecuador

Esteban Serrano
CLASE ECUADOR

México

Aarón Lanteron Rosman
Consorcio Agroindustrial Guepell, S.A. de C. V.

Cuba

Sergio Rodríguez
Instituto de Investigación en Viandas Tropicales, INIVIT

Perú

Ángel Salazar
Representante del Instituto Nacional de Investigación Agrícola, INIA

Bolivia

Armando Ferrufino,
Proyecto IBTA/Chapare CONCADE

Haití

Emmanuel Prophete
Ministerio de Agricultura

Paraguay

Peter Gibbert
ABC Color

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT

Anthony Bellotti

Entomología de Yuca

Suplente: Elizabeth Álvarez

Patología de Yuca

*Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo,
CIRAD*

Guy Henry

Representante de CIRAD

13.2. Comité Técnico

Colombia

Erwin Silva

Industrias Protón Ltda.

Julián Botero

Agricultor independiente

Jesús Parada Jaimes

Secretaría del Norte de Santander

Suplentes:

Carlos Restrepo

Industrias del Maíz

Edilberto Cardozo

CONGELAGRO

Venezuela

Tania Ramírez

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Armando Gerstl

Agropecuaria Mandioca S.A.

Bernardo Lira

FEPORCINA

Ecuador

Esteban Serrano

CLASE ECUADOR

Flor María Cárdenas

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP

México

Carlos Yong

Consorcio Agroindustrial Guepell, S.A. de C.V.

Cuba

Mariluz Flojeras Montiel

Instituto de Investigación en Viandas Tropicales, INIVIT

Perú

Ángel Salazar

Representante del Instituto Nacional de Investigación Agrícola, INIA

CIRAD

Nadine Sakhia

Representante de CIRAD

CIAT

Hernán Cevallos

Mejoramiento de Yuca

Suplente:

Elizabeth Álvarez

Patología de Yuca

Bolivia

Mateo Vargas

Instituto de Investigaciones Agrícolas "El Vallecito" (Universidad Autónoma Gabriel René Moreno)

Suplente:

Juan Lenis Chumacero

Proyecto IBTA / Chapare

Haití

Emmanuel Prophete

Ministerio de Agricultura

Paraguay

Peter Gibbert

ABC Color

14. FUNCIONARIOS Y COLABORADORES DE CLAYUCA

14.1. CIAT

Mejoramiento de Yuca

Líder: Hernán Ceballos
 Martín Fregene

Técnicos: Fernando Calle
 Gustavo Jaramillo
 Nelson Morante
 Javier López
 Teresa Sánchez
 Juan Carlos Pérez
 Gloria Zapata
 Edgar Barrera
 Ximena Moreno
 Jorge Iván Lenis
 Eusebio Ortega

Secretaria María Cristina Guzmán

Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

Líder: Anthony Bellotti
 IPM Entomología

Asistentes : Bernardo Árias
 Carlos Julio Herrera
 Elsa Liliana Melo

Secretaria: Josefina Martínez

Patología de Yuca

Líder: Elizabeth Álvarez

Asistentes: John Loke
 Germán Llano

Virología

Líder: Lee Calvert

Asistente: Maritza Cuervo

Conservación de los Recursos Fitogenéticos en el Neotrópico

Líder: Daniel Debouck

Técnicos: Graciela Mafla
Norma Flor

Programa: Desarrollo de Agroempresas Rurales

Líder: Rupert Best
Carlos Felipe Ostertag

Técnicos: Carlos Chilito
Jhon Jairo Hurtado

Secretaria: Trinidad Daza

Invernaderos

Líder: Roberto Segovia

Secretaria: Tatiana Ortiz

14.2. CLAYUCA

Director Ejecutivo:	Bernardo Ospina Patiño
Asistente Administrativa:	Amalia Fernanda Jaramillo
Sistemas de Producción de Yuca:	Luis Fernando Cadavid
Sistemas de Manejo Poscosecha:	Lisímaco Alonso
Alimentación Animal:	Jorge Luis Gil
Producción de Dextrinas:	Johanna Aristizábal

Comunicaciones:	Nidia Betancourth
Secretaria:	Andrea Liliana García
Técnicos:	William Triviño Armando Bedoya
Tesistas Ingeniería Agrícola:	Paola Andrea Rengifo Ricardo Florián Sandra Milena Barona Luis Eduardo Isaza
Tesistas de Ingeniería Agronómica:	Diego Rosero Álvaro Andrés Albán Jorge Camilo Narváez
Tesistas Ingeniería Agroindustrial:	Ana Milena Bonilla Andrés Ayerbe
Tesistas de Economía	Zully Escobar Salomón Pérez

ACRÓNIMOS

AGROEXPO	Feria Internacional Agropecuaria y de Industria Afines
AGROFES	Agropecuaria FES
AGROVÉLEZ	Vélez Gómez y hermanos S.A.
ALCA	Área de Libre Comercio de las Américas
ANSA	Asociación Nacional de Supermercados y Afines, Venezuela
BIOTECOL	Biología de Colombia Ltda.
CAVIDEA	Cámara Venezolana de la Industria de Alimentos
CEMILLA	Centro Microempresarial del Llano
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIRAD	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo
CLAYUCA	Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca
CONGELAGRO	Congelados Agrícolas S.A.
CONICIT	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Venezuela
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CREE	Centro de Reproducción de Entomólogos y Entomopatógenos
DGDR	Dirección General de Desarrollo Tecnológico del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural
DIA	Dirección de Investigación Agrícola
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria
FEPORCINA	Federación Venezolana de Porcicultura
FENAVI	Federación Nacional de Avicultores de Colombia
FIAFOR	Fundación para la Investigación Agropecuaria y Forestal de Panamá
FLAR	Fondo Latinoamericano y para Arroz de Riego
FONAIAP	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Venezuela)
FUNDARROZ	Fundación Nacional del Arroz, Venezuela
FUNDAGRO	Fundación para el Desarrollo Agropecuario, Ecuador
FUNVEYUCA	Fundación Venezolana para el Cultivo de la Yuca
IAC	Instituto Agronómico de Campinas
IAPAR	Instituto Agronómico de Paraná
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
IFAD	International Development Research Center (Canadá)
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
IICA	Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
INCA	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador)
INIVIT	Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (Cuba)
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia
MEX Y CIA SCA	Minerales exclusivos y CIA
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Panamá