

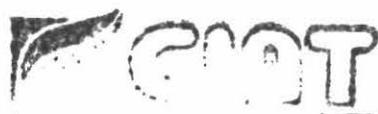
CLAYUCA

*Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo
a la Investigación y Desarrollo de la Yuca*



INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES JUNIO 1999 – JULIO 2000

16 ENE. 2006



UNIDAD DE INFORMACION Y
DOCUMENTACION

222195



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 LA IDEA	2
2.2 LA PROPUESTA	2
3. REUNIÓN DE ESTABLECIMIENTO DEL CONSORCIO	4
3.1 PROGRAMA DE LA REUNIÓN	4
4. PRIMERA REUNIÓN CONJUNTA COMITÉ EJECUTIVO Y COMITÉ TÉCNICO	13
4.1 PARTICIPANTES COMITÉ EJECUTIVO	13
4.1.1 Ausentes	13
4.1.2 Participantes del Comité Técnico	13
4.2 DESARROLLO DE LA AGENDA	14
4.3 LECTURA Y APROBACIÓN DEL ACTA ANTERIOR	14
4.4 INFORME DE ACTIVIDADES DEL DIRECTOR EJECUTIVO	14
4.4.1 Informe técnico	14
4.4.2 Informe financiero	15
4.4.3 Contactos con socios potenciales	15
4.4.3.1 Perú	15
4.4.3.2 Panamá	15
4.4.3.3 Bolivia	15
4.4.3.4 Otros países	16
4.5 DISCUSIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO PARA 1999	16
4.5.1 Actividades en países	16
4.5.1.1 Transferencia de germoplasma con alto potencial de rendimiento	16
4.5.1.2 Actividades de manejo post-cosecha de la yuca	16
4.5.1.3 Actividades de difusión, promoción y asistencia técnica	16
4.5.2 Actividades de investigación y desarrollo	17
4.5.2.1 Mecanización	17
4.5.2.2 Secado de yuca (artificial o mixto)	17
4.5.2.3 Fertilización	17
4.5.2.4 Manejo integrado de plagas y enfermedades	18
4.5.2.5 Modificación genética de la yuca	18
4.5.2.6 Producción y uso de follaje de yuca	18
4.5.3 Otras actividades	18
4.5.4 Discusión y aprobación del presupuesto para 1999	19
4.5.5 Lugar y fecha de próxima reunión	19

5. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAÍSES SOCIOS	20
5.1 COLOMBIA	20
5.1.1 <i>Actividades principales</i>	20
5.1.2 <i>Actividades de capacitación</i>	24
5.1.3 <i>Otras actividades</i>	26
5.2 VENEZUELA	27
5.2.1 <i>Actividades principales</i>	27
5.2.2 <i>Actividades de capacitación</i>	28
5.3 ECUADOR	30
5.3.1 <i>Actividades principales</i>	30
5.3.2 <i>Actividades de capacitación</i>	31
5.3.3 <i>Asesorías</i>	32
5.4 CUBA	32
5.4.1 <i>Actividades principales</i>	35
6. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAÍSES NO SOCIOS	35
6.1 BOLIVIA	35
6.2 BRASIL	37
6.3 PARAGUAY	38
6.4 PANAMÁ	38
6.5 NICARAGUA	39
6.6 MÉXICO	39
6.7 HAITÍ	39
6.8 REPÚBLICA DOMINICANA	39
7. VIAJES DE ESTUDIO	40
7.1 BRASIL	40
7.1.1 <i>Visita de técnicos colombianos a empresas productoras y procesadoras de yuca del sur de Brasil</i>	40
7.1.2 <i>Visita de una delegación de Nigeria a Colombia y Brasil</i>	40
7.1.3 <i>Visita a sistemas de producción, procesamiento y comercialización de yuca en Brasil</i>	41
7.1.4 <i>Visita a CIAT y CLAYUCA de un representante de los fabricantes de almidón de yuca del Brasil</i>	42
7.2 VISITA DE TÉCNICOS COLOMBIANOS Y VENEZOLANOS A TAILANDIA Y VIETNAM	43
7.2.1 <i>Tailandia</i>	43
7.2.2 <i>Vietnam</i>	51
8. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	53
8.1 MANEJO POSCOSECHA DE LA YUCA	53
8.1.1 <i>Tecnología de procesamiento de almidón de yuca</i>	53
8.1.2 <i>Tecnología de procesamiento de harina de yuca para uso en la alimentación animal</i>	53
8.1.2.1 <i>Probar la eficacia de algunos mecanismos con respecto a su capacidad de eliminar CN.</i>	54

8.1.2.2 Probar el procesamiento de raíces frescas de yuca en base a operaciones de rallado y filtroprensado	64
8.2 FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE LA YUCA	97
8.2.1 <i>Fertilización química y orgánica en un suelo de los Llanos Orientales de Colombia</i>	97
8.2.2 <i>Empleo de porquinaza en suelos de Ricaurte, Cundinamarca</i>	100
8.2.3 <i>Efecto de fertilización química, orgánica y micorrizas en Montenegro, Quindío</i>	102
8.2.4 <i>Efecto de micorrizas en la producción de yuca en suelos de Santander de Quilichao, Cauca</i>	105
8.3 MECANIZACIÓN	108
8.3.1 <i>Siembra</i>	108
8.3.2 <i>Cosecha</i>	115
8.4 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	122
8.4.1 <i>Fitopatología</i>	122
8.4.2 <i>Entomología</i>	130
8.5 TRANSGÉNESIS	131
8.6 FOLLAJE DE YUCA	131
8.6.1 <i>Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de sistemas de producción intensiva de yuca forrajera</i>	132
8.6.2 <i>Efecto de la calidad del material de siembra sobre la producción de yuca</i>	134

9. PROYECTOS PRESENTADOS POR CLAYUCA

9.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS

9.1.1 <i>Evaluación técnica y económica de sistemas de producción de aves, cerdos y ganado usando harina de yuca como principal componente energético de la ración</i>	138
9.1.2 <i>Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de producción de yuca basados en la mecanización parcial de siembra y cosecha</i>	139
9.1.3 <i>Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de sistemas de producción intensiva de yuca forrajera</i>	139
9.1.4 <i>Curso Internacional sobre sistemas modernos de producción y procesamiento de yuca</i>	142
9.1.5 <i>Utilización de gallinaza como abono organo-mineral para la producción sostenible de yuca</i>	156
9.1.6 <i>Establecimiento de una planta piloto para la producción de harina de yuca</i>	160

10. TRABAJOS DE TESIS

10.1 ANÁLISIS SECTORIAL Y MICROECONÓMICO DEL IMPACTO DE LA INTRODUCCIÓN DE CAMBIOS TECNOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN Y EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA EN COLOMBIA	165
10.2 ESTUDIO SOBRE LA COMPETITIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE YUCA FRESCA Y SECA EN COLOMBIA	171

11. CONTACTOS CON POSIBLES DONANTES	177
12. COMUNICACIÓN Y MANEJO DE INFORMACIÓN	180
12.1 ESTRATEGIAS DE DIVULGACIÓN DEL TRABAJO EN CLAYUCA	180
12.1.1 <i>Continente yuquero</i>	180
12.1.2 <i>Página web</i>	181
13. INFORME DE FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS DE CLAYUCA	
PERÍODO 1999-2000	184
13.1 ESTADO FINANCIERO JUNIO 22/99- JULIO 31/00	185
13.2 Otros ingresos	186
14. LISTADO DE PAÍSES Y ENTIDADES SOCIAS 1999-2000	187
14.1 COMITÉ EJECUTIVO	188
14.2 COMITÉ TÉCNICO	189
LISTA DE ACRÓNIMOS	
LISTA DE FUNCIONARIOS Y COLABORADORES	

1. INTRODUCCION

El Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca-CLAYUCA fue establecido oficialmente en abril de 1999. Este Consorcio surge de una propuesta que el CIAT le hizo a los países productores, procesadores y consumidores de yuca de la región, para establecer un mecanismo autónomo y autofinanciado, que facilite la integración de esfuerzos entre los sectores público y privado que trabajan con el cultivo de la yuca en cada país, y promueva su activa participación en la formulación e implementación de una agenda de actividades de investigación y desarrollo basada en problemas comunes y prioritarios.

Para desarrollar estas actividades, CLAYUCA trabaja en estrecha colaboración con los proyectos de CIAT: Mejoramiento de Yuca (IP-3), Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (PE-1) y Agroempresas Rurales (SN-1), los cuales constituyen la base tecnológica, científica y metodológica que el Consorcio trata de colocar al servicio de sus países afiliados. El Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo, CIRAD, también participa en el Consorcio.

En el ámbito de cada país, las actividades del Consorcio se realizan por medio de alianzas estratégicas con las diversas entidades y empresas públicas y privadas que se han afiliado. Después de cumplir el primer año de labores se hace necesario un momento de reflexión y evaluación de las actividades realizadas para medir los aciertos, corregir los errores y, cuando fuere necesario, enderezar los rumbos. Este Informe Anual tiene como objetivo recopilar toda la información disponible sobre las actividades que realizó CLAYUCA en el período abril 1999 a julio 2000, y colocarlas a disposición de todas las instituciones, empresas y personas que directa o indirectamente hacen parte del grupo de trabajo de CLAYUCA.

En la elaboración del presente documento han participado todos los miembros del equipo técnico de CLAYUCA a quienes les expresamos nuestros más sinceros agradecimientos. Aprovechamos esta oportunidad para agradecerle a todas las entidades y empresas en Colombia, Ecuador, Venezuela y Cuba por la confianza depositada en el Consorcio y el apoyo recibido para el cumplimiento de nuestras actividades.

Expresamos un agradecimiento especial al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural- MADR de Colombia por el apoyo recibido a través de la financiación de varios proyectos de investigación y desarrollo.

2. ANTECEDENTES

2.1 La Idea

Desde su creación en 1965, el CIAT ha sido responsable de las actividades de investigación sobre el cultivo de la yuca en América Latina y el Caribe, en colaboración con diversas entidades y programas nacionales. La principal fuente de financiación para estas actividades fueron fondos de origen público. Durante las tres primeras décadas se obtuvieron importantes avances en la generación y adaptación de tecnologías mejoradas para la producción, protección fitosanitaria, procesamiento y utilización. Algunos de estos resultados incluyeron: banco de germoplasma con más de 6,500 accesos, tecnologías apropiadas para el manejo integrado del cultivo (plagas, enfermedades, fertilidad del suelo), y tecnologías para el manejo postcosecha.

En la última década, el escenario socioeconómico mundial ha sufrido fuertes mudanzas ocasionando, en la mayoría de los países de la región, cambios en sus políticas económicas, en la estructura organizacional de sus instituciones y en la disponibilidad de fondos públicos para financiar las actividades de investigación y desarrollo agrícola.

CIAT también se vio en la necesidad de realizar cambios en su organización y en la financiación de sus actividades de investigación. Se pasó de programas por cultivos (yuca, arroz, pastos tropicales), a un sistema de proyectos establecidos alrededor de temas específicos, ejecutados dentro de marcos específicos de tiempo y que funcionan como entidades relativamente autónomas. Bajo estas nuevas condiciones las actividades de investigación en yuca se vieron afectadas, realizándose únicamente aquellas para las cuales fue posible encontrar apoyo de un donante. Esta situación afectó también el acceso de los países productores de yuca a las tecnologías disponibles o desarrolladas recientemente por CIAT.

Para ayudar a resolver esta situación, el CIAT propuso a los países en ALC la formación de un Consorcio que apoye y financie las actividades y proyectos de investigación y desarrollo de la yuca, basados en temas estratégicos que son prioritarios al nivel de cada país o región. Esta búsqueda de nuevos modelos para apoyar actividades de investigación y desarrollo ya la había iniciado CIAT cinco años atrás cuando apoyó la formación de un mecanismo similar para arroz irrigado que se denominó Fondo Latinoamericano y del Caribe de Arroz de Riego – FLAR. La importancia de estos modelos es que ayudan a fomentar la colaboración interinstitucional efectiva para resolver problemas comunes y ayudan a regionalizar e internalizar la investigación y el desarrollo de cultivos específicos. Además, se fortalece el control que los países e instituciones tienen sobre las agendas de investigación y sobre los beneficios obtenidos.

2.2 La Propuesta

La propuesta presentada por CIAT para la creación del Consorcio en Yuca se basó en el establecimiento de un mecanismo autónomo y autofinanciado con recursos aportados por cada país, que sólo podrían ser usados para financiar actividades definidas colectivamente por los países y entidades participantes. Las actividades a realizarse deberían tener como objetivo

facilitar el acceso de los países miembros a las tecnologías generadas por CIAT, CIRAD, otros centros internacionales y centros avanzados de investigación que están trabajando con el cultivo de la yuca en ALC, y que tienen ventajas comparativas en áreas como biotecnología, mejoramiento genético, tecnologías postcosecha, desarrollo de productos y mercados, control de plagas y enfermedades, manejo integrado sostenible del cultivo y métodos de investigación participativa para generación y transferencia de tecnología.

En el período comprendido entre noviembre de 1999 y marzo de 2000, CIAT realizó una consulta con 19 países productores de yuca de América Latina y el Caribe, incluyendo los sectores público y privado, universidades, ONGs, organizaciones de productores y miembros de la comunidad de donantes, sobre la viabilidad de crear el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA. El Ing. Bernardo Ospina Patiño fue designado para coordinar esta actividad. Durante este período el Ing. Ospina visitó diversas entidades públicas y privadas en Colombia, Venezuela, Ecuador, Cuba y Bolivia, y estableció contactos telefónicos y electrónicos con los demás países. Basándose en el interés mostrado por algunos países, CIAT tomó la decisión de organizar una reunión para formalizar la creación del Consorcio

3. REUNIÓN DE ESTABLECIMIENTO DEL CONSORCIO

Con la aceptación por parte de entidades públicas y privadas de Colombia, Venezuela, Ecuador y Cuba, a la propuesta de CIAT de establecer el consorcio de yuca, se tomó la decisión de convocar a una reunión en las instalaciones de CIAT, Cali, Colombia, en el período abril 12 y 13 de 1999 (Figuras 3.1 y 3.2). CIAT brindó apoyo logístico y financiero; la reunión contó con la participación de representantes de Colombia, Venezuela, Ecuador y Cuba, y en calidad de observadores, con la asistencia de representantes de Panamá, Perú, Brasil y Nicaragua. La reunión tuvo los siguientes objetivos:

Firma del Acta de Participación como socio del Consorcio por parte de una institución representante de cada país (Colombia, Ecuador, Cuba, Venezuela), un representante de CIAT y un representante de CIRAD.

Elegir los miembros del Comité Ejecutivo y el Comité Técnico.

Formular un plan de trabajo para las actividades del Consorcio durante 1999.

3.1 Programa de la Reunión

La reunión tuvo una duración de dos días y estuvo dividida en cinco sesiones. Durante el primer día (abril 12/99) se realizaron las siguientes actividades:

- a) **Sesión inaugural:** moderada por Aart van Schoonhoven, la cual incluyó: palabras de bienvenida del Director General de CIAT (Grant M. Scobie), y presentación del director Ejecutivo de FLAR (Luis Roberto Sanint).
- b) **Sesión de trabajo (I):** que incluyó intervención de representantes de FENAVI (Diego Miguel Sierra/Iván Rodas), intervención del representante de CIRAD (Guy Henry), intervención del Sr. Ministro de Agricultura del Ecuador (Emilio Gallardo González), intervención del Sr. Ministro de Agricultura de Colombia (Carlos Murgas Guerrero).
- c) **Ceremonia de conformación del Consorcio:** que incluyó: lectura del Acta de Participación (Anexo 1) y firma del Acta por parte de los países, instituciones, representantes y centros internacionales (Tabla 3.1)
- d) **Sesión de trabajo (II):** moderada por Luis R. Sanint la cual incluyó:
 1. Presentación de Hernán Ceballos de CIAT “La investigación sobre el cultivo de la yuca en CIAT”.
 2. Nombramiento del Comité Ejecutivo (Tabla 3.2).

3. Nombramiento del Director Ejecutivo. Se nombró por unanimidad al Ing. Bernardo Ospina Patiño quien ha estado coordinando el proceso de consulta con los países para la formación de CLAYUCA. La posición del Ing. Ospina como Director Ejecutivo del Consorcio será financiada por CIAT y representara el aporte de CIAT a CLAYUCA.
4. Análisis de las prioridades de investigación y desarrollo por parte de los países socios de CLAYUCA basándose en las prioridades mencionadas por cada país (Tabla 3.4). Esta agenda de actividades deberá ser discutida y consolidada al nivel de cada país para ser sometida a consideración y aprobación por parte del Comité Técnico y Comité Ejecutivo durante su primera reunión de trabajo.
5. Lectura del Reglamento de CLAYUCA. Todos los participantes recibieron un documento preliminar para discusión. El moderador (Luis Sanint) propuso iniciar una lectura selectiva de algunos puntos en los cuales, basado en su experiencia como Director Ejecutivo de FLAR, podrían ocurrir las principales dudas y divergencias. Se acordó que cada participante hará una lectura cuidadosa del reglamento y encaminará al Director Ejecutivo los comentarios y sugerencias para que sean discutidos en la próxima oportunidad.
6. Con relación a “condiciones de participación y representación”, debe quedar muy clara la forma en que se selecciona el representante de cada país en el Comité Ejecutivo de CLAYUCA. CIAT no debe intervenir en la relación entre los socios del Consorcio en cada país. Todos los asuntos deben manejarse a nivel del representante que los socios han elegido autónomamente.
7. Se discutió la necesidad de eliminar la “línea gris” entre CIAT y CLAYUCA, es decir que las entidades socias de CLAYUCA en cada país, para acceder a la información y tecnología desarrollada por CLAYUCA, deben procurar hacerlo siempre a través de CLAYUCA y no establecer canales diferentes de comunicación con CIAT. Las entidades no socias pueden también apoyarse en CLAYUCA para reforzar sus vínculos con CIAT.
8. Se discutió la cuota propuesta para cada país como aporte al Consorcio. Se propuso analizar la posibilidad de establecer un sistema más gradual en relación con los posibles aumentos de producción de yuca en cada país. La Asamblea decidió que era mejor dejar el sistema de cuotas como estaba por lo menos durante el primer año y analizar su funcionamiento y viabilidad al final de este período.
9. En relación con el período en el cual cada país deberá hacer los aportes al Consorcio se aprobó por unanimidad que la forma de pago deberá ser 50% hasta el 21 de mayo y el 50% restante hasta el 31 de agosto. Se facultó al Director Ejecutivo para que en casos especiales negocie la forma de pago.
10. Se discutió la vigencia de la carta de Aceptación firmada por los socios. La Asamblea recomendó que sea por un período inicial de tres años y que esta cláusula debe ser incluida en la Carta de aceptación y en los reglamentos.

11. Guy Henry (CIRAD) preguntó si CLAYUCA ha pensado en dividir los participantes de acuerdo a su posición geográfica (trópico - templado). La Asamblea consideró que por el momento no se harán divisiones en los participantes de CLAYUCA.

12. Juan Jaramillo (CORPOICA) intervino para alertar a los participantes sobre las posibilidades de los socios de CLAYUCA de buscar recursos adicionales por parte de los llamados Fondos Parafiscales. En Colombia, por ejemplo, existen en la actualidad 12 asociaciones que tienen acceso a fondos parafiscales, incluyendo los gremios de ganaderos y fruticultores, principalmente.

e) Sesión de trabajo (III): moderada por Rubén Vargas (Venezuela) la cual incluyó:

1. Se nombraron Presidente y Vicepresidente del Comité Ejecutivo de CLAYUCA para el primer año de actividades. Como Presidente fue nombrado Diego Miguel Sierra (FENAVI - Colombia) y como Vicepresidente Rubén Vargas (Ministerio de Agricultura y Ganadería - Venezuela). La Secretaría Técnica del Consorcio, de acuerdo a lo estipulado en el reglamento, será ejercida por CIAT.

2. Se retomó la discusión sobre el nombre del Consorcio. Se propusieron varios nombres y ante la falta de un consenso se decidió hacer una votación. El nombre CLAYUCA fue aprobado por mayoría.

3. Se procedió a nombrar los integrantes del Comité Técnico (Tabla 3.3).

4. Se discutió la fecha tentativa para la primera reunión del Comité Ejecutivo y el Comité Técnico. Se acordó que esta reunión se realizará en CIAT en el período 20 y 21 de mayo de 1999. Se acordó convidar a Luis Sanint para participar en esta reunión. Bernardo Ospina mencionó que trataría de participar en alguna de las futuras reuniones de trabajo FLAR para observar el mecanismo de funcionamiento de estas reuniones.

5. Se pidió a Bernardo Ospina preparar un borrador de reglamento para el funcionamiento del Comité Técnico el cual deberá ser discutido y aprobado en la reunión prevista para el mes de mayo.

6. Se retomó la discusión sobre la agenda de trabajo. Guy Henry sugirió hacer un inventario de oferta y demanda de servicios para cada país socio de CLAYUCA y organizar una página Web para ayudar a promocionar y difundir el Consorcio en el ámbito internacional.

7. Bernardo Ospina menciona que tratará de que CLAYUCA realice por lo menos dos eventos de capacitación en este año para comenzar a ganar espacio y credibilidad entre el sector yuquero de cada país socio. Estos eventos también pueden servir para atraer el interés de otros países de afiliarse al Consorcio. Control biológico de plagas y enfermedades de la yuca,

uso de la yuca en la alimentación animal y métodos para manejo de germoplasma aparecen como temas de interés para la mayoría de los países.

8. Con respecto al crecimiento del número de países socios Hernán Ceballos menciona que en el próximo viaje suyo a Brasil en compañía de Anthony Bellotti harán promoción de CLAYUCA aprovechando los contactos que CIAT tiene en la región.
9. Vínculos con otras fuentes de financiación. En este punto Guy Henry opinó que CLAYUCA debe concentrar sus esfuerzos iniciales en garantizar el apoyo financiero de sus países socios. Posteriormente se pueden elaborar proyectos para presentar a otras entidades. Mencionó la Estrategia Global para el Desarrollo de la Yuca que está siendo impulsada por IFAD - Roma, como una actividad en la cual CLAYUCA tiene mucho potencial para vincularse como participante activo. En junio/99 habrá una reunión de trabajo sobre esta estrategia en Roma y se ofreció a llevar la vocería del Consorcio. Adicionalmente, Guy Henry manifestó que la participación de CIRAD en CLAYUCA enfatizará la promoción del Consorcio en el área del Cono Sur (Argentina, Brasil y Paraguay).
10. En relación con presentar proyectos a FONTAGRO, otro mecanismo regional de financiación, se hicieron comentarios acerca de los problemas operativos que ha tendido este Fondo.

f) Sesión final: Al final de la reunión se pidió a los representantes de los países invitados como observadores que expresaran sus impresiones:

Perú (Juan Peralta): expresó su satisfacción con el desarrollo de la reunión y manifestó su interés de trabajar para que su país se vuelva un socio de CLAYUCA. Se comprometió a presentarle un informe detallado al Ministro de Agricultura y ayudar a programar una visita de un representante de CLAYUCA al Perú.

Panamá (3 representantes): Se mostraron muy impresionados con el desarrollo de la reunión y expresaron que sus principales problemas son: cuero de sapo, chinche de la viruela, manejo de semilla e introducción de semillas mejoradas. Expresaron su interés de promover el ingreso de Panamá al Consorcio.

Brasil (Aristóteles Pires): Mencionó que estableció contactos con varias empresas del sector privado en Brasil antes de asistir a la reunión y se comprometió a hacer un buen informe para promover la adhesión de Brasil al Consorcio. Manifestó que la visita de los Drs. A. Bellotti y H. Ceballos a Brasil será muy importante para ayudar a promocionar el Consorcio.

Nicaragua (2 representantes): No participaron en esta parte de la reunión pero en conversaciones sostenidas con Bernardo Ospina manifestaron que tienen una estrategia elaborada para implementar a su regreso buscando el ingreso formal de Nicaragua al Consorcio. Esta estrategia incluirá una reunión de trabajo con todos los sectores interesados en la cual esperan contar con la participación del Director Ejecutivo de CLAYUCA.

En relación con otras empresas y entidades colombianas presentes en la reunión, se identificaron tres que tienen interés, a corto plazo, de vincularse como socios colombianos de CLAYUCA:

- a) Cooperativa Agroindustrial del Tolima – COOPALTOL.
- b) Federación Nacional de Productores, Procesadores y Comercializadores de Yuca - FEDEYUCA.
- c) Corporación Colombiana de Investigación - CORPOICA.

Tabla 3.1. Países y Entidades Firmantes del Acta de Participación Reunión de Establecimiento del Consorcio (abril 12 – 13 1999).

País	Institución	Representantes
Colombia	Federación Nacional de Avicultores – FENAVI Procesadora Nacional de Aves – PRONACA	Diego Miguel Sierra
Ecuador		Alfredo García Manrique
Cuba	Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales – INIVIT	José Gabino Martínez Castañeda ¹
Venezuela	Ministerio de Agricultura y Ganadería	Rubén Vargas Cedeño
Centros Internacionales		Representantes
Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica Para el Desarrollo. CIRAD-amis, Proyecto ProSPER		Guy Henry
Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT		Grant M. Scobie

Tabla 3.2 Comité Ejecutivo de CLAYUCA Periodo 1999-2000.

País	Institución	Representantes
Colombia	Federación Nacional de Avicultores de Colombia - FENAVI Almidones Nacionales de Colombia	Diego Miguel Sierra (Principal) Carlos Hernando Reyes (Suplente)
Cuba	Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales – INIVIT	Sergio Rodríguez Morales (Principal), José Gavino Martínez C. (Suplente)
Venezuela	Ministerio de Agricultura y Ganadería Procesadora Nacional de Aves – PRONACA	Rubén Vargas (Principal) Alfredo García Manrique (Principal), Vicente Novoa Hermosa (Suplente)
Ecuador	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP	
Centros Internacionales		Representantes
Centro de Cooperación Internacional en investigación Agronómica para el Desarrollo CIRAD		Guy Henry (Principal) Nadine Zakhia (Suplente)
Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT		Anthony Bellotti (Principal) Elizabeth Alvarez (Suplente)

¹ Firmó el Acta en representación de Sergio Rodríguez de INIVIT – Cuba.

Tabla 3.3 Comité Técnico de CLAYUCA – 1999-2000.

País	Institución	Representantes
Colombia	CONGELAGRO Cultivar, S.A. Almidones Nacionales de Colombia	Norela Avila Jairo Rojas Eduardo Díaz
Cuba	Instituto Nacional de Investigaciones Viandas Tropicales – INIVIT	Mariluz Folguera Montiel
Venezuela	FEDEPORCINA Facultad de Agronomía –UCV Agropecuaria Mandioca	Antonio Berardi José Mantilla Rafael Laberry
Ecuador	Procesadora Nacional de Aves - PRONACA INIAP Universidad Técnica de Manabí	Eduardo Magrovejo Marat Rodríguez Hernán Caballero
Centros internacionales		Representantes
Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo - CIRAD		Nadine Zakhia
Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT		Hernán Ceballos

Tabla 3.4 Agenda de trabajo propuesta por los países socios de CLAYUCA Para el período 1999-2000 COLOMBIA (Demandas específicas).

Entidad	Áreas de Investigación					Utilización y Manejo Postcosecha
	Mejoramiento	Manejo de Plagas y Enfermedades	Manejo del Cultivo	Capacitación	Procesamiento	
Cultivar, S.A.	Aumentar rendimientos	Control biológico de C. bergi				Alimentación animal
	Propagación rápida de variedades	Control de Bacteriosis		Interés general	Yuca seca para alimentación animal	Uso de subproductos
Fenavi	Calidad de almidón y nutrientes		Manejo integrado de fertilización	Interés general		Utilización de follaje
Almidones Nacionales de Colombia S.A	Aumentar No. de variedades industriales disponibles para los productores					
	Variedades transgénicas (Resistencia a herbicidas)		Mecanización del cultivo	Interés general		
Coopaltol	Variedades de alto rendimiento	Manejo de Mosca Blanca		Interés general		Desarrollo de mercados
Congelagro	Variedades transgénicas			Interés general	Utilización integral del cultivo	
Acopor	Mejoramiento en general	Manejo integrado sostenible		Interés general		

Tabla 3.4 Continuación VENEZUELA (Demandas específicas).

Entidad	Áreas de Investigación					
	Mejoramiento	Manejo de Plagas y Enfermedades	Manejo del Cultivo	Capacitación	Procesamiento	Economía
	Variedades para consumo fresco resistentes a Bacteriosis, con alto rendimiento y alta materia seca.	Bacteriosis	Fertilidad del Suelo	Sistemas de producción de semilla básica y comercial	Yuca seca para alimentación animal	Evaluación económica de todas las fases del cultivo
	Introducción de variedades para zona llanera.	Pudrición radical Perforador del tallo.	Mecanización de siembra y cosecha	Diagnóstico fitopatológico		

ECUADOR (Demandas específicas)

Entidad	Áreas de Investigación					
	Mejoramiento	Manejo de Plagas y Enfermedades	Manejo del Cultivo	Capacitación	Procesamiento	Economía
	Introducir y evaluar germoplasma mejorado para uso industrial con alto rendimiento y alta materia seca.	Manejo integrado de plagas y enfermedades en general		Interés general	Yuca seca para alimentación animal	
	Introducción de variedades (zona llanera)					

CLAYUCA
 Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo
 a la Investigación y Desarrollo de la Yuca

Socios fundadores
 CUBA
 ECUADOR
 VENEZUELA
 COLOMBIA
 CIRAD
 CIAT

Observadores
 PERU
 BRASIL
 PANAMA
 NICARAGUA

**Reunión de Conformación
 CIAT, Abril 11-13 de 1999**

Figura 3.1. Reunión de Conformación



Figura 3.2. Asistentes a la Reunión de Conformación del Consorcio. Abril 12 y 13 de 1999

4. PRIMERA REUNIÓN CONJUNTA DE COMITÉ EJECUTIVO Y COMITÉ TÉCNICO.

El principal mecanismo de planificación de actividades y aprobación de presupuestos por parte del Consorcio es la reunión anual del Comité Técnico y del Comité Ejecutivo. Para facilitar el proceso se decidió reunir los dos comités conjuntamente. Las reuniones se realizaron en las instalaciones del CIAT, en Cali, Colombia, durante el período mayo 20 y 21 de 1999.

4.1 Participantes Comité Ejecutivo

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

CIAT

Anthony Bellotti

CLAYUCA

Bernardo Ospina

4.1.1 Ausentes:

Ecuador

Alfredo García, PRONACA

CIRAD

Guy Henry, CIRAD-amis, Proyecto PROSPER Cono Sur

4.1.2 Participantes del Comité Técnico:

Colombia

Norela Avila (NA), Congelagro

Eduardo Díaz (ED) , Almidones Nacionales de Colombia

Cuba

Mariluz Folgueras Montiel (MF), INIVIT

Venezuela

José Mantilla (JM), Univ. Central Venezuela.

CIAT

Hernán Ceballos (HC).

CLAYUCA

Bernardo Ospina (BO).

CIRAD

Nadine Zakhia (NZ).

4.2 Desarrollo de la Agenda

La reunión se inició con la presencia de la mayoría de los socios, excepto Ecuador (Alfredo García) y CIRAD (Guy Henry), quienes enviaron comunicaciones justificando su ausencia. Bolivia no ha definido aún sus representantes en los Comités Ejecutivo y Técnico aunque han mantenido contacto permanente, (postal, e-mail) con la Dirección Ejecutiva de CLAYUCA. Siguiendo lo estipulado en el Reglamento de Funcionamiento se designó a DMS, actual Presidente del Comité Ejecutivo, para presidir la reunión.

4.3 Lectura y Aprobación del Acta Anterior

Se dio lectura a la versión corregida del Acta de la Reunión de Conformación de CLAYUCA la cual había sido circulada previamente entre los socios de cada país. Algunos comentarios recibidos fueron incorporados en la versión final. Se procedió a aprobar el Acta.

4.4 Informe de Actividades del Director Ejecutivo

4.4.1 Informe técnico

Se reportó sobre el primer trabajo técnico implementado para atender una demanda específica de un socio colombiano de CLAYUCA, la empresa Arango Cano & Cía, de Armenia. Este trabajo consiste en la instalación de experimentos por parte del Proyecto de Fitopatología de Yuca del CIAT para observar el efecto de estrategias integradas (genética, biológica, y cultural), sobre el control de las pudriciones radicales de la yuca. Adicionalmente se envió a esta firma una máquina trozadora de yuca en calidad de préstamo por un período de un mes. En las próximas semanas se estará instalando el segundo trabajo experimental en esta empresa relacionado con la evaluación de métodos de control del Chinche de la Viruela.

El Director Ejecutivo informó sobre viaje reciente a Costa Norte (Colombia), Venezuela, Cuba y Panamá, en gestiones relacionadas con la definición de agendas de trabajo para 1999 (Cuba, Venezuela), vinculación de nuevos socios colombianos (FEDEYUCA y CORPOICA), y vinculación de nuevos países (Panamá).

Hernán Ceballos, representante de CIAT en el Comité Técnico, intervino para explicar los trabajos de cruzamiento que se van a realizar en CIAT con el fin de atender las demandas de los países por variedades de alto potencial de rendimiento y buena adaptación a los respectivos ecosistemas.

4.4.2 Informe financiero

Se reportó sobre el estado financiero de CLAYUCA. La situación actual es difícil porque los recursos aportados por CIAT para la fase de formación del Consorcio están prácticamente terminados lo que deja a la Dirección Ejecutiva con muy poca capacidad de operación en cuanto a instalación de oficina, compra de equipos, contratación de personal, etc. Hasta ahora, el único país que hizo un aporte parcial de la cuota fue Venezuela (US\$ 4,500). Se pidió a los representantes de los países agilizar con las empresas y entidades afiliadas el pago de la cuota correspondiente.

4.4.3 Contactos con socios potenciales

4.4.3.1 Perú

El representante de Perú en la Reunión de Conformación de CLAYUCA, Ing. Juan Peralta Ginocchio ha realizado gestiones en su país tendientes a identificar empresas y entidades interesadas en vincularse al Consorcio. Se ha recibido correspondencia enviada por el Jefe del Gabinete de Asesores de la Alta Dirección, Ministerio de Agricultura, en la cual manifiestan interés de recibir una visita del Director Ejecutivo para discutir posibles mecanismos y estrategias de afiliación. Se prevé que esta visita se podrá realizar en el período julio-agosto/99.

4.4.3.2 Panamá

Los tres representantes de Perú en la Reunión de Conformación de CLAYUCA, (J.A. Aguilar, Concepción Navarro y Rodolfo Navarro), organizaron una reunión en la ciudad de David, Panamá, con más de 30 participantes de entidades públicas y privadas. BO estuvo presente y se lograron buenos avances en el proceso de definir la vinculación de Panamá. Se nombró una comisión que estará encargada de identificar las empresas que asumirían la cuota panameña. Se espera que en los próximos dos meses, la vinculación panameña se torne una realidad. Es importante destacar el hecho de que el representante de Panamá en FLAR, participó activamente en la reunión y fue un factor de motivación para los yuqueros panameños, expresando la satisfacción que los arroceros de este país tienen con los resultados y avances logrados a través de FLAR.

4.4.3.3 Bolivia

Aunque existe una correspondencia oficial de una entidad boliviana (Ministerio de Agricultura), manifestando la decisión de vincularse a CLAYUCA, las comunicaciones posteriores con este país han sido difíciles. La falta de representantes bolivianos en las dos reuniones hasta ahora ha dificultado aun más la definición sobre la participación real de Bolivia en el Consorcio. BO está tratando de concretar una visita a este país para definir esta situación.

4.4.3.4 Otros países

Se han recibido respuestas favorables de Costa Rica y Nicaragua en relación con la invitación a afiliarse a CLAYUCA. En los próximos meses se tratará de concretar estos contactos.

4.5 Discusión y Aprobación del Plan de Trabajo para 1999

El plan de trabajo discutido por el Comité Ejecutivo se basó en la propuesta elaborada durante la reunión del Comité Técnico que contó con representantes de Colombia, Venezuela y Cuba. Las demandas de Ecuador y Bolivia fueron enviadas por correo y se incluyeron en la propuesta.

El plan de trabajo aprobado por el Comité Ejecutivo para las actividades de CLAYUCA en el período 1999-2000 incluye actividades en las siguientes áreas:

4.5.1 Actividades en países

4.5.1.1 Transferencia de germoplasma con alto potencial de rendimiento

Esta actividad se realizará con los cinco países. Los envíos de germoplasma incluirán diferentes modalidades: material vegetativo (Colombia), material in - vitro y semilla sexual policruzada.

4.5.1.2 Actividades de manejo Postcosecha de la yuca

Existen demandas sobre tecnología de producción de yuca seca para alimentación animal por parte de los 5 países. En el caso de Colombia, las actividades enfatizarán el tema de secado artificial y secado mixto (natural + artificial). Existe una necesidad inmediata de generar información técnico - científica en este tema, que sea confiable y pueda servir de punto de apoyo en los desarrollos agroindustriales que se están gestando en varias regiones de Colombia (Ingenios yuqueros). En los otros cuatro países, las actividades enfatizarán la tecnología de secado natural de yuca como un paso previo a la introducción y validación de métodos más sofisticados (secado artificial).

Atendiendo a solicitudes hechas por Venezuela y Cuba, se implementarán actividades de transferencia y adaptación de tecnología de producción de almidón de yuca. Existe buena experiencia acumulada en este tema en CIRAD y en el proyecto de Agroempresas Rurales de CIAT por lo que se buscará negociar su apoyo y participación para realizar esta actividad.

4.5.1.3 Actividades de difusión, promoción y asistencia técnica

Estas actividades se realizarán en los 5 países y serán fundamentalmente coordinadas por el grupo de socios de CLAYUCA en cada país. BO estará atento a las demandas y necesidades específicas de los países para coordinar y facilitar posibles apoyos puntuales por parte de los investigadores de CIAT, CIRAD, y de las propias entidades afiliadas al Consorcio en cada país.

4.5.2 Actividades de investigación y desarrollo

Fueron definidas seis áreas en las cuales CLAYUCA va a implementar trabajos de investigación y desarrollo con el objetivo de apoyar las entidades socias en cada país que buscan transformar el cultivo de la yuca en una actividad rentable, eficiente y competitiva. Las áreas definidas son (en orden de prioridad):

4.5.2.1 Mecanización

Los costos actuales de producción de yuca se han incrementado, especialmente en función de los costos de mano de obra. En algunas actividades como cosecha se emplean hasta 25 jornales por hectárea lo que representa una carga excesiva para el costo total. Existen disponibles en el mercado en varios países de América Latina, Europa y Asia, algunos modelos de cosechadoras mecánicas de yuca con potencial de reducir significativamente los costos de cosecha. CLAYUCA ha iniciado actividades tendientes a 1) identificar las opciones más viables (económica y técnicamente), 2) adquirir y validar los prototipos y 3) recomendar los más indicados para las condiciones específicas de producción de yuca de cada país socio. Esta área de trabajo también incluirá actividades relacionadas con la siembra y fertilización mecanizada de yuca.

4.5.2.2 Secado de yuca (artificial o mixto)

El potencial de uso de harina de yuca en la alimentación animal ha crecido en América Latina, debido a la dependencia que existe en la mayoría de los países de la región por el uso de cereales importados como componentes principales de los alimentos balanceados. Para poder concretar este potencial, además del requisito fundamental de producir la yuca a costos competitivos (alta productividad, bajos costos), se hace necesario el desarrollo de sistemas de secado (artificial o mixto), que permitan un costo final de la materia prima (harina de yuca), que sea competitivo frente al precio de los cereales importados. Los sistemas disponibles actualmente en los cinco países están basados en su mayoría, en el método de secado natural al sol, utilizando pisos de cemento. Este método, aunque presenta bajos costos de procesamiento, tiene como principales limitaciones su baja capacidad y el hecho de estar limitado su uso a las épocas de verano. Existen también en la región, algunos sistemas de secado artificial los cuales presentan algunos problemas de eficiencia y altos costos. Para consolidar el uso de la harina de yuca como componente en la alimentación animal existe la necesidad de producir grandes volúmenes, de forma continua. Este objetivo se puede lograr desarrollando o adaptando métodos de secado, artificial o mixto, que puedan ser utilizados todo el año, y que presenten costos bajos de procesamiento. CLAYUCA se propone desarrollar actividades para conseguir este objetivo.

4.5.2.3 Fertilización

Estrechamente relacionado con el objetivo general de CLAYUCA de apoyar los países socios en la búsqueda de sistemas de producción y utilización de la yuca rentables, eficientes y competitivos, está el tema de la productividad del cultivo, y más específicamente, de las prácticas de fertilización. Existe buena información técnica disponible en CIAT y en algunas entidades afiliadas a CLAYUCA (INIVIT- Cuba, Almidones Nacionales - Colombia), que serán utilizadas para generar prácticas y recomendaciones basadas en el uso de fertilizantes

convencionales y no convencionales (estiércol bovino y porcino, fosforina, azotobacter, micorrizas).

4.5.2.4 Manejo integrado de plagas y enfermedades

Un análisis de las fortalezas existentes en esta área en CIAT y en algunos de los países socios de CLAYUCA (en Cuba hace cuatro años no se usa ningún defensivo químico en producción de yuca), mostró la importancia de implementar trabajos que permitan validar el uso de algunos biodefensivos que pueden ser importantes para lograr el objetivo doble de bajar los costos de producción y al mismo tiempo disminuir el uso de pesticidas y plaguicidas químicos. Las actividades a realizar en esta área incluirán la validación de algunas opciones como: *Verticillium*, *Metarrizium*, *Bauveria bassiana*, *Bacillium thuringiensis*, *Trichogramma*, *Baculovirus*,

4.5.2.5 Modificación genética de la yuca

Aunque esta actividad no sería directamente realizada por CLAYUCA, se discutió la importancia estratégica de vincular el Consorcio con proyectos de investigación que están en marcha en CIAT, a través de los cuales se pretende desarrollar plantas modificadas de yuca. Se plantea la posibilidad de modificar algunos de los clones élite existentes en CIAT, incorporándoles el gen "round up ready", lo que los tornaría muy apetecidos en los esquemas de grandes plantaciones industriales. También existe la posibilidad de formular un proyecto para trabajar en la modificación de la estructura de los almidones presentes en las raíces de la yuca. CLAYUCA buscará la posibilidad de ayudar en la co-financiación de este tipo de proyectos.

4.5.2.6 Producción y uso de follaje de yuca

Esta actividad está relacionada también con el potencial de uso de la yuca en la alimentación animal. Existe un contenido importante de proteína en la parte aérea de la yuca, el cual, con algunas excepciones, es poco usado en América Latina. CLAYUCA implementará algunas actividades tendientes a validar tecnologías existentes para la producción y procesamiento de follaje de yuca y generar información técnica confiable sobre su valor nutricional y potencial de uso en alimentación animal. También se estudiará la posibilidad de establecer sistemas de producción de follaje de yuca con cosecha mecanizada.

4.5.3 Otras actividades

Otras actividades a ser realizadas por CLAYUCA durante 1999 incluyen las reuniones periódicas de los Comités Técnico y Ejecutivo y la realización de eventos de capacitación sobre temas de importancia para las entidades socias en cada país. Se estudiará la viabilidad de realizar al menos dos eventos de capacitación en este año, relacionados con los temas de: uso de la yuca en la alimentación animal y métodos de control integrado de plagas y enfermedades para la yuca. Considerando que los recursos disponibles en CLAYUCA para este año son limitados, se buscarán alianzas estratégicas con algunas entidades para facilitar la realización de estos eventos.

4.5.4 Discusión y aprobación del presupuesto para 1999

El Comité Ejecutivo discutió y aprobó el presupuesto presentado por el Comité Técnico. El presupuesto aprobado está basado en los ingresos por aportes de los cuatro países que conforman el Consorcio en la actualidad. Los egresos fueron estimados sobre la base de las actividades incluidas en el Plan de Trabajo.

La tabla 4.1 presenta el presupuesto de CLAYUCA para 1999. Se acordó que si se afilian otros países en lo que resta de 1999 se utilizarán estos aportes para aumentar el fondo de reserva para el año 2000.

Tabla 4.1. Presupuesto tentativo para operaciones en el período 1999-2000.

Ingresos	US\$	Egresos	US\$
Aportes		Actividades en países	12,000
Bolivia	25,000	Actividades de Investigación y Desarrollo	40,000
Colombia	32,500	Actividades de Capacitación	8,000
Ecuador		Salarios	20,600
	15,000	Ing. Agrícola	
		Ing. Agrónomo	
		Asistente	
Venezuela	25,000	Viajes	8,500
		Reuniones comités	6,000
Otros ingresos	6,500	Consultorías	2,000
		Equipos de oficina y computación	5,000
Total ingresos	104,000	Total egresos	102,100
BALANCE US\$ 1,900			

4.5.5 Lugar y fecha de próxima reunión

Se propuso realizar la próxima reunión del Comité Ejecutivo en Cuba, en la forma de un viaje de estudio, en fecha a ser definida posteriormente (tentativamente en el período septiembre - octubre, 1999). Se propone la conformación de un grupo de entidades y personas interesadas en cada país, dispuestas a financiar sus costos de transporte y alojamiento. La idea sería emplear un día en la reunión de CLAYUCA y los otros tres o cuatro días se emplearían visitando áreas en las cuales Cuba ha logrado avances y experiencias importantes relacionadas con producción de yuca, uso de biopesticidas y biofertilizantes, estrategias de multiplicación y distribución de semillas, alimentación animal, etc. El representante de Cuba (SR) se comprometió a discutir esta idea con entidades de su país para poder armar un programa concreto de este viaje de estudio.

5. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAÍSES SOCIOS

5.1 Colombia

5.1.1 Actividades principales

- En la Reunión de Conformación, Diego Miguel Sierra (FENAVI) fue electo representante de Colombia y Presidente del Comité Ejecutivo de CLAYUCA.
- También en esta reunión, Norela Ávila (CONGELAGRO), Julián Botero (productor independiente) y Eduardo Díaz (Almidones Nacionales de Colombia) fueron electos como representantes de Colombia en el Comité Técnico de CLAYUCA.
- Un componente principal del trabajo que se realiza actualmente en Colombia con el cultivo de la yuca es el proyecto financiado por el MADR, ejecutado a través de convenio con el IICA y nuestros socios FENAVI y ACOPOR. Durante 1999 se sembraron más de 2.000 hectáreas de yuca con variedades industriales, las cuales serán la base para los planes de expansión del cultivo previstos para los próximos años. Dentro de este convenio, en el período cubierto por este informe (junio 1999 - julio 2000), se asignaron recursos a CLAYUCA por valor de US\$ 91.947 los cuales han permitido financiar las operaciones, incluyendo la importación de maquinaria de siembra y cosecha desde Brasil. Estos equipos llegaron a CIAT en febrero de 2000 y están siendo utilizados por el personal técnico de CIAT y CLAYUCA, en actividades conjuntas con las empresas participantes en el convenio, para evaluar la factibilidad de ser incorporados a los sistemas de producción de yuca que se utilizan en Colombia.
- CLAYUCA colaboró con ACOPOR en la organización del Seminario “Nuevas alternativas para alimentación porcina” el cual contó con la participación del Dr. Pedro Luis Domínguez, investigador del Instituto Cubano de Investigaciones Porcinas. Este seminario se realizó el 22 de junio de 1999 en la sede del CIAT y tuvo la participación de 75 porcicultores del Valle del Cauca.
- Durante el segundo semestre de 1999 se instalaron ensayos de siembra de yuca a escala comercial en tres regiones de Colombia. Estos ensayos son una actividad conjunta de CLAYUCA y el programa de mejoramiento de yuca del CIAT e incluyen el uso de clones industriales élite y prácticas de fertilización utilizando estiércol de gallina y de cerdos.
- CLAYUCA participó en la XIII versión de la Feria Internacional Agropecuaria y de Industrias Afines, AGROEXPO, realizada en Bogotá durante el período julio 23 a agosto 3. Con apoyo de FENAVI, la Cámara de Comercio de Cali, el IICA y el MADR, se organizó un *stand* de 27 m² con material divulgativo sobre el Consorcio y el cultivo de la yuca. Algunas de las empresas que se han afiliado recientemente a CLAYUCA tuvieron su primer contacto con el Consorcio durante este evento lo que justifica plenamente la importancia de participar en este tipo de foros. (Ver Fig.5.1 y 5.2).



Figura 5.1 Participación de CLAYUCA en Agroexpo 1999.

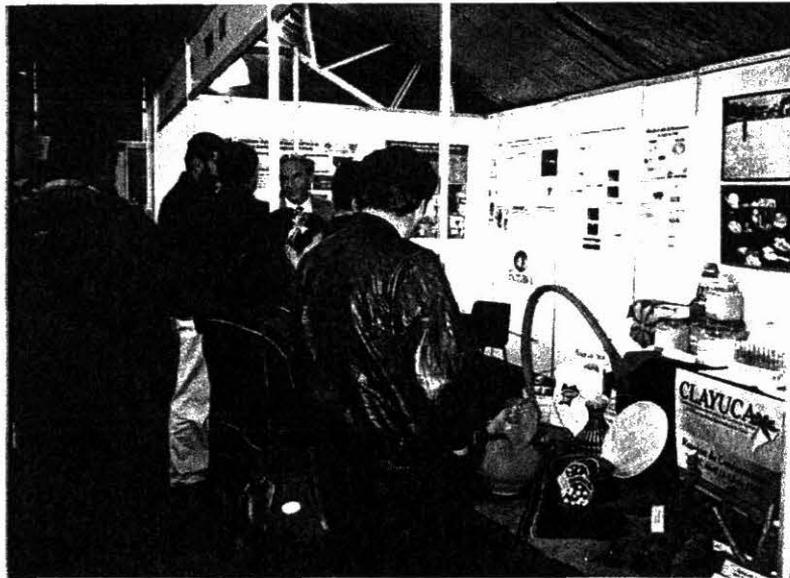


Figura 5.2 Participación de CLAYUCA en Agroexpo 1999.

- Otra actividad importante realizada por CLAYUCA está relacionada con el proyecto denominado Ingenio Yuquero, con el cual se pretende sustituir en Colombia una parte de las importaciones de maíz para uso en la alimentación animal, ya que estas en 1999 alcanzaron una cifra superior a los 2 millones de toneladas. La viabilidad de este proyecto está basada en sistemas competitivos de producción (para los cuales la mecanización de siembra y cosecha será indispensable) y sistemas eficientes y competitivos de secado de harina de yuca. CLAYUCA está coordinando la realización de ensayos en escala piloto con una tecnología de secado basada en el prensado de masa rallada de yuca y posterior secado en secador tipo *flash*. Aunque los resultados técnicos son excelentes, el sistema no

presenta viabilidad económica debido al alto costo de manejar el efluente que se genera en el prensado. Posteriormente, en el período enero/febrero del 2000, CLAYUCA realizó ensayos con sistemas alternativos de secado con el objetivo de identificar un proceso que se ajuste a los requerimientos técnicos y económicos determinados para el Ingenio Yuquero. Este proceso continuará con la instalación de una planta piloto en las instalaciones del CIAT, con dineros aportados por el MADR.

- El 12 de mayo del 2000 se llevó a cabo, en las instalaciones del CIAT, la Primera Reunión Anual de Socios colombianos de CLAYUCA a la que asistieron 44 personas del sector yuquero del país. Durante la reunión se presentó un informe general de lo desarrollado por el equipo técnico en el primer año de actividades, donde lo que más atrajo la atención de los socios, nuevos socios y socios potenciales del Consorcio fue la demostración de la siembra y la cosecha mecanizada de yuca. En el transcurso de la reunión se dio espacio a la discusión de temáticas prioritarias para CLAYUCA. La investigación, el desarrollo tecnológico y la competitividad de la yuca en el mercado nacional e internacional, son algunos de los compromisos que hacen parte de la agenda creciente del Consorcio. De otra parte se aprobó una propuesta para la estructura y el funcionamiento del Comité Técnico; según esta se nombraron tres representantes principales y tres suplentes que se reunirán, por lo menos, dos veces al año. (Ver Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Comité Técnico – Colombia.

Principales		Suplentes	
Representante	Empresa	Representante	Empresa
Erwin Silva	Industrias Protón Ltda.	Jesús Parada	Secretaría de Agricultura Norte de Santander
Julián Botero	Julián Botero	José Alfredo Hernández	CONGELAGRO
Lenar Lozano	Coopaltol	Antonio López	Acopor

Una delegación de técnicos Nigerianos, incluido el Viceministro de Agricultura, Obris Agbopu y dos científicos del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IIAT), con sede en Nigeria, participó en las discusiones y dio a conocer el estado actual de la industria de la yuca en ese país, que hoy ocupa el primer lugar en la producción de este alimento y materia prima.

El grupo e técnicos plantea contar en el futuro con un consorcio que, como CLAYUCA, se ocupe de el cultivo de este tubérculo en Nigeria. Algunas inquietudes que compartieron con nosotros fueron:

- a) La importancia de tener un mecanismo tipo CLAYUCA en Africa que ayude a formar y a fortalecer vínculos entre el sector público y privado.
- b) La necesidad de propiciar más intercambios técnicos y científicos entre el sector yuquero de América Latina y el de Africa.

Los principales puntos discutidos en esta reunión de CLAYUCA – Colombia fueron:

- La importancia de que mecanismos como este sigan contribuyendo al dinamismo de un cultivo alternativo.
- Lograr competitividad de la yuca, para llegar a nuevos mercados externos y sustituir las importaciones de maíz.

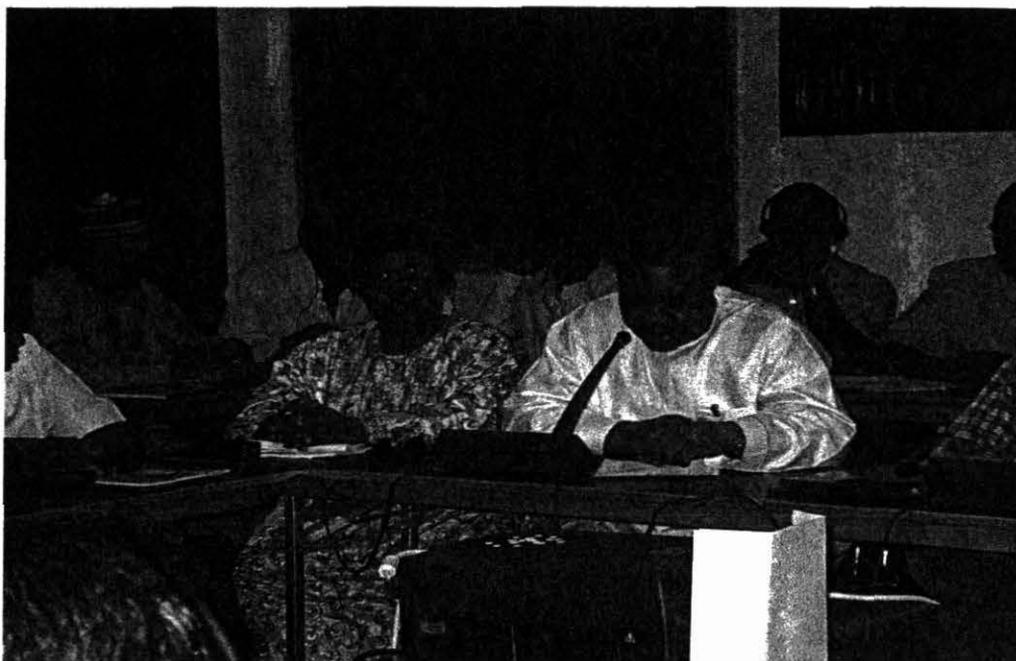


Figura 5.3 Participación de la delegación de Nigeria en la Reunión Anual de CLAYUCA-Colombia.



Figura 5.4 Asistentes a la reunión de socios CLAYUCA Colombia.

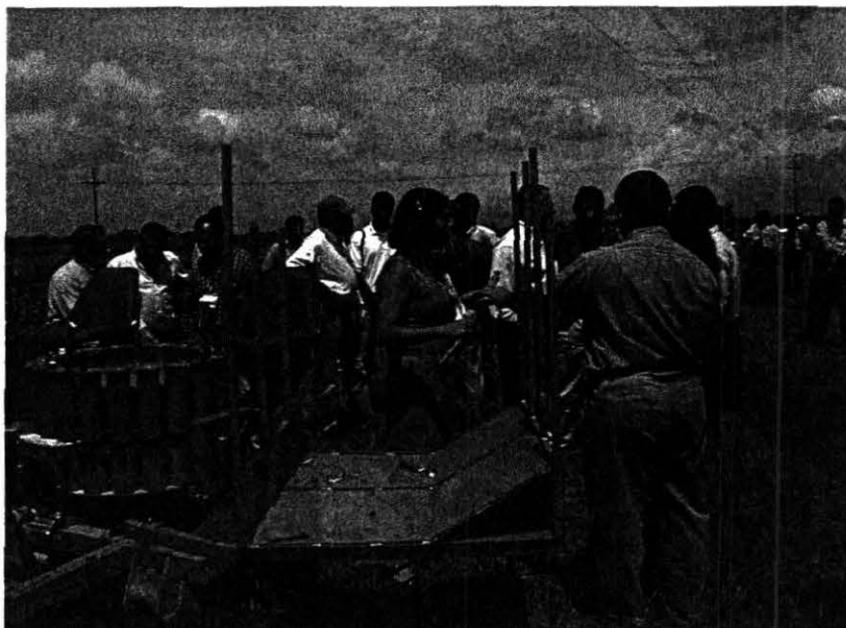


Figura 5.5 Demostración de campo de las maquinas sembradora y cosechadora.

- En el primer semestre del 2000 el número de empresas afiliadas a CLAYUCA en Colombia aumentó a doce. La relación de colaboradores colombianos es la siguiente:
 1. Federación Colombiana de Avicultores – FENAVI.
 2. Federación Colombiana de Porcicultores – ACOPOR.
 3. Congelados Agrícolas S.A. – CONGELAGRO S.A.
 4. Cooperativa de Algodoneros del Tolima – COOPALTOL.
 5. Almidones Nacionales de Colombia, S.A.
 6. Julián Botero.
 7. Minerales Exclusivos y Cía. (MEX y CIA. SCA).
 8. Industrias Protón Ltda.
 9. Hacienda San José S.A.
 10. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Norte de Santander.
 11. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR.
 12. Agustín Posada.

- Para todos los efectos, en el tiempo que llevamos operando, el principal socio nuestro en Colombia es el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, que ha permitido al Consorcio tener acceso a fondos para apoyar las actividades incluidas en nuestra agenda.

5.1.2 Actividades de capacitación

El consorcio ha estado muy activo atendiendo solicitudes de capacitación de diversas entidades públicas y privadas. Estas actividades incluyen eventos realizados en las regiones; y capacitaciones que se realizan en las instalaciones del CIAT (Ver Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Actividades de capacitación.

Lugar y Fecha	Organizador	Audiencia	Título del Evento
Espinal, Tolima Septiembre 9-11 de 1999	COOPALTOL Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Tolima	Profesionales Técnicos Agricultores	Capacitación técnica en agronomía del cultivo de la yuca con énfasis en la industrialización y mejoramiento con nuevas variedades
Palmira, Valle Febrero 17 del 2000	CLAYUCA	Agricultores y funcionarios IDEAR y CORPES Orinoquía	Proyecto yuca Tame – Arauca. Capacitación en secado natural de yuca y fertilización.
Pereira, Risaralda Abril 3–6 del 2000	SENA Armenia Comité de cafeteros de Risaralda. Secretaría de Agricultura de Risaralda, UMATAs (Risaralda, Quindío y Norte del Valle)	Profesionales Técnicos Agricultores	Capacitación a multiplicadores en el proyecto transferencia de tecnología en yuca
Cúcuta, Norte de Santander Abril 10-14 del 2000	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Dirección de proyectos	Profesionales, técnicos y agricultores de la Secretaría, UMATAS, PRISA Siglo XXI y CORPOICA.	Capacitación técnica en el manejo agronómico y postcosecha del cultivo de la yuca. (Fig. 5.6)
Agua Azul, Casanare Mayo 30 a junio 2 del 2000	CEMILLA Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Agua Azul		Capacitación técnica en el manejo agronómico y postcosecha del cultivo de la yuca. (Fig. .5.7)

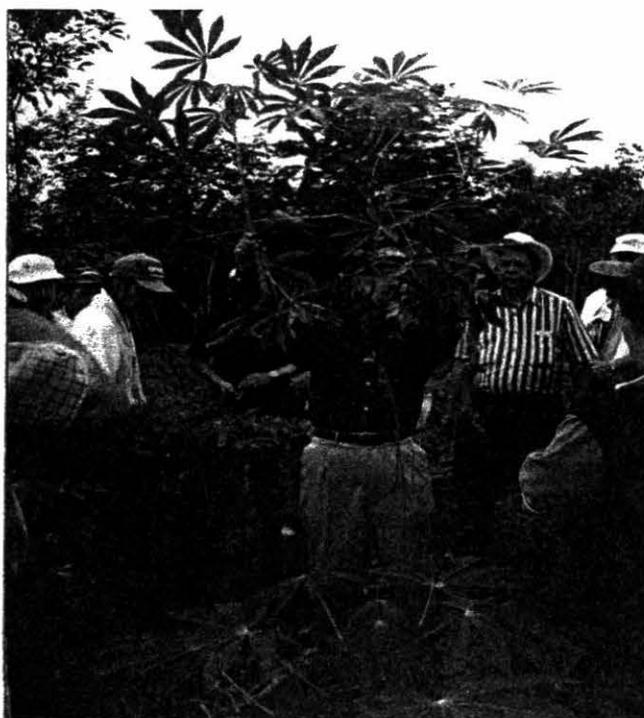


Figura 5.6 Capacitación realizada por CLAYUCA para la Secretaría de Agricultura del Norte de Santander, Cúcuta, abril 10-14 del 2000.



Figura 5.7 Curso en Agua Azul, Casanare, mayo 30 a junio 2 del 2000.

5.1.3 Otras actividades

El equipo de CLAYUCA, además de dictar jornadas de capacitación se encuentra constantemente brindando asesorías técnicas en el manejo del cultivo, haciendo evaluaciones en campo de los equipos y constantes visitas a empresas socias que así lo soliciten (Ver Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Asesorías, visitas y evaluaciones.

Lugar	Usuario	Fecha	Observaciones
Padilla, Caloto y Palmira, Valle del Cauca	Ingenio Yuquero del Cauca	Julio 1999	Reuniones periódicas con el Dr. Rodas (Grupo técnico) para dar recomendaciones sobre suelos y fertilización. Visita a posibles lotes donde quedará situado el ingenio. Recomendación tentativa (según análisis de suelos suministrados por el Dr. Rodas) de una fórmula de fertilización para los lotes del ingenio yuquero.
Montenegro, Quindío	Julián Botero	Septiembre 1999 Diciembre 2000	Consulta sobre fertilización, manejo agronómico del cultivo y trozado de yuca.
Jamundí, Valle del Cauca	AGROVÉLEZ	Octubre 1999- Febrero 2000	Secamiento de variedades cosechadas en el ensayo regional.
Santander de Quilichao, Cauca	AGROFES	Octubre 1999- Octubre 2000	Visitas periódicas: Recomendación: preparación, siembras, herbicidas, fertilización, plagas y enfermedades, cosecha.
Ibagué, Tolima	Secretaría de Agricultura del Tolima	Noviembre 30- Diciembre 1/1999	Apoyo a propuesta sobre secado presentada al Ministerio de Agricultura.

Cúcuta, Norte de Santander Tame, Arauca	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural IDEAR	Abril – Diciembre 2000	Asesoría y recomendación en fertilización.
Medellín, Antioquia Montenegro, Quindío Jamundí, Valle del Cauca	Ricardo Muskus KOPLA AGROVELEZ	Abril 11-13/ 2000 Abril 27-29 2000 Mayo 11/2000 Mayo 17/2000	Evaluación de planta procesadora de yuca Visita a planta procesadora de yuca seca Primera evaluación de la máquina cosechadora de yuca Evaluación de máquinas sembradoras de dos y tres líneas
Molineros, Atlántico Espinal, Tolima	INYUCAL INVERANGEL	Mayo 29 – Junio 2/2000 Mayo 31 – Junio 2/2000	Asesoría técnica en el manejo de máquina sembradora de dos líneas. Asesoría y práctica de cosecha

5.2 Venezuela

5.2.1 Actividades principales

- Bernardo Ospina y Hernán Ceballos (CIAT) visitaron Venezuela en el período 21 a 27 de marzo de 1999 para realizar los primeros contactos con entidades venezolanas e informarles de la iniciativa de formar el Consorcio.
- Antonio Berardi (FEPORCINA), Jesús Mejías – Productor independiente y Rubén Vargas en representación del Ministerio de Agricultura, participaron por Venezuela en la Reunión de Conformación de CLAYUCA, realizada en CIAT, Colombia el 12 y 13 de abril de 1999.
- Rubén Vargas (FONAIAP) fue electo como representante de Venezuela en el Comité Ejecutivo de CLAYUCA.
- José Mantilla (Facultad de Agronomía -UCV), Antonio Berardi (Feporcina) y Rafael Laberry (Agropecuaria Mandioca) fueron electos como representantes de Venezuela en el Comité Técnico de CLAYUCA.
- Bernardo Ospina visitó Venezuela en el período 21 a 27 de mayo para realizar la primera reunión de trabajo con las entidades y empresas venezolanas que tomaron la decisión de afiliarse al Consorcio.
- José Mantilla (Facultad de Agronomía -UCV) representó a Venezuela en la primera reunión conjunta de los Comités Técnico y Ejecutivo, realizada en CIAT, Colombia, en el período 20 a 21 de mayo del 1999.
- Bernardo Ospina visitó Venezuela en el período 16 a 18 de junio del 1999 para participar en el Primer Seminario Venezolano sobre Plantas Agámicas Tropicales organizado por el Instituto de Agronomía - Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

- En el comienzo del año 2000 el número de empresas afiliadas a CLAYUCA en Venezuela es de 7. La relación de colaboradores venezolanos es la siguiente:
 1. Federación Nacional de Avicultores de Venezuela – FENAVI.
 2. Federación Venezolana de Porcicultura – ACOPOR.
 3. Universidad Central de Venezuela- Facultad de Agronomía.
 4. Universidad Central de Venezuela- Facultad de Veterinaria.
 5. Agropecuaria Mandioca, S.A.
 6. Gobernación del Estado de Cojedes.
 7. Ministerio de Producción y Comercio.
- Se envió un lote de semilla sexual de clones élite de yuca industrial a Agropecuaria Mandioca, C.A. (Ver Tabla 5.4)
- Se envió una máquina trozadora de yuca a la Facultad de Agronomía – UCV de Maracay.
- Bernardo Ospina participo en la Reunión Anual de CLAYUCA – Venezuela, 3 de agosto del 2000 en la ciudad de Caracas.

Se presentó un análisis actualizado de los aportes de las distintas empresas y entidades. (Ver Tabla 5.5)

5.2.2 Actividades de capacitación

- Se realizó una capacitación en servicio para la Ing. Francia Fuenmayor de FONAIAP sobre aspectos generales del cultivo de la yuca. Esta capacitación se realizó en el período 7 a 11 de febrero de 2000.
- Se ha programado un curso sobre secado natural de yuca en pisos de cemento, el cual se realizará en la ciudad El Tigre, Estado de Anzoátegui, en el período agosto 28 a septiembre 1 de 2000. Este curso se realizará estará bajo la coordinación de FONAIAP.

Tabla 5.4 Transplante de semilla sexual de yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

Cruzamiento	# Semilla	% Germinación	# Plantas Transplantadas
CM 9653	50	74	37
SM 2225	150	2.66	4
SM 2454	150	28	42
SM 2551	100	16	16
SM 2552	50	74	37
SM 2561	50	50	25
SM 2632	50	68	34
SM 2633	50	72	36
SM 2634	100	45	45
SM 2636	200	63.5	127
SM 2638	200	67	134
SM 2640	50	66	33
SM 2641	100	84	84
SM 2641	200	56.5	113
SM 2725	200	83	166
SM 2726	100	77	77
SM 2727	150	88.66	133
SM 2728	100	88	88
SM 2730	100	78	78
SM 2733	200	95	190
SM 2737	150	91.33	137
SM 2738	150	64.66	97
SM 2790	50	72	36
SM 2791	50	50	25
SM 2792	200	80.5	161
SM 2793	50	58	29
TOTAL	3000		1984

Tabla 5.5 Aportes socios CLAYUCA – Venezuela.

Socios	Aportes (US\$)
Socios solventes	
FEPORCINA	2.500
FENAVI	2.500
Gobernación de Cojedes	4.000
Facultad de agronomía UCV	1.000
Facultad de Ciencias Veterinarias	1.000
Socios no Solventes	
Ministerio de Producción y Comercio	5.000
Agroindustrias Mandioca	4.000

Nota: La empresa Agroindustrias Mandioca pagó la cuota el día de la reunión. El Ministro manifestó que el compromiso se mantiene y se está tramitando.

5.3 Ecuador

5.3.1 Actividades principales

- Alfredo García (PRONACA) y Vicente Novoa (INIAP) participaron por Ecuador en la Reunión de Conformación de CLAYUCA, realizada en CIAT, Colombia en el período 12 a 13 de abril de 1999.
- Alfredo García (PRONACA) fue electo como representante de Ecuador en el Comité Ejecutivo de CLAYUCA.
- Eduardo Magrovejo (PRONACA), Marat Rodríguez (INIAP) y Hernán Caballero (Universidad Técnica de Manabí) fueron electos como representantes de Ecuador en el Comité Técnico de CLAYUCA.
- Alfredo García (PRONACA) representó a Ecuador en la reunión conjunta de los Comités Técnico y Ejecutivo de CLAYUCA realizada en CIAT, Colombia, en el período 20 a 21 de mayo de 1999.
- Luis Fernando Cadavid (CLAYUCA) realizó una visita de asesoría técnica a PRONACA y Etax, S.A. en el período 25 a 29 de octubre de 1999.
- Bernardo Ospina visitó Ecuador en el período 25 a 29 de enero del 2000 para realizar los primeros contactos con entidades ecuatorianas e informarles de la iniciativa de formar el Consorcio.
- En el comienzo del año 2000 el número de empresas afiliadas a CLAYUCA en Ecuador es de 2. La relación de colaboradores ecuatorianos es la siguiente:

Procesadora Nacional de Aves, PRONACA
Etax, S.A.

- Se enviaron dos lotes de semilla sexual de clones élite de yuca industrial: uno a PRONACA y otro a Etax, S.A. (Tabla 5.6)

Tabla 5.6 Semilla de lotes élite de yuca industrial enviada a ETAX, S:A: -Ecuador.

Variedad	Cantidad
CM 6517	50
CM 6657	22
SM 2615	50
SM 2616	50
SM 2618	50
SM 2619	50
SM 2620	50
SM 2621	50
SM 2624	50
SM 2627	50
SM 2628	50
SM 2629	50
SM 2728	50

Tabla 5.7 Semilla de lotes élite de yuca industrial Enviada a PRONACA-Ecuador.

Variedad	Cantidad
SM 2615	50
SM 2616	50
SM 2618	50
SM 2619	50
SM 2620	50
SM 2621	50
SM 2624	50
SM 2627	50
SM 2628	50
SM 2629	50
SM 2769	50
SM 2771	50
SM 2772	50
SM 2773	50
SM 2774	50
SM 2776	50
SM 2777	50
SM 2779	50
SM 2780	50
SM 2783	50

5.3.2 Actividades de capacitación

- Se realizó una actividad de capacitación en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, Provincia de Manabí, con la coordinación de PRONACA. Este curso tuvo la participación de técnicos, ingenieros agrónomos y algunos agricultores e incluyó aspectos relacionados con tecnologías de producción y manejo postcosecha del cultivo de la yuca. El período de realización del curso fue de enero 31 a febrero 2, 2000.



**Figura 5.8 Capacitación Santo Domingo de los Colorados, Manabí
enero 31–febrero 2/2000.**

5.3.3 Asesorías

Se realizó una asesoría a la empresa ETAX S.A., socios de CLAYUCA, la cual incluyó visita para observación de lotes, toma de muestras de suelo, lotes de semilla en Portoviejo (Manabí) y recomendación sobre prácticas de siembra. Visita para observar lote, y recomendar dosis de fertilización. Esta asesoría se realizó en diciembre de 1999.

5.4 Cuba

5.4.1 Actividades principales

- El Ing. José Gavino Martínez, representante comercial de la Embajada de Cuba en Colombia representó al sector yuquero cubano en la Reunión de Conformación de CLAYUCA, realizada en CIAT, Colombia del 12 al 13 de abril de 1999.
- La empresa que representa al sector yuquero de Cuba en CLAYUCA es el Instituto Nacional de Viandas Tropicales, INIVIT. El Dr. Sergio Rodríguez fue nombrado representante en el Comité Ejecutivo y la Dra. Mariluz Folguera Montiel representante en el Comité Técnico.
- Bernardo Ospina visitó Cuba en el período 11 a 14 de mayo de 1999 para realizar los primeros contactos con entidades cubanas e informarles de la iniciativa de formar el Consorcio.

- Sergio Rodríguez y Mariluz Folguera, funcionarios del INIVIT, representaron a Cuba en la primera reunión conjunta de los Comités Técnico y Ejecutivo de CLAYUCA, realizada en CIAT, Colombia, el 20 a 21 de mayo de 1999.
- Funcionarios del INIVIT presentaron un informe sobre los adelantos en la propagación masiva de la yuca en Sistemas de Inmersión Temporal (SIT),

Una de las áreas de trabajo en las cuales existe potencial de transferencia de tecnología por parte de INIVIT hacia los otros países socios del Consorcio es la de sistemas rápidos de multiplicación de material de siembra de buena calidad y libre de enfermedades. El método de Inmersión Temporal es una técnica en la cual se han presentado avances por parte del INIVIT, en la adaptación a multiplicación acelerada de semilla vegetativa de yuca.

El artículo que se presenta a continuación fue enviado por los colegas del INIVIT como una contribución al presente Informe.

➤ LA YUCA EN CUBA

Autores: Dr. Sergio Rodríguez Morales, MSc. Maryluz Folgueras Montiel, MSc. Victor Medero Vega, Ing. Magaly García

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) forma parte del grupo de raíces y tubérculos tropicales que el pueblo cubano consume como una fuente energética básica para su dieta cotidiana y que la denomina "Viandas". Actualmente se siembran más de 80 000 ha con rendimientos que oscilan entre 4-20 t/ha en dependencia de las condiciones edafoclimáticas de la región y la disponibilidad de insumos. Esta raíz tuberosa se cultiva en todo el archipiélago cubano y se comercializa para ser consumida hervida, elaborar casave y diferentes platos de la comida criolla cubana, además se usa para alimentación animal, fundamentalmente cerdos y aves, no sólo en la fabricación de concentrados, sino también por los campesinos y la población rural en general.

El Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) posee el tercer Banco de Germoplasma de América y ha liberado las variedades comerciales que existen actualmente, para ello utiliza el sistema de investigación participativa, donde los productores juegan un papel fundamental en la toma de decisiones para generalizar una variedad o tecnología.

La primavera de la yuca (*Erinnyis ello* L.) es la plaga más importante de este cultivo en Cuba, por lo que se ha establecido en el país un programa de manejo integrado de la misma que incluye métodos de control cultural, mecánico, biológico, y químico sólo si es necesario.

Para lograr el control biológico se realizan liberaciones del parásito de huevos *Trichogramma* spp., obtenidos 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 4-10 días, en dependencia 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 logrado supere el 90%.

Conjuntamente se realizan aplicaciones del biopreparado de la bacteria patógena *Bacillus thuringiensis* a razón de 10 litros / ha, de forma preventiva y con frecuencia semanal; pero si aparecen los huevos de *E. ello* serán cada cuatro días.

Además, se ha implementado el manejo adecuado del parásito larval *Apanteles americanus* (algodón de la yuca), muy frecuente en las plantaciones cubanas.

Se ha definido nacionalmente que el control químico solo 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 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 ha en todo el país y actualmente las cifras superan las 51 345 ha de yuca.

Desde 1987 con la colaboración del CIAT comenzamos a desarrollar en el INIVIT las técnicas biotecnológicas en este cultivo, hoy los esquemas de producción de semillas (estacas) comprenden la semilla original obtenida a través de la micropropagación masiva y a partir de plantas obtenidas por embriogénesis somática, constituyendo en estos momentos el Sistema de Inmersión Temporal (SIT) una novedosa tecnología para multiplicar de forma acelerada los nuevos genotipos que se obtienen en el programa de fitomejoramiento del INIVIT.

Debido a las bondades de este cultivo y a las potencialidades que posee para darle valor de uso a suelos que resultan inapropiados para otros cultivos, en el futuro continuará desarrollándose la yuca para satisfacer las demandas de la población durante todo el año e incrementar su utilización en la alimentación animal, sin dejar de tener en cuenta sus posibilidades industriales.

Existe disponibilidad de clones que pueden cosecharse a partir de los 7 meses de sembrados, tecnologías para los diferentes sistemas de producción, métodos convencionales, convencionales-acelerados y biotecnológicos para la producción de semilla, así como todo un sistema que posibilita la producción de esta raíz tuberosa sin la necesidad de utilizar químicos como nutrientes o fitosanitarios.

6. ACTIVIDADES Y CONTACTOS CON PAÍSES NO SOCIOS

6.1 Bolivia

- Bernardo Ospina visitó Santa Cruz, Bolivia en el período 6 a 8 de diciembre de 1999 para participar en el taller internacional “ Investigación sobre Tecnología de Yuca en el Cono Sur”, organizado por PROCISUR y CIRAD, con la colaboración del Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito” de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Este evento contó con representantes del sector yuquero de Bolivia, Brasil, Paraguay y Argentina. Se realizó una reunión de trabajo para analizar el avance en las gestiones de ingreso de Bolivia a CLAYUCA.
- Bernardo Ospina visitó Bolivia en el período 25 a 27 de enero para realizar los primeros contactos con entidades representativas del sector yuquero en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz de la Sierra, interesadas en formar parte del Consorcio.
- En el comienzo del año 2000 todavía continúan las gestiones con las entidades bolivianas interesadas en afiliarse a CLAYUCA. Se espera concretar este proceso en el primer semestre. Los contactos se han realizado con la Dirección General de Desarrollo Tecnológico (DGDR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, a través de su Director, Dr. Gonzalo Romero.
- Bernardo Ospina visitó Cochabamba en el período mayo 24-26 de 2000 para continuar discutiendo el proceso de afiliación del sector yuquero boliviano al Consorcio.
- Las entidades bolivianas han acordado que durante los dos primeros años, la responsabilidad de pagar la cuota de afiliación a CLAYUCA y de representar al sector yuquero en el Comité Ejecutivo, le corresponderá al Proyecto IBTA –Chapare, con sede administrativa en Cochabamba y área de influencia en la región del Chapare.

6.2 Brasil

- Aristóteles Pires de Matos, investigador adscrito al Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Frutas Tropicais CNPMF, de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), representó el sector yuquero de Brasil en la reunión de Conformación de CLAYUCA, realizada en CIAT, Colombia en el período 12 a 13 de abril de 1999.
- Anthony Bellotti y Hernán Ceballos (CIAT) y Guy Henry (CIRAD), visitaron Brasil del primero al 11 de junio de 1999 para realizar contactos con instituciones públicas y privadas que trabajan con la yuca e informarles sobre la Conformación de CLAYUCA.
- Diego Miguel Sierra (FENAVI), Erwin Silva (PROTON) y Bernardo Ospina, viajaron a Brasil en el período 2 a 9 de septiembre de 1999 para visitar empresas productoras de harina de yuca, almidón, y fabricantes de equipos para siembra, cosecha y procesamiento. Esta visita permitió identificar procesos y equipos que serán utilizados

por CLAYUCA para ejecutar las actividades previstas en la agenda de investigación y desarrollo definida por los miembros del Consorcio.

- Bernardo Ospina visitó Brasil en el período 11 a 15 de octubre de 1999 para participar en el X Congreso de la Sociedad Brasileira de Mandioca, realizado en la ciudad de Manaus, Estado de Amazonas. Se presentaron dos conferencias sobre CLAYUCA y sobre el concepto de Ingenio Yuquero. Durante este evento se mantuvieron contactos con diversos representantes del sector yuquero de Brasil con miras a identificar mecanismos que permitan el ingreso de este país al Consorcio.
- Durante el Congreso de Manaus, se realizó una reunión de trabajo con José Osmar Lorenzi (Instituto Agronómico de Campinas – IAC), Mario Takahashi (Instituto Agronómico de Paraná -IAPAR) e Ivo Pierini Junior (Presidente del Sindicato Rural de Paranaíba, Paranaíba, Paraná). Se discutió la posibilidad de organizar una visita de estudio a la región de Paraná, Brasil, por parte de un grupo de empresarios, productores, procesadores y consumidores de yuca de los países afiliados a CLAYUCA. Esta región es una de las principales zonas productoras de yuca y se caracteriza por el nivel avanzado de tecnología que utilizan en todo el sistema de producción y procesamiento del cultivo. La visita coincidiría con la celebración del aniversario de fundación de la ciudad por lo que existe apoyo político para organizar un evento de carácter latinoamericano. Además de los brasileños, la ubicación estratégica de esta región facilitaría la participación de representantes de los sectores yuqueros de Paraguay, Argentina y Bolivia. CLAYUCA ayudaría a conformar un grupo con representantes del resto de países. La fecha tentativa para este evento es agosto del 2000.
- A fines de diciembre, CLAYUCA inició los trámites para la compra de los siguientes equipos: 2 sembradoras de yuca, dos cosechadoras de yuca, una máquina trozadora y una máquina ralladora. Estos equipos llegaron a Colombia en la primera quincena de febrero de 2000 y están siendo utilizados en las actividades de investigación y desarrollo que CLAYUCA está realizando actualmente.
- En el período 13 al 20 de mayo se llevó a cabo una visita de estudio a Brasil organizada por CIAT, CLAYUCA y el IAC, con motivo de la llegada de un grupo de técnicos nigerianos a Colombia. Uno de los objetivos de esta visita era que los africanos tuvieran un contacto directo con los avances que los estados de Bahía, Paraná y São Paulo en el sur de Brasil, han conseguido en sus sistemas de producción, procesamiento y comercialización de yuca.
- El grupo de técnicos aprovechó esta visita para poner en discusión algunos planes futuros para el desarrollo de la yuca en Nigeria, resaltando la importancia de propiciar más intercambios técnicos y científicos entre el sector yuquero de América Latina y África. En este viaje CLAYUCA tuvo la oportunidad de visitar fábricas de almidón modificado en las que empresas multinacionales están empezando a invertir. Estas fábricas autoabastecen un 20% de sus necesidades de materia prima, lo que les permite regular la oferta en épocas en que ésta escasea, además, sus sistemas de siembra mecanizada y cosecha semi-mecanizada hacen que los niveles de productividad se eleven. Otro aspecto

que llamó la atención es el excelente margen de rentabilidad que tienen algunas de estas empresas, las cuales han obtenido una eficiencia de campo que les permite costos de producción de aproximadamente US\$20 dólares por tonelada de raíz.

Con estos resultados queda demostrado que Brasil, además de ser líder en sistemas de producción, procesamiento y comercialización de yuca en América Latina y el Caribe es también un escenario propicio para la capacitación de técnicos, empresarios e investigadores que deseen acceder a tecnologías avanzadas en el cultivo de la yuca.

- En el período 11 a 13 de julio del 2000, el Ing. Antonio Fadel, Presidente de la Asociación Brasileña de Productores de Almidón de Mandioca, tuvo la oportunidad de visitar los diversos proyectos de CIAT en los cuales se genera tecnología para el cultivo de la yuca que le permitieron actualizar sus conocimientos sobre el estado actual de la investigación y ciencia que realiza el CIAT en este tema. El Ing. Fadel conoció el proyecto CLAYUCA y a partir de esta visita surgieron algunas propuestas de trabajo conjunto como, por ejemplo, la posibilidad de recibir de ellos capacitaciones para los técnicos de países y entidades afiliados al Consorcio. Además, se iniciaron las discusiones para identificar mecanismos que permitieran la vinculación de este importante sector yuquero de Brasil a CLAYUCA.

6.3 Paraguay

- Anthony C. Bellotti y Hernán Ceballos (CIAT) y Guy Henry (CIRAD), visitaron Paraguay en el período 11 a 14 de junio de 1999 para realizar contactos con instituciones públicas y privadas que trabajan con la yuca e informarles sobre la conformación de CLAYUCA.
- Peter Gibert (Diario ABC Color), César Caballero y Montserrat Laguardia (Dirección de Investigación Agrícola - DIA) y Julio Caballero (Dirección de Extensión Agrícola - DEA), representaron a Paraguay en el Taller Internacional “ Investigación sobre Tecnología de Yuca en el Cono Sur”, organizado por PROCISUR y CIRAD, con la colaboración del Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito”, de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Se realizó una reunión de trabajo para analizar el avance en las gestiones de ingreso de Paraguay a CLAYUCA. Se espera que en el primer trimestre del 2000 se concrete esta vinculación.
- El 22 de mayo del 2000 funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio de Industria y Comercio y la Secretaría Técnica de Planificación decidieron que Paraguay debía unirse a CLAYUCA para dar un paso trascendental en el desarrollo del cultivo de la yuca en ese país.
Se espera que la decisión se formalice en la próxima reunión del Comité Ejecutivo y Técnico de CLAYUCA.
- En la reunión del 22, Enrique García de Zúñiga, Ministro de Agricultura y Ganadería fue quien hizo el anuncio para que el desarrollo de la yuca fuera parte de un programa nacional en el que CLAYUCA sea un mecanismo de apoyo tecnológico; también

participaron en la decisión el Secretario Técnico de Planificación, Luis A. Meyer; el Viceministro de Agricultura, Carmelo Peralta; el empresario Esteban Morábito, el presidente del Instituto Interamericano de Desarrollo Agrícola (IICA), Roberto Cazás; y Peter Gibert del Diario ABC.

- El ingreso de Paraguay a CLAYUCA aumenta la visibilidad del consorcio en la región, ya que este país ostenta el mayor índice mundial de consumo de yuca per-cápita (360 kg/año en zonas rurales y 180 kg/año en zonas urbanas), aumentando también nuestros compromisos y responsabilidades.

6.4 Panamá

- Rodolfo Navarro (Cooperativa Reverendo Domingo Basterra), Concepción Navarro (Grupo de Agroexportadores No Tradicionales – GANTRAP) y José Antonio Aguilar (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá – IDIAP), representaron el sector yuquero de Panamá en la reunión de Conformación de CLAYUCA, realizada en CIAT, Colombia en el período 12 a 13 de abril de 1999.
- Bernardo Ospina visitó Panamá en el período 12 a 13 de mayo de 1999 para participar en una reunión organizada por el IDIAP con representantes de diversas entidades interesadas en el cultivo de la yuca. El objetivo de la reunión era el de analizar mecanismos para facilitar el ingreso de Panamá a CLAYUCA. Hubo un buen consenso entre los participantes sobre la conveniencia de unirse al Consorcio.
- Bernardo Ospina visitó Panamá el 25 de agosto de 1999, para participar en una reunión con colegas del IDIAP. Se discutió sobre la situación del sector yuquero en el país y sobre el avance de las gestiones para concretar el ingreso de Panamá a CLAYUCA. Debido al cambio de gobierno en este país, se han presentado ajustes en el sector institucional agrícola, incluyendo el IDIAP. Los principales contactos que CLAYUCA había logrado establecer se han perdido y hay necesidad de retomarlos.

6.5 Nicaragua

- Gustavo Avilés López (Asociación de Comités Comarcales –ACOC), y Néstor A. Vanegas Maradiaga (Asociación Técnica para el Desarrollo – ATEDES), representaron al sector yuquero nicaragüense en la Reunión de Conformación de CLAYUCA, realizada en CIAT, Colombia en el período 12 a 13 de abril de 1999.
- Bernardo Ospina visitó Nicaragua en el período 26 a 28 de agosto para participar en el Seminario sobre Alternativas de Desarrollo del Cultivo de la Yuca, organizado por ATEDES, con el apoyo de la Fundación Friedrich Ebert Stiftung. Se analizaron diversos mecanismos para facilitar la vinculación del sector yuquero nicaragüense a CLAYUCA y se acordó crear un Comité Interinstitucional que coordine los contactos y gestiones posteriores.

6.6 México

- Un grupo de profesionales mexicanos (Francisco Fernández, Aaron Lantcron, Juan Rivera), vinculados al Consorcio Agroindustrial Guepell, S.A. de Campeche, Estado de Campeche, visitó el CIAT en el período 16 a 18 de noviembre de 1999, para discutir posibilidades de afiliación del sector yuquero mexicano a CLAYUCA. Esta empresa está realizando estudios de factibilidad económica y técnica para instalar un proyecto agroindustrial basado en cultivo de la yuca (producción de harina y almidón). La afiliación a CLAYUCA sería buscando acceso a tecnologías mejoradas de producción y procesamiento.
- En abril del 2000, CLAYUCA hizo una recomendación para suelos, según análisis enviados por la Agroindustrial Guepell.
- Contactos posteriores con esta empresa permitieron avanzar en las gestiones de afiliación a CLAYUCA la cual se espera que se formalice durante la reunión del Comité Ejecutivo en Agosto de 2000

6.7 Haití

- Del 10 al 12 de abril, dos técnicos: Emannuel Prophete (Ministerio de Agricultura) y Eliassaint Magloire (Organización para la Rehabilitación del Ambiente – ORE), estuvieron en la sede del CIAT con el fin de visitar algunos proyectos dedicados a la investigación y desarrollo del cultivo de la yuca. Los técnicos estuvieron muy interesados en la propuesta que presenta CLAYUCA como mecanismo de desarrollo de este cultivo.
- El 6 de junio del 2000, el Ministro de Agricultura, de los Recursos Naturales y el Desarrollo Rural, Francois Severin, le comunicó al Director Ejecutivo del Consorcio, el interés de su país por ingresar a CLAYUCA. Se espera que en la reunión del Comité Ejecutivo se formalice la entrada de este importante sector yuquero del Caribe como miembro oficial del Consorcio.

6.8 República Dominicana

Rafael Mena, Presidente de la Apple Bay Agroindustrial, manifestó el 25 de junio del 2000, vía electrónica, el interés de su organización en tener un contacto más estrecho con CIAT y con CLAYUCA, para establecer actividades de intercambio y transferencia de tecnología q este país. Esta empresa tiene interés en la producción de yuca para uso en la industria de alimentos balanceados para consumo animal.

7. VIAJES DE ESTUDIO

7.1 Brasil

7.1.1 Visita de técnicos Colombianos a empresas productoras y procesadoras de yuca del Sur de Brasil (septiembre 1-9 de 1999)

Durante estos intercambios, un grupo de técnicos colombianos tuvo la oportunidad de conocer los avances que se han dado en Brasil en los sistemas de producción y procesamiento del cultivo de la yuca. En producción, se observaron las prácticas mecanizadas de siembra y cosecha, las cuales permiten disminuir los costos de producción. En cosecha, por ejemplo, en los sistemas tradicionales se obtienen rendimientos de 400-500 kg de raíz cosechada por día por hombre. Con el uso de las máquinas cosechadoras esta labor se mecaniza parcialmente, el operario trabaja mas descansado y se obtienen rendimientos de hasta 2 toneladas cosechadas por hombre por día. En siembra, las maquinas disponibles en Brasil permiten obtener rendimientos de hasta 5 hectáreas sembradas por día con tres operarios. Esta visita permitió a CLAYUCA identificar los equipos de siembra y cosecha mecanizada más apropiados. Estos equipos fueron posteriormente importados y se están usando actualmente en trabajos de evaluación y ajuste en varias regiones productoras de yuca de Colombia.



COSECHA
MAQUINARIA

Figura 7.1 Cosecha mecanizada de yuca en Brasil.

7.1.2 Visita de una delegación de Nigeria a Colombia y Brasil (Mayo 9-20 de 2000)

Aprovechando los contactos realizados en la reunión de Roma sobre la Estrategia Global para el desarrollo de la Yuca, realizada en Roma con los auspicios de la FAO, CLAYUCA

actuó como facilitador para el viaje de un grupo de técnicos de entidades nigerianas que trabajan con el cultivo de la yuca en este país, encabezados por el Ministro de Agricultura, Obnis Agbopu y acompañados por dos técnicos del Instituto Internacional de Agricultura Tropical – IITA (Alfred Dixon y Mpoko Bokanga). Un grupo de 9 personas visitó durante dos semanas el CIAT, zonas productoras y procesadoras de yuca y entidades nacionales de investigación y transferencia de tecnología de Colombia y Brasil

Esta visita marcó el inicio de fortalecimiento entre las relaciones de los sectores yuqueros de los dos continentes el cual ya comienza a dar frutos con el hecho que las instituciones nigerianas han decidido impulsar la formación en Africa de un mecanismo de concertación y planificación de actividades de investigación y desarrollo, siguiendo los lineamientos de CLAYUCA. Al final de la visita el grupo de técnicos africanos elaboró un documento resumen que sería utilizado como base para la discusión en Nigeria de planes futuros de trabajo. Algunos puntos que quedaron claros fueron: a) la importancia de tener un mecanismo tipo CLAYUCA en Africa, que ayude a formar y fortalecer vínculos entre el sector público y el sector privado, y b) la necesidad de propiciar mas intercambios técnicos y científicos entre el sector yuquero de América Latina y el de Africa.

7.1.3 Visita a sistemas de producción, procesamiento y comercialización de yuca en Brasil (Mayo 13 - 20 del 2000)

La visita a esta región de Brasil, especialmente los estados de Sao Paulo y Paraná significa la oportunidad de encontrar los sistemas de producción y procesamiento de yuca mas avanzados que existen en América Latina y el Caribe. En esta se conocieron fábricas de almidón modificado que plantan una área para satisfacer 20% de sus necesidades de materia prima y el resto lo compran a productores de la región. Esto les permite regular la oferta de materia prima especialmente en las épocas en que escasea. Los sistemas de siembra son mecanizados y la cosecha es semi-mecanizada con el uso de un arrancador lo cual permite elevar la productividad de un hombre a 2,000 kilos por día de yuca cosechada contra 400 kilos que es un valor promedio en sistema de cosecha manual. Estos equipos están constantemente siendo modificados en Brasil pero los prototipos que importó CLAYUCA y que están siendo evaluados en algunas regiones de Colombia cumplen con los requisitos mínimos esenciales para ayudar a reducir los costos de plantío y cosecha en el cultivo de la yuca.

Otro aspecto que llamó la atención es el excelente margen de rentabilidad que tienen algunas de estas empresas las cuales han obtenido una eficiencia de campo que les permite costos de producción de alrededor de 20 dólares por tonelada de raíz. Con estos costos de materia y las buenas eficiencias que tienen en procesamiento, algunas de estas empresas están haciendo fortunas con la venta de almidón modificado y pegantes.

Se aprovechó esta visita a Campinas, Sao Paulo para realizar una reunión con Guy Henry, representante de CIRAD en el Comité Ejecutivo de CLAYUCA. Informó sobre la organización por parte de CIRAD de un a gira de estudio a Tailandia, para que un grupo de empresarios brasileños del sector Yuquero tenga la oportunidad de conocer los avances de este país en el cultivo y procesamiento de la yuca. Esta gira se realizará en el período junio 17 - 25 del 2000.

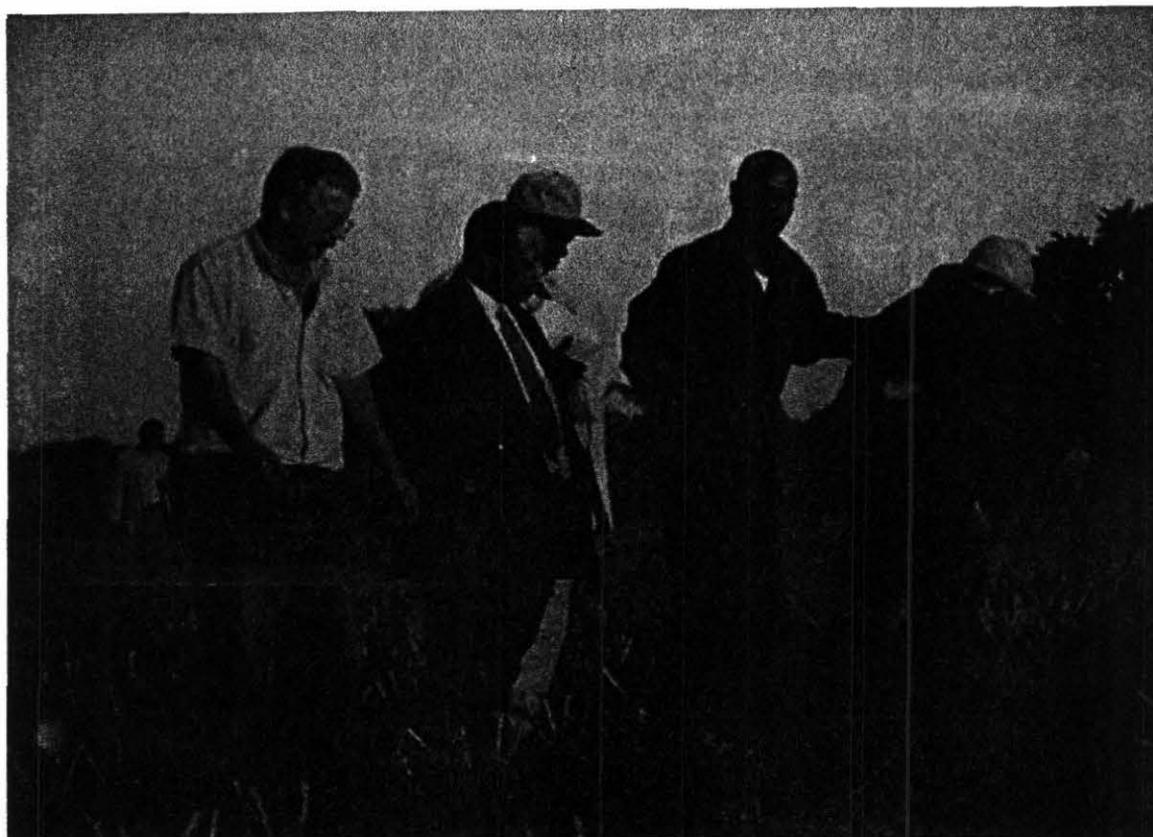


Figura 7.2 Técnicos africanos visitando sistemas de producción de yuca en Brasil.

No queda la menor duda que esta región de Brasil ofrece un excelente escenario para capacitación de técnicos, empresarios, investigadores, sobre tecnologías avanzadas de producción, procesamiento y comercialización de yuca. CLAYUCA tiene buenos contactos y cuando se considere apropiado y necesario podemos pensar en organizar un evento de capacitación para técnicos de las empresas y países que están colaborando con el Consorcio.

7.1.4 Visita a CIAT y CLAYUCA de un representante de los fabricantes de almidón de yuca del Brasil (11 a 13 de julio de 2000)

La última de estas actividades está relacionada con la visita que realizó a Colombia el Presidente de la Asociación de Fabricantes de Almidón de Yuca (ABAM), Sr. Antonio Fadel. Recién llegado de un viaje a Tailandia y consciente de la necesidad de estrechar los contactos y eliminar las barreras entre los sectores yuqueros de los diversos continentes, el Sr. Fadel decidió visitar CIAT y CLAYUCA en búsqueda de áreas futuras de colaboración, mutua que permitan avances en los procesos tecnológicos y ayuden a mejorar la competitividad de los diversos productos. Esta visita también sirvió para iniciar discusiones tendientes a identificar mecanismos que permitan el ingreso formal del sector yuquero de Brasil a CLAYUCA.

ABAM es responsable por la producción y procesamiento de mas de 2 millones de toneladas de raíces de yuca por año y obtienen una producción de almidón, especialmente modificado que sobrepasa las 400,000 toneladas anuales. El interés de ABAM en pertenecer a CLAYUCA esta relacionado con la posibilidad de intercambios tecnológicos en las áreas de desarrollo de variedades mejoradas (precocidad), estrategias de control de plagas y malezas, screening de variedades para identificar características deseables por la industria y otros. Una entidad de investigación agrícola que trabaja con el cultivo de la yuca en Brasil y está prestando apoyo tecnológico a ABAM es el Instituto Agronómico de Campinas, IAC.



Figura 7.3 Aart van Schoonhoven (CIAT), Guy Henry (CIRAD), y Antonio Fadel ABAM-Brasil), Diego Miguel Sierra y Bernardo Ospina (CLAYUCA) durante la visita del representante de ABAM a CIAT y CLAYUCA.

7.2 Visita de técnicos Colombianos y Venezolanos a Tailandia y Vietnam para conocer los sistemas de producción y procesamiento de yuca (febrero 17 a 29 de 2000).

7.2.1 Tailandia

CLAYUCA ha dado énfasis en su primer año de actividades a la búsqueda de avances y adelantos tecnológicos en los principales países productores de yuca del mundo con el objetivo de establecer paquetes tecnológicos actualizados que faciliten a sus países miembros

los trabajos necesarios para estimular el desarrollo de la yuca. Como parte de esta búsqueda tecnológica, se organizó un viaje de estudio a Tailandia contando con la excelente colaboración del Dr. Rainhardt Howeler, científico del CIAT que tiene sede en este país desde hace 10 años y posee amplia experiencia en los avances de los sistemas de producción y procesamiento de yuca del continente asiático.

La yuca es un cultivo comercial en Tailandia. Crece fácilmente, resiste la sequía y las principales plagas y enfermedades y es muy productiva. Es un cultivo que se puede producir todo el año y que puede sembrarse en suelos improductivos en los cuales otros cultivos tienen dificultad para crecer, como en el Nordeste de Tailandia donde un área aproximada de 1.3 millones de hectáreas están sembradas y constituyen la principal fuente de ingresos de los agricultores. El consumo directo de la yuca como alimento es muy poco en Tailandia. 60% de la producción se usa en la producción de trozos y pellets de yuca seca. El restante 40% se destina para la industria de almidón. Los productos elaborados a partir de la yuca están presentando una demanda creciente en los mercados externos lo que ha ayudado a Tailandia a convertirse en el mayor exportador mundial de productos de yuca. Este comercio genera ingresos anuales superiores a 600 millones dólares anuales estimulando un crecimiento continuo de la economía.

Los mercados para la yuca Tailandesa (almidón y pellets) están principalmente en el exterior. Se clasifican así:

Mercado de Pellets de yuca seca: representa el mayor porcentaje en exportaciones de todos los productos y subproductos de yuca. Tailandia es el mayor exportador mundial de pellets de yuca seca. Los principales mercados son la Unión Europea, Corea del Sur y China. Las raíces de yuca también son un ingrediente importante en la producción de alcohol industrial y médico

Mercado de Almidón de Yuca: Tailandia es actualmente el mayor productor y exportador mundial de almidón de yuca exportando aproximadamente un millón de toneladas cada año a más de 50 países en el mundo entre los cuales se incluyen: Japón, Taiwan, Singapur, Hong Kong, Unión Europea, Estados Unidos, y Malasia. El consumo doméstico es de aproximadamente 700,000 toneladas que son consumidas por los diferentes grupos industriales.

El almidón de yuca tailandés tiene una amplia aplicación en el proceso de manufactura de los siguientes productos:

1. **Alimenticios:** Una característica del almidón de yuca que lo vuelve muy apropiado para fines industriales es su bajo contenido de proteína que lo convierten en un material muy fino para iniciar procesos industriales. se usa principalmente en la fabricación de alimentos para bebés, panificación, fideos instantáneos y salsas sazonadoras.
2. **Endulzantes:** productos como glucosa, lactosa y fructosa, hechos a partir de almidón de yuca son utilizados como sustitutos de sucrosa en bebidas, jaleas y frutas enlatadas. En la industria de glucos, el almidón de yuca representa el 80% de la materia prima empleada.

Su proceso implica una conversión del almidón en azúcar a través de procesos químicos, el blanqueo, concentración por evaporación, purificación, y cristalización. Se producen tres tipos de glucosa: a) sirope de glucosa usado en bebidas, b) glucosa en polvo usado en la industria de alimentos y productos farmacéuticos y c) anhídrido dextrosa que es otra forma sólida usada en la industria farmacéutica.

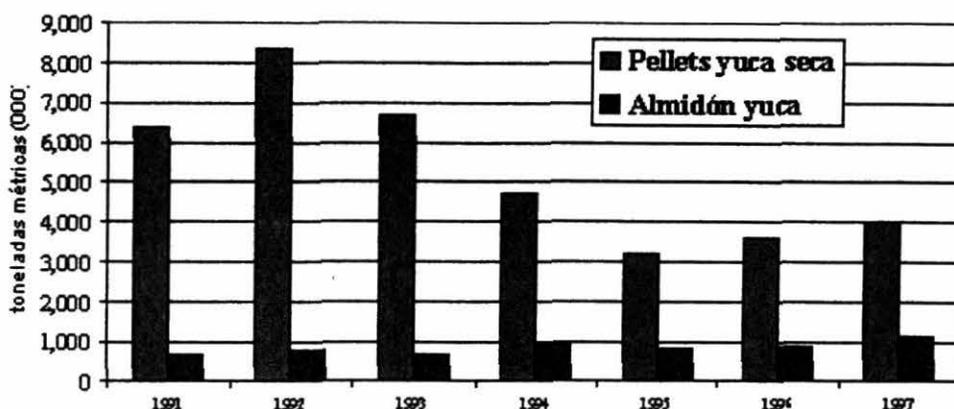


Figura 7.4 Mercado de pellets de yuca seca y almidón de yuca.

3. **Textiles:** los textiles son otra industria en la cual el almidón de yuca encuentra aplicación y demanda por sus propiedades especiales. El almidón de yuca es usado en tres etapas del procesamiento de textiles: la etapa de aprestado para hacer el hilo más suave; la etapa de impresión para darle mas uniformidad a los colores y en la etapa de acabado para darle mas durabilidad y brillo a las prendas.
4. **Glutamato Monosódico:** mas de 50% de la materia prima utilizada en la fabricación de glutamato monosódico es almidón de yuca. El proceso incluye la transformación de almidón en glucosa por medios químicos, la fermentación en la cual bacterias transforman la glucosa en ácido glutámico, la cristalización del ácido y su conversión a sal mediante reacción con soda cáustica. Para producir una tonelada de glutamato monosódico se necesitan 2,4 ton de almidón de yuca.
5. **Papel:** el almidón de yuca es un componente de los pegantes que se utilizan para pegar laminas de madera. Estos pegantes contienen hasta un 50% de almidón de yuca. Además de sus propiedades adhesivas, el almidón de yuca posee una textura fina que ayuda a disminuir los problemas con los sedimentos. en el acabado y brillado de muchos tipos de papel se utiliza el almidón de yuca para mejorar su calidad. El almidón vuelve la superficie del papel mas suave y menos permeable a la tinta y la humedad. También se usa para engrosar algunas clases de papel, como los papeles de calendarios y los de empaques.
6. **Pegantes:** cuando el almidón de yuca se trata con agua caliente o químicos se gelatiniza, adquiere propiedades cohesivas y las mantiene por períodos prolongados. Por estas

propiedades, el almidón de yuca es una materia prima muy importante en la fabricación de pegantes.

7. **Maderas laminadas:** pegantes elaborados a partir de yuca son un material muy importante en la fabricación de maderas laminadas. La calidad de estas maderas depende en gran parte de la calidad del pegante.
8. **Productos Biodegradables:** el almidón de yuca puede ser usado como un sustituto de plásticos para mezclarlo con polímeros biodegradables en la fabricación de material de empaque.
9. **Medicina:** el almidón de yuca se utiliza para mezclarlo con productos farmacéuticos activos en la elaboración de cápsulas y tabletas.

Tailandia tiene grandes facilidades portuarias que les permiten manejar barcos transoceánicos de gran tamaño con mucha facilidad. Estos puertos utilizan equipos modernos, eficientes y rápidos para carga y descarga. Además, utilizan normas de control de calidad rigurosas antes de cada embarque. Estos componentes son los que han permitido a Tailandia convertirse en el mayor exportador mundial de almidón de yuca. Además, las ventajas comparativas de la yuca de ser una fuente de almidón rápidamente convertible en azúcar, la posibilidad de costos competitivos de producción y de maximizar beneficios para el proceso industrial son otros factores que han contribuido a transformar el cultivo de la yuca en una fuente de materia prima con múltiples propósitos y crecientes mercados domésticos e internacionales.

7.2.1.1 Tecnología de producción de yuca en Tailandia

Prácticamente todas las variedades de yuca sembradas en Tailandia son del tipo amargo utilizado para la producción de alimentos para animales y para almidón. Antiguamente solo se plantaba la variedad más popular que había sido introducida 40 años atrás. En 1975, una selección de esta variedad local llamada Rayong 1 fue liberada, con rendimientos promedio de 14 ton/ha. Según datos de la División de Promoción de Cultivos adscrita al Ministerio de Agricultura, en 1997 esta variedad cubría el 37% del área sembrada con yuca en el país. El resto del área esta sembrada con variedades mejoradas nuevas. La distribución de estas variedades se muestra en la Tabla 7.5

Tabla 7.1 Distribución de variedades de yuca sembradas en Tailandia, 1997.

Variedad	Área (ha)	Porcentaje
Rayong 1	383, 970	36.8
Rayong 5	136,228	13.1
Rayong 60	216,602	20,7
Rayong 90	150,377	14,4
Kasetsart 50	156,910	15,0
Total	1,044,090	100

Source: Field Crops Promotion Division, DOAE, 1999

No ha sido fácil ni barato para el sector yuquero tailandés alcanzar la fortaleza que exhiben actualmente en material genético con alto potencial de productividad. Han sido varias décadas de trabajo de las entidades nacionales, el sector privado, apoyo del CIAT y con un

importante componente de apoyo estatal que ha invertido cerca de 10 millones de dólares en programas de multiplicación y distribución de material de siembra de buena calidad durante la última década.

En relación con las prácticas de producción, se utilizan técnicas modernas, con énfasis en uso de mano obra en la siembra, control de malezas y cosechas. En los últimos años se han producido avances importantes en la construcción y evaluación de implementos de cosecha los cuales se están usando ampliamente. Los costos de producción de yuca están alrededor de US\$ 400,00 por hectárea, siendo que los costos variables representan el 75% del valor total y los costos de mano de obra representan el 65%. Esto ha llevado a las entidades tailandesas a colocar como una de las prioridades de investigación y desarrollo para el futuro, la identificación de tecnologías que ayuden a reducir los costos de mano de obra, con énfasis en siembra y cosecha mecanizada.

Los costos de producción por tonelada de raíz en Tailandia son bastante competitivos lo que les permite la obtención de pellets de yuca seca y almidón de yuca a precios favorables para su uso en alimentación animal y en los mercados industriales. La tabla 7.2 presenta un resumen de los costos que fue posible obtener durante los contactos con técnicos, productores y procesadores.

Como se puede observar en los datos de la Tabla 7.2, la industria yuquera tailandesa es muy competitiva en precios por tonelada de raíz (alrededor de 20 dólares por tonelada) lo que le permite entrar con facilidad en diversos mercados domésticos y de exportación. Estas cifras marcan un nivel de costos y de productividad al cual deberán llegar los países latinoamericanos si quieren impulsar el desarrollo del cultivo como una opción de múltiples mercados. No se trata de replicar el modelo tailandés con todas sus características ya que , por sus costos elevados en inversiones, infraestructura, políticas de subsidios, etc, va a ser imposible. Lo que si es importante copiar por parte de los países latinoamericanos son aspectos como la estrategia de diversificación de mercados, la importancia que se le ha dado al potencial genético de la yuca, y las alianzas estratégicas entre los sectores público. privado.

Tabla 7.2 Costos de producción de yuca en Tailandia. 2000 (37.6 bath = 1 US\$)
Fuente: entrevistas con productores, procesadores y técnicos.

Actividad	Rendimientos			
	15 t / ha	20 t/ha	25 t/ha	30 t / ha
Preparación suelo	875	875	875	875
Surcado	750	750	750	750
Siembra	750	750	750	750
Fertilización 300 kilos	3125	3125	3125	3125
Deshierba	750	750	750	750
Costo mano de obra (110 bath/ ton)	1650	2200	2750	3300
Costo tractor cosecha (60 bath / ton)	900	1200	1500	1800
Transporte hasta planta almidón (150 bath /ton)	2250	3000	3750	4500
Transporte hasta planta peletizadora (80 bath / ton).	1200	1600	2000	2400
Arrendamiento	468.75	468.75	468.75	468.75
Costo total para almidón (bath)	11518.75	13118.75	14718.75	16318.75
Costo total para peletizadora (bath)	10468.75	11718.75	12968.75	14218.75
Costo total para almidón (US\$)	305.54	347.98	390.42	432.86
Costo total para peletizadora (US\$)	277.69	310.84	344	377.16
Costo total para almidón (US\$ por ton)	20.37	17.4	15.62	14.43



Figura 7.5 Cosecha mecanizada de yuca en Tailandia

7.2.1.2 Tecnología de procesamiento de yuca en Tailandia

Pellets de yuca seca: La mayor parte de la producción tailandesa de yuca seca se realiza en plantas de procesamiento de grande escala que consiste de una superficie de secado de mínimo 2 hectáreas y máximo de hasta 7. Es común encontrar plantas con capacidad de procesar hasta 1000 toneladas de raíces en dos días. Para trozar las raíces se utilizan maquinas picadoras con capacidad de hasta 30 ton por hora. Los trozos de yucas e extienden en el piso de secado con ayuda de tractores y bulldozers los cuales también se utilizan para la

recolección y almacenamiento de los trozos secos. Después del secamiento, por lo general los trozos son transportados hasta las plantas de peletizado. Es común ver en Tailandia hasta 5 bulldozers trabajando en una planta de secado de trozos de yuca (Figuras 7.6).

Las plantas peletizadoras compran yuca de varios procesadores en la región. Son instalaciones más complejas con gran capacidad de almacenamiento (10,000 a 20,000 toneladas de trozos secos a granel), y varias maquinas peletizadoras (5 a 7 ton por hora). Los pellets de yuca seca son almacenados antes del transporte final a los puertos de exportación.

Aunque la infraestructura existente actualmente en Tailandia les permite procesar grandes volúmenes utilizando la tecnología de pisos de cemento y secado al sol, la adaptación de este tipo de tecnología a las condiciones de nuestros países con miras a producir los grandes volúmenes que están demandando los mercados potenciales como el de la alimentación animal requiere un análisis cuidadoso ya que para la construcción de esta infraestructura en Tailandia se utilizaron toda clase de subsidios y apoyo estatal lo cual no sería necesariamente el caso en Colombia y otros países vecinos. Esto refuerza las opiniones que se han expresado en diversos foros y reuniones sobre la imposibilidad de adoptar el modelo tailandés de procesamiento de yuca seca y la necesidad de adoptar un modelo propio que se ajuste a las condiciones específicas del país y de la región.

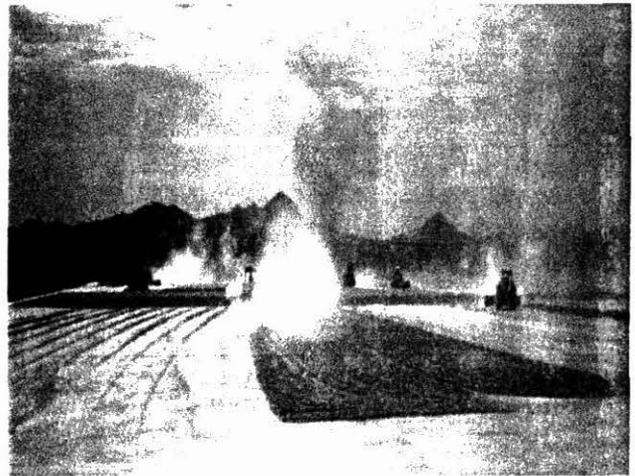


Figura 7.6 Planta de secado de yuca en Tailandia.

Almidón de yuca: La tecnología utilizada por el procesamiento de almidón de yuca en Tailandia es muy avanzada. El acondicionamiento de la materia prima con operaciones de vibración y lavado les permite limpiar las raíces de toda clase de impurezas y ayuda a mejorar la calidad final del almidón. Las raíces limpias son trozadas y desintegradas hasta formar una pulpa fina. En esta operación se agrega agua para facilitar la desintegración. El producto resultante de esta fase es una agua que contiene almidón, fibra de yuca y otras sustancias.

Posteriormente, este líquido pasa a un decantador que ayuda a separar los compuestos proteicos separándolos por su diferencia de peso. Después, el líquido entra en un extractor

que separa la fibra de la leche que contiene el almidón. Este residuo fibroso se seca y es utilizado en la fabricación de alimentos para animales. Finalmente el almidón entra al proceso de secado en el cual se utilizan secadores de tipo flash y ciclones para recoger el almidón seco.

7.2.1.3 Políticas del Gobierno Relacionadas Con Yuca

El sector agrícola ocupa un lugar destacado entre los más importantes de la economía Tailandesa. Un componente fundamental de las exportaciones de Tailandia esta representado por productos de origen agrícola entre los cuales se destaca la yuca. Los precios de la mayoría de productos agrícolas dependen de los precios mundiales. Como Tailandia se ha convertido en miembro de la Organización Mundial de Comercio, aplica en el país el efecto de libre comercio de productos agrícolas. Para ayudarle a los agricultores de yuca, el gobierno ha establecido varias políticas para ayudar a estabilizar los precios y elevar los ingresos de los productores.

Políticas de producción: La mayoría de las exportaciones tailandesas de productos de yuca se realizan hacia la Unión Europea en donde tienen que competir con granos producidos domésticamente, para la producción de alimentos balanceados para animales. Esto ha originado una reducción en las exportaciones de pellets de yuca seca lo que a su vez ha causado disminución en los precios de yuca pagos a los productores en Tailandia. El área sembrada debe entonces ser controlada para evitar riesgos a los productores. Para viabilizar esta política se han dividido las áreas de producción de yuca en zonas favorables y no favorables. Solo los agricultores localizados en las zonas favorables reciben servicios de promoción del gobierno. Los agricultores localizados en zonas no favorables son estimulados a sustituir gradualmente las siembras de yuca con otros cultivos. Se realizan actualmente diversas actividades de investigación para encontrar cultivos que se adapten bien a estas zonas. Entonces, el futuro de la yuca en Tailandia dependerá del mercado y el mercado dependerá de los costos de producción. Si no se mejora la eficiencia en la producción, habrá pocas posibilidades de competir en los mercados internacionales. Actualmente la demanda de mercado está principalmente en la Unión Europea pero en la medida que se puedan obtener avances significativos en la eficiencia de producción se mejoraran las posibilidades de crear nuevos mercados de exportación

En 1992 se creó la Fundación Instituto para el Desarrollo de la Yuca Tailandesa (TTDI), usando fondos obtenidos por el gobierno con los exportadores de productos de yuca. El objetivo de este instituto es el de ayudar en la multiplicación vegetativa de nuevas variedades de yuca y en la distribución gratuita a los agricultores. El instituto además capacita los agricultores en el uso de las nuevas tecnologías mejoradas. Cada año, cerca de 7,000 agricultores reciben un período de capacitación de 2 a 3 días.

Políticas de comercialización: Desde 1993, la Política Agrícola Común de la Unión Europea ha sido reformada dando como resultado una disminución gradual en las políticas de precios de sustentación de los granos producidos en Europa. Esto ha convertido los granos en mas atractivos que los pellets tailandeses en la fabricación de alimentos para animales. De esta forma, la cantidad de pellets de yuca a en Tailandia es mayor que la cantidad vendida en el mercado de la Unión Europea. El precio de los productos de yuca ha fluctuado

drásticamente dependiendo de las demandas de mercado en un momento específico. Esto a su vez ha afectado los precios que los productores de yuca reciben en Tailandia.

Para ayudar a estabilizar los precios el gobierno estableció una cuota para cada exportador basado en dos criterios: a) la cantidad de pellets de yuca en almacenamiento por cada exportador individual, y b) la cantidad de productos de yuca que la compañía ha exportado a países diferentes de la Unión Europea. Mas recientemente la política europea de cuotas de exportación ha sido levantada y los miembros de las asociaciones Tailandesas de exportación de productos de yuca han solicitado al gobierno que se cambie la política interna basada en los dos criterios descritos anteriormente para evitar que las compañías que han recibido cuotas en el pasado monopolicen el negocio.

Si el mercado del almidon, a nivel doméstico y de exportación continua creciendo, se puede llegar a presentar una situación en la industria yuquera de Tailandia en la cual la producción de pellets no alcance a cumplir las cuotas establecidas

7.2.2 Vietnam (21 a 25 de febrero de 2000)

Como parte del viaje de estudio a conocer los sistemas de producción y procesamiento de yuca en el Asia, los representantes de CLAYUCA participaron en la VI reunión de la Red de Investigación en Yuca de Asia (Figura 7.7), un mecanismo de planificación y apoyo de actividades de investigación, capacitación y transferencia de tecnología que el CIAT, con la colaboración de varios países de la región ha venido impulsando en la década de los 90s. Esta reunión se realizó en Ho Chi Minh City, Vietnam y contó con la participación de 8 países de la región (Vietnam, China, Japón, Malasia, Filipinas, Indonesia, China, e India). El cultivo de la yuca en Vietnam es una de las actividades agrícolas que está presentando altas tasas de crecimiento, con una producción actual que sobrepasa los dos millones de toneladas lo que coloca a Vietnam como el treceavo país productor de yuca del mundo. La yuca se usa para consumo humano y animal y también como materia prima de plantas de procesamiento, especialmente de almidones modificados para exportación (Figura 7.8). La capacidad instalada de estas plantas de procesamiento es de cerca de 1 millón de toneladas de raíces por año. Los rendimientos de la yuca en Vietnam son de 16 toneladas en campos de agricultores tradicionales (Figura 7.9) y llegan hasta 27 en campos de agricultores con mejor nivel tecnológico.

Durante esta reunión se visitaron centros de investigación, campos de producción de yuca por agricultores y plantas de procesamiento de almidón. La impresión que causa el rápido avance del sector yuquero Vietnamés es que de seguir con estas tasas de crecimiento, en pocos años van a constituirse en una de las potencias mundiales de producción y procesamiento de yuca.



Figura 7.7 Participantes en la reunión de la red Asiática de investigación de Yuca.



Figura 7.8 Planta de producción de almidón de yuca en Vietnam.

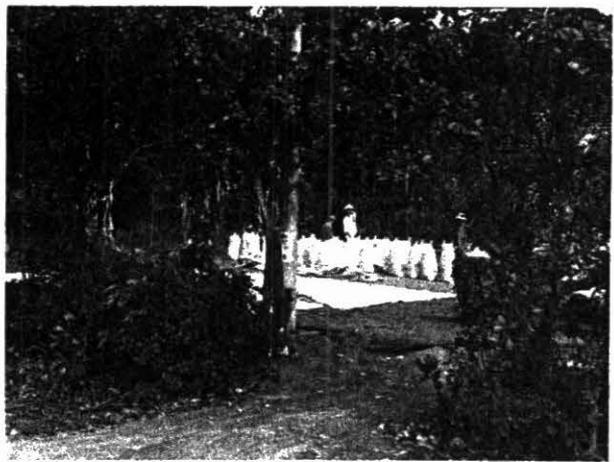


Figura 7.9 Secado de yuca en pisos de cemento a nivel de pequeño productor en

8. ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

8.1 Manejo Postcosecha de la Yuca

Las actividades de Investigación y Desarrollo que CLAYUCA está realizando en esta área han incluido trabajos con tecnologías de procesamiento de almidón de yuca y tecnologías para el procesamiento de harina integral de yuca para uso en la alimentación animal. En esta sección se describen los principales resultados obtenidos en el período junio 1999 a julio 2000.

8.1.1 Tecnología de procesamiento de almidón de yuca

Las actividades realizadas han incluido: prestación de asesorías, coordinación de visitas a plantas procesadoras y participación en eventos de capacitación. Para realizar estas actividades se ha contado con la colaboración de tres instituciones que se destacan por su experiencia de varios años de trabajo en este campo:

- CETEC, Corporación para Estudios Interdisciplinarios y Asesorías Técnicas para la pequeña empresa.
- Universidad del Valle - Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- CIAT-Proyecto de Desarrollo de Agroempresas Rurales.

8.1.2 Tecnología de procesamiento de harina de yuca para uso en la alimentación animal

El uso de la yuca seca como fuente de energía en alimentos balanceados para animales está tomando mucha importancia en Colombia como consecuencia de la gran dependencia que los sectores avícola, porcícola y fabricantes de alimentos balanceados tienen en relación con el uso de cereales importados como la principal materia prima.

El uso de la harina de yuca en la fabricación de alimentos balanceados para animales depende de factores relacionados con los precios del producto (competitividad) y la calidad nutricional. Los precios competitivos para la harina de yuca como ingrediente energético, en comparación con los cereales, pueden obtenerse a través de tecnologías de producción que garanticen un buen rendimiento y bajos costos de producción. Por otro lado, la calidad nutricional de la harina de yuca depende en gran medida de la tecnología de procesamiento empleada. El factor más crítico es el contenido final de los glucósidos cianogénicos (cianuro), el cual según las normas internacionales no debe presentar un valor mayor de 100 ppm.

Hasta ahora, el método más seguro para la eliminación de los glucósidos cianogénicos (cianuro) en el procesamiento de yuca lo constituye el secado natural en pisos de concreto, porque es un proceso lento que demora dos a tres días y permite la acción enzimática endógena que ocurre en los trozos de yuca. Este proceso de detoxificación se inicia tan

pronto como las células de la yuca se rompen en las etapas iniciales del procesamiento y se optimiza en presencia de altos contenidos humedad.

Este es el principal motivo por el cual los sistemas de secado de yuca que eliminan la humedad del producto de forma muy rápida, no permiten un proceso eficiente de detoxificación y es necesario tener mucho cuidado en el contenido final de cianuro del producto seco. Los métodos de secado natural, a pesar de su eficacia para producir harina de yuca de buena calidad nutricional, presentan la desventaja de una capacidad limitada de producción ya que están supeditados a épocas en las cuales las condiciones climáticas sean favorables en términos de ausencia de lluvias y un régimen de humedades relativas bajas. La demanda creciente que se presenta para la harina de yuca por parte de la industria productora de alimentos para animales y los sectores avícola, porcícola y ganadero, hace necesario que se desarrollen métodos de secado artificial de yuca que garanticen una oferta permanente de grandes volúmenes del producto, a precios competitivos con los cereales importados y con parámetros de calidad que permitan un uso seguro en las formulaciones y dietas para alimentación animal.

En base a estas consideraciones, el objetivo que busca CLAYUCA en esta área de trabajo es de "desarrollar y evaluar sistemas de secado (natural, artificial y mixto) que permitan conseguir una calidad adecuada y un costo final de la harina que la haga competitiva frente a los cereales importados".

Para cumplir este objetivo, durante este primer año de trabajo se han evaluado y desarrollado a nivel experimental y piloto, algunos sistemas artificiales de secado. Esta evaluación comprendió la ejecución de cuatro actividades principales:

Probar la eficacia de algunos mecanismos con respecto a su capacidad para eliminar CN con el fin de manejar adecuadamente las condiciones de operación del proceso.

1. Probar el procesamiento de raíces frescas de yuca en base a operaciones de rallado y filtroprensado.
2. Probar la eficiencia de un método de procesamiento de harina de yuca combinando la desintegración de la pulpa de las raíces con la posterior deshidratación en un secador neumático (flash) y uno de lecho fluidizado, sin producción de efluentes contaminantes.
3. Probar el procesamiento de raíces frescas de yuca en base a operaciones de rallado y filtroprensado.

Los principales resultados obtenidos en estos trabajos experimentales se discuten a seguir:

8.1.2.1 Probar la eficacia de algunos mecanismos con respecto a su capacidad para eliminar CN con el fin de manejar adecuadamente las condiciones de operación en el proceso

Objetivos

- Probar la efectividad de la inmersión en agua (remojo), el rallado, el prensado manual y el reposo de los trozos, en los mecanismos de eliminación del cianuro residual durante el proceso de secado.
- Presentar sugerencias sobre los métodos de procesamiento mas adecuados para la producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal, basados en el uso de métodos de secado artificial.

Metodología

El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. Los protocolos de procesamiento utilizados en cada prueba se definieron previamente y aparecen descritos en los diagramas de las paginas siguientes. A continuación se amplía la descripción de cada una de la pruebas.

Prueba No. 1: Se utilizaron rodajas finas de yuca las cuales se sometieron a tres temperaturas del agua de remojo (30, 35 y 45°C), con tres lapsos de tiempo (30 segundos, 1 minuto y 2 minutos). El secado se realizó durante 5, 10 y 15 minutos para cada tratamiento aplicando una corriente de aire caliente (80°C). La fuente de aire de secado se localizó a tres distancias diferentes del recipiente con malla que contenía las rodajas de yuca: 10, 15 y 20 cm (Figura 8.1).

Prueba No. 2: Se utilizaron rodajas finas de yuca las cuales fueron sometidas sólo a una temperatura de remojo (36°C), durante un lapso de tiempo de un minuto. El secado se realizó de forma similar a la prueba No. 1, durante períodos de 10 y 15 minutos para cada tratamiento aplicando la misma corriente de aire caliente. La fuente del aire de secado se localizó a tres distancias diferentes del recipiente con malla que contenía las rodajas de yuca: 10, 15 y 20 cm (Figura 8.2).

Prueba No. 3: Las rodajas finas de yuca sólo se sumergieron en agua a temperatura ambiente durante 30 segundos. Este procedimiento fue básico también en las tres pruebas anteriores. Las rodajas se sometieron a reposo durante 5 y 30 minutos y cada secado se realizó en dos períodos consecutivos de 10 minutos durante los cuales se utilizaron temperaturas de 60 y 160°C, respectivamente. Paralelamente a estos tratamientos se probaron reposos de mayor magnitud: 1, 2 y 3 horas con el mismo tipo de secado (Figura 8.3).

Prueba No. 4: En este ensayo no se utilizaron rodajas finas de yuca sino que las raíces se transformaron en una masa rallada la cual fue prensada manualmente para eliminar la mayor cantidad de agua posible y luego se deshidrató a una temperatura de 70°C durante 20 minutos dentro un horno convencional de ventilación forzada adaptado como secador de lecho fluidizado (Figura 8.4).

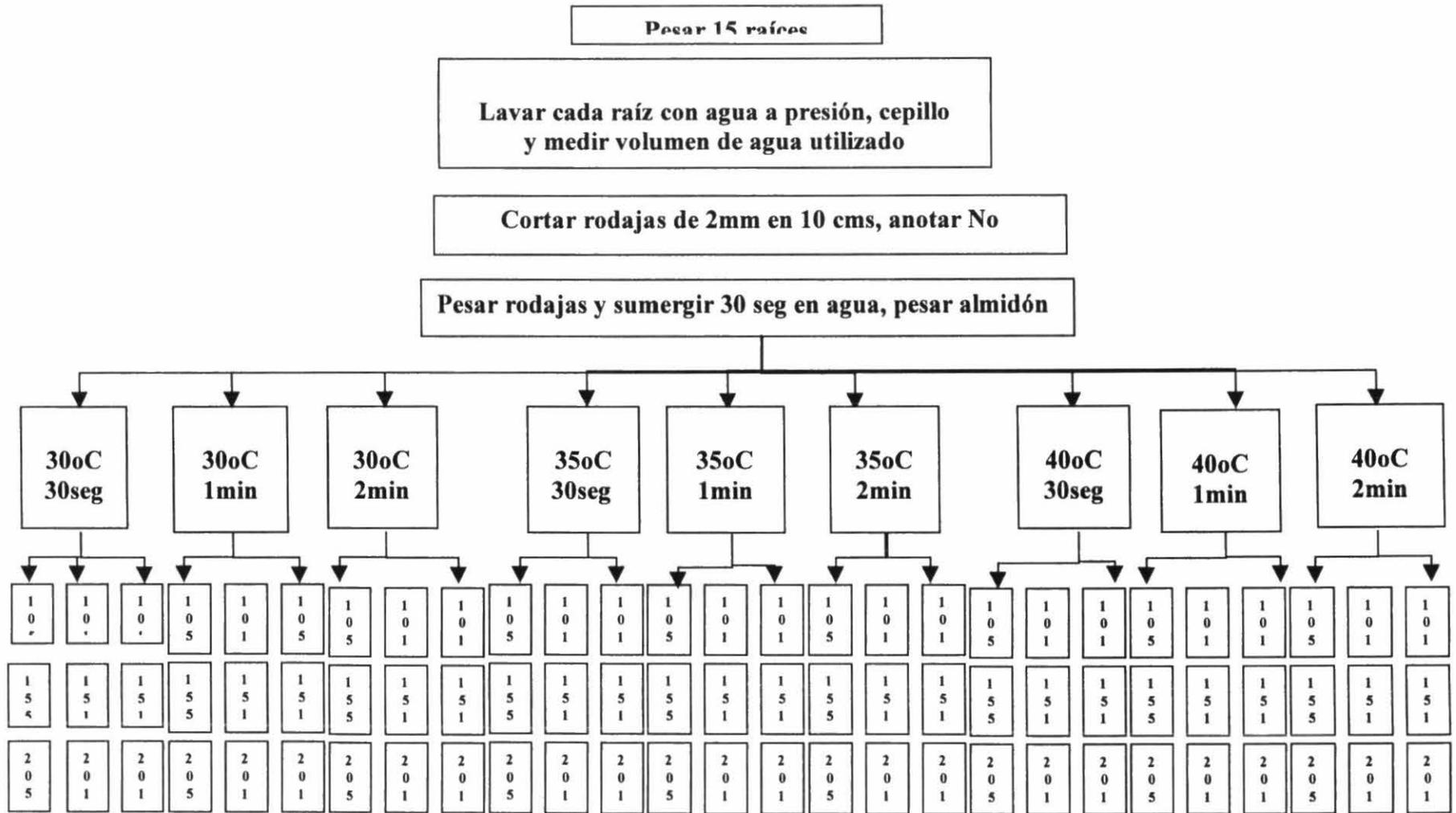


Figura 8.1. Protocolo prueba 1.

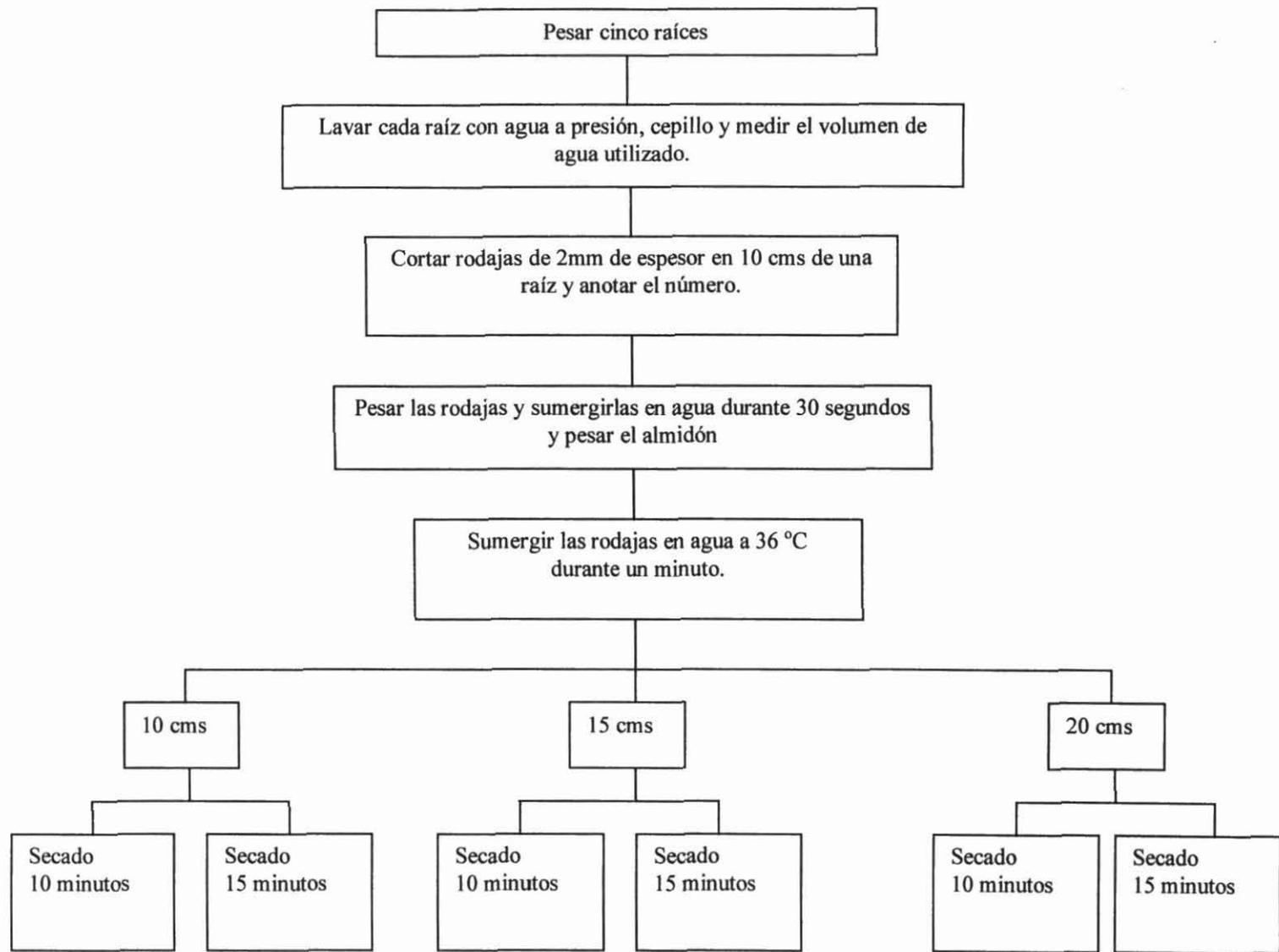


Figura 8.2 Protocolo Prueba 2.

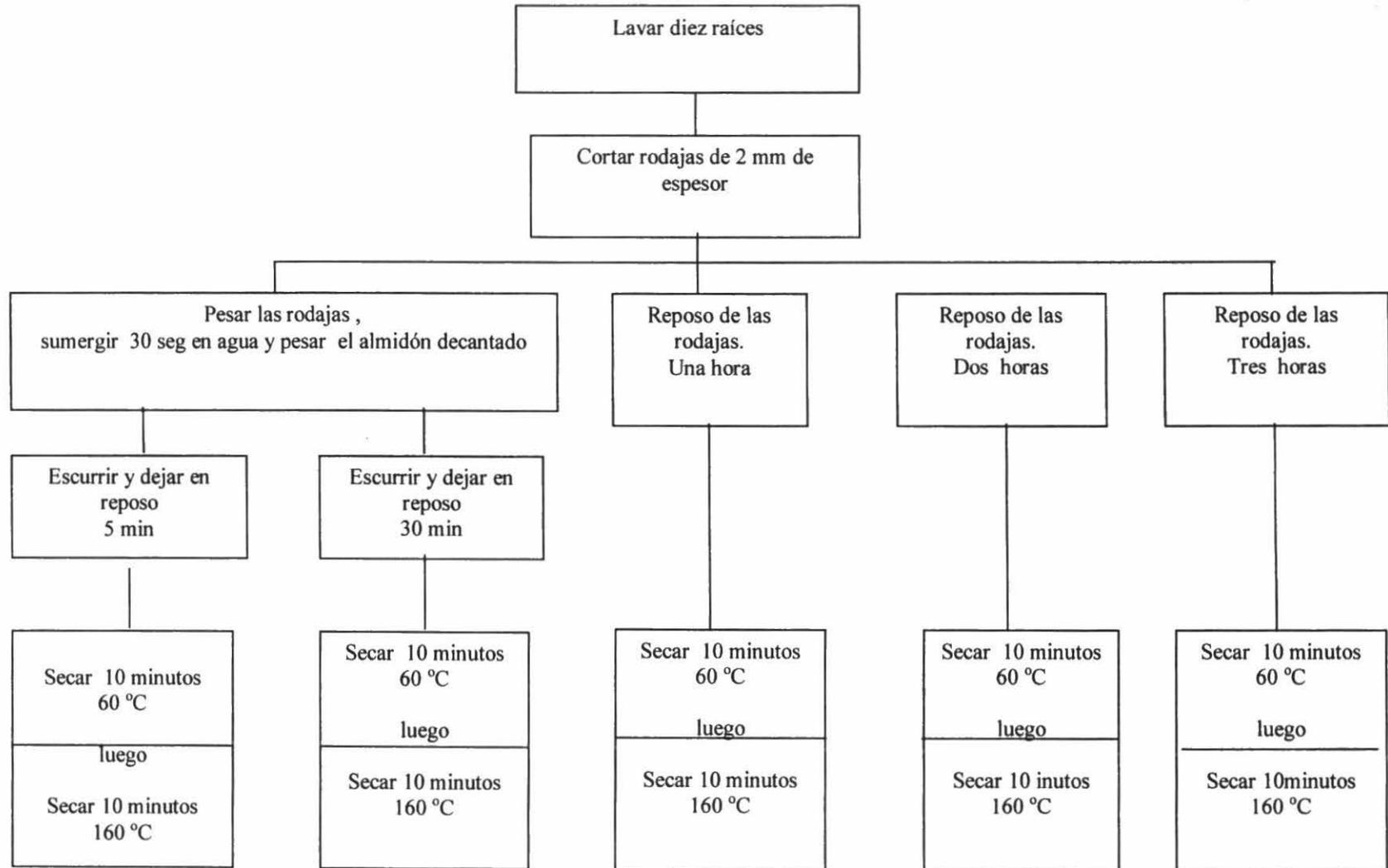


Figura 8.3 Protocolo Prueba 3.

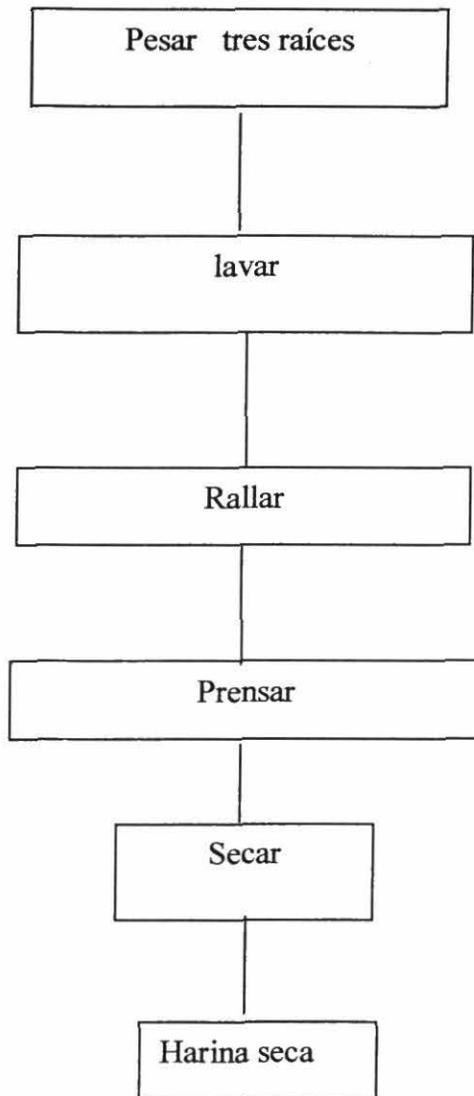


Figura 8.4 Protocolo prueba 4.

Resultados

Los resultados obtenidos en las pruebas número 1, 2 y 3 se presentan en las tablas 8.1 a 8.4, las tablas 8.5, 8.6 y las tablas 8.7 y 8.8, respectivamente.

El análisis de los valores finales de humedad y cianuro de las rodajas indica que a través de estos procesos experimentales no fue posible obtener un producto final con la calidad deseada (CN total < 100 ppm). La variación del contenido de humedad en las rodajas tampoco presentó una disminución apreciable en los diferentes tratamientos lo que permitió calificar como ineficaces a los procesos evaluados, a pesar que se probaron períodos de reposos tan largos como tres horas (Tabla 8.8)

Este pre-acondicionamiento de la materia prima en forma de masa rallada es una práctica muy común en los sistemas de procesamiento de yuca que se utilizan en Brasil.

En la tabla 8.9 se presentan los resultados de la cuarta prueba basándose en operaciones de rallado y prensado con la variedad MCOL-1684, uno de los clones más amargos del Banco de Germoplasma del CIAT. Se observó lo siguiente:

- No obstante que el rallado y el prensado se efectuaron manualmente, el contenido de humedad se logró bajar hasta un 7%(b.h). La reducción de tamaño de las partículas en el rallado facilitó el secado posterior.
- El nivel de CN total descendió a 279 ppm, valor que estuvo por encima de la norma aceptada de 100 ppm, pero es conveniente anotar que el valor inicial de CN total fue muy alto (1080ppm) y que obviamente el prensado manual no se pudo efectuar con la presión que daría una prensa mecánica.

También se llevó a cabo la caracterización de dos variedades de yuca: MCOL 1684 (muy amarga) y la MCOL 22 (dulce). En las tablas 8.10 y 8.11, se presentan las características de los dos clones en términos de los análisis aproximados, contenidos de almidón y presencia de CN en la cáscara, el parénquima y en las raíces integrales. Algunos puntos importantes para destacar de estos resultados son los siguientes:

- La cáscara (corteza) es un componente importante en términos del peso porque representa un 20% (en promedio) del peso total de la raíz íntegra.
- El contenido de proteína de la cáscara seca es alto con valores que oscilan entre un 14 y 18% en base seca. Estos contenidos hacen que la proteína final de la harina integral se eleve en 1 ó 2%.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron se pudieron plantear en ese momento las siguientes conclusiones:

- El rallado y el prensado son opciones que permitirían procesar variedades de yuca con altos contenidos de CN y obtener harina de yuca con estándares adecuados de calidad nutricional.
- La cáscara no debe suprimirse en el procesamiento porque su aporte es importante en términos de nutrientes.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se formuló una fase siguiente de ensayos basados en el filtroprensado de una masa rallada de yuca con el objetivo de caracterizar el agua resultante en la filtración y la evaluación del estado final de la misma masa prensada sometida a un secado artificial rápido.

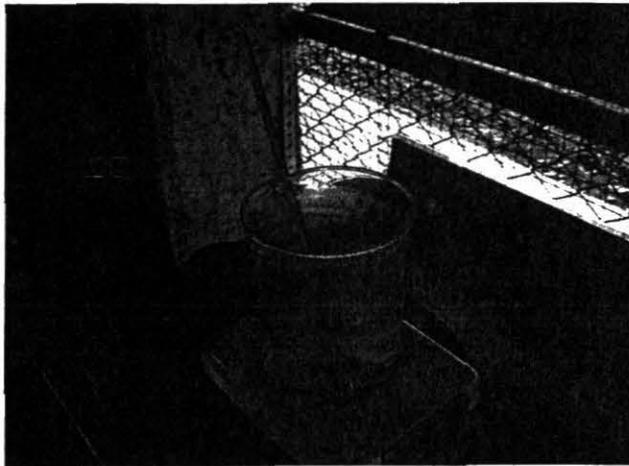


Figura 8.5 Rodajas de yuca sometidas a un remojo en agua con una temperatura de 36°C.



Figura 8.6 Rodajas finas de la pulpa de las raíces de yuca evaluadas en las tres

primeras pruebas.



Figura 8.7 Lectura de absorbancia por medio del espectrofotómetro para determinar la concentración del cianuro final de las muestras.

Tabla 8.1 Resultados del acondicionamiento de las rodajas de la variedad CM 849-1 antes de la inmersión en agua caliente (30, 35 y 40°C).

	Materia Seca %	Cianuro Total ppm	Cianuro Libre ppm
Raíz entera	41.80	828	47
Raíz lavada	39.63	820	66
Rodajas ¹⁾	38.01	800	50
Rodajas 30seg. ²⁾	37.89	780	55

¹⁾ Rodajas recién cortadas.

²⁾ Rodajas sumergidas en agua ambiente durante 30 seg.

Tabla 8.2 Resultados del secado posterior de las rodajas que se sometieron a inmersión en agua a 30°C.

Distancia (cm) ¹⁾	Tiempo de Secado (min.)	Materia Seca %			Cianuro Total ppm		
		30 seg.	1 min.	2 min.	30 seg.	1 min.	2 min.
Inicio		36.68	40.70	37.71	766	690	667
	5	41.62	41.17	33.19	738	682	424
	10	42.18	44.24	43.07	744	642	511
10	15	42.84	46.30	46.47	749	669	620
	5	39.08	41.69	40.23	701	643	582
	10	41.65	45.09	43.79	715	579	612
15	15	46.21	46.27	45.12	667	566	562
	5	42.30	44.15	38.32	684	603	657
	10	44.25	45.11	40.93	642	621	660
20	15	46.43	46.55	46.40	679	649	618

¹⁾ Distancia de la fuente del aire caliente a las rodajas.

Tabla 8.3 Resultados del secado posterior de las rodajas que se sometieron a inmersión en agua a 35°C.

Distancia (cm) ¹⁾	Tiempo de Secado (min.)	Materia Seca %			Cianuro Total ppm		
		30 seg.	1 min.	2 min.	30 seg.	1 min.	2 min.
Inicio		32.72	36.44	38.17	676	761	672
	5	34.80	36.26	40.75	645	740	440
	10	35.47	37.64	42.03	494	471	448
10	15	40.30	38.00	45.41	514	560	461
	5	32.80	31.89	40.19	552	757	472
	10	35.47	32.72	43.35	530	719	464
15	15	38.97	33.80	46.89	640	708	436
	5	35.10	36.25	38.32	639	611	506
	10	36.86	38.45	42.84	569	679	460
20	15	38.42	40.36	44.39	610	598	472

¹⁾ Distancia de la fuente del aire caliente a las rodajas.

Tabla 8.4 Resultados del secado posterior de las rodajas que se sometieron a inmersión en agua a 40°C.

Distancia (cm) ¹⁾	Tiempo de secado (min.)	Materia seca %			Cianuro total ppm		
		30 seg.	1 min.	2 min.	30 seg.	1 min.	2 min.
Inicio		40.78	40.15	36.80	714	739	624
	5	38.41	41.49	37.88	680	728	496
	10	40.67	43.12	39.00	633	557	503
10	15	45.40	45.41	40.87	618	630	491
	5	44.84	41.20	38.27	446	672	552
	10	39.80	44.03	39.76	668	566	536
15	15	43.84	43.99	42.89	595	539	503
	5	40.63	40.32	37.10	665	564	514
	10	42.40	43.35	37.40	621	527	479
20	15	45.58	44.84	40.20	687	519	467

¹⁾ Distancia de la fuente del aire caliente a las rodajas.

Tabla 8.5 Resultados del acondicionamiento de las rodajas de la variedad MCOL 1684 antes de la inmersión en agua caliente a 36°C.

	Materia Seca %	Cianuro Total ppm	Cianuro Libre ppm
Rodajas ¹⁾	38.04	1080	418
Rodajas 1 min. ²⁾	37.27	997	341

¹⁾ Rodajas sumergidas en agua ambiente durante 30 seg.

²⁾ Rodajas sumergidas en agua a 36°C durante 1 minuto.

Tabla 8.6 Resultados del secado posterior de las rodajas que se sometieron a inmersión en agua a 36°C.

Distancia ¹⁾ (cm)	Tiempo Secado (min.)	Materia Seca	Cianuro Total	Cianuro Libre
		%	ppm	ppm
Inicio		36.37	1040	144
	10	56.01	599	147
10	15	62.51	931	92
	10	51.74	1000	64
15	15	58.70	1010	120
	10	50.48	1000	117
20	15	55.79	998	138
Ensayo adicional 1)				
Una hora de reposo		36.93	1100	47
10	15	65.99	969	68
Varias rodajas				
10	20	64.65	904	260
15	20	59.42	904	106

¹⁾ En este ensayo adicional, después de una hora de reposo (sin sumergir) las rodajas se sometían a secado durante 15 y 20 minutos.

Tabla 8.7 Resultados del acondicionamiento de las rodajas de la variedad CM 849-1 antes de la etapa de reposo y secado.

	Materia Seca	Cianuro Total	Cianuro Libre
	%	ppm	ppm
Raíz entera	41.80	828	47
Raíz lavada	39.63	820	66
Rodajas ¹⁾	38.01	800	50
Rodajas 30seg ²⁾	37.89	780	55

¹⁾ Rodajas recién cortadas.

²⁾ Rodajas sumergidas en agua ambiente durante 30 seg.

Tabla 8.8 Resultados del secado posterior de las rodajas que se sometieron a inmersión en agua a temperatura ambiente y posterior reposo.

	Materia Seca %			Cianuro Total ppm			Cianuro Libre ppm		
	Inicio	60°C	160°C	Inicio	60°C	160°C1	Inicio	60°C	160°C
		10 min.	10 min.		10 min.	0 min.		10 min.	10 min.
Rodajas									
5 min. 1)	38.75	42.26	50.26	607	529	482	78	56	77
Rodajas									
30 min. 2)	41.24	42.30	43.56	596	525	464	50	39	73
1 hr.									
Reposo 3)	34.47	37.94	38.63	614	559	425	66	50	74
2 hr.									
Reposo 3)	41.31	44.31	52.94	599	553	449	59	40	87
3 hr.									
Reposo 3)	37.73	42.78	51.30	574	564	446	74	65	60

¹⁾ Reposo de las rodajas después de sumergir en agua: 5 minutos .

²⁾ Reposo de las rodajas después de sumergir en agua: 30 minutos.

³⁾ Las rodajas no se sumergieron en agua. Sólo se aplicaron reposos de 1 a 3 horas.

Tabla 8.9 Resultados del proceso de producción de harina de yuca en base a operaciones de rallado y filtro-prensado llevado a cabo con la variedad MCOL 1684.

	Materia Seca %	Cianuro Total ppm	Cianuro Libre ppm
Raíz fresca	38.04	1080	418
Masa rallada	37.39	814	456
Masa prensada	32.63	508	199
Harina seca	93.46	279	32

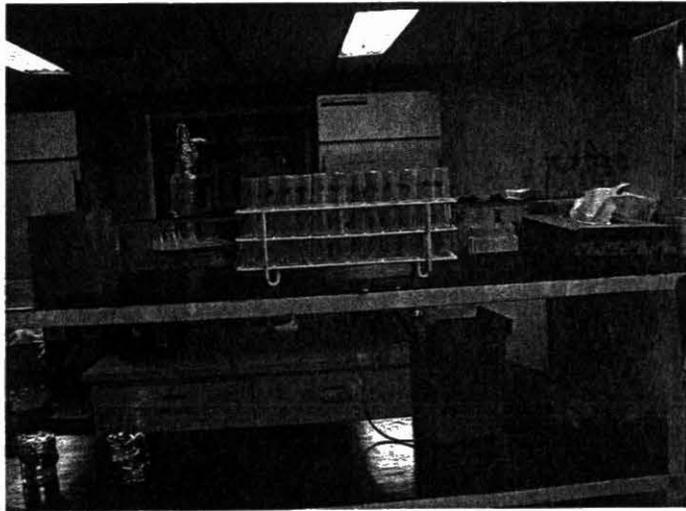


Figura 8.8 Muestras listas para realizar la lectura espectrofotométrica.

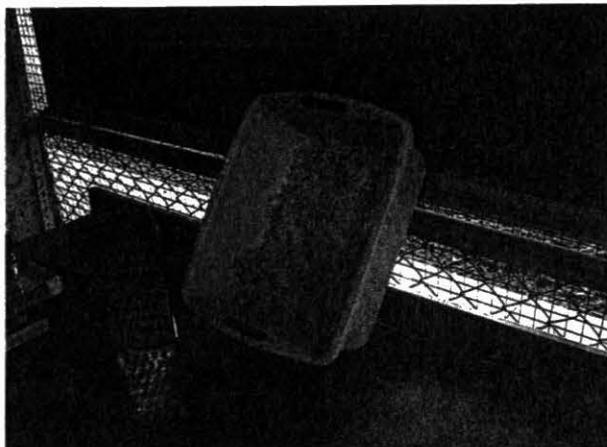


Figura 8.9 Pulpa rallada de yuca.

Tabla 8.11 Calidad de la harina de variedad MCOL 22, edad: 12 meses.

		Reaplicación	Promedio*
Materia Seca (%) b.h			38.70
Almidón (%) b.h			36.46
Rendimiento (kg/ha)			28.43
Perénquima (%)			79.83
Cáscara	Fresco	Cianuro total (ppm)	3017
		Libre (ppm)	209.83
		Libre (%)	5.83
		Azúcares Totales (%)	4.80
		b.s	
	Seco	Reductores (%) b.s.	127.58
		Almidón (%) b.s.	65.00
		Contenido de Humedad (%) b.h.	72.85
		Cianuro total (ppm)	2005
		Libre (ppm)	301.67
Parénquima	Seco	Libre (%)	15.00
		Proteína (%) b.s.	15.18
		Extracto Etéreo (%) b.s.	5.34
		Fibra Cruda (%) b.s.	8.79
		Ceniza (%) b.s.	4.97
Parénquima	Fresco	Cianuro total (ppm)	141
		Libre (ppm)	11.67
		Libre (%)	8.17
		Azúcares Totales (%) b.s	1.47
		Reductores (%) b.s.	0.45
	Seco	Almidón (%) b.s.	94.33
		Contenido de Humedad (%) b.h.	58.47
		Cianuro total (ppm)	34
		Libre (ppm)	6.67
		Libre (%)	20.33
Raíces Integrales (sin peridermo)	Fresco	Proteína (%) b.s.	5.08
		Extracto Etéreo (%)	0.64
		b.s.	
		Fibra Cruda (%) b.s.	1.58
		Ceniza (%) b.s.	1.77
	Seco	Cianuro total (ppm)	560
		Libre (ppm)	103.17
		Libre (%)	19.20
		Azúcares Totales (%)	78.50
		b.s	
Seco	Reductores (%) b.s.	0.48	
	Almidón (%) b.s.	83.83	
	Contenido de Humedad (%) b.h.	59.73	
	Cianuro total (ppm)	217	
	Libre (ppm)	24.50	
Seco	Libre (%)	11.50	
	Proteína (%) b.s.	6.63	
	Extracto Etéreo (%)	1.54	
	b.s.		
	Fibra Cruda (%) b.s.	2.23	
		Ceniza (%) b.s.	2.09

* El promedio fue obtenido de 6 muestras, éstas fueron secadas a 60°C durante 24 h.

8.1.2.2 Probar el procesamiento de raíces frescas de yuca en base a operaciones de rallado y filtroprensado

Objetivos

- Evaluar el procesamiento de las raíces en base a operaciones de rallado y filtroprensado.
- Caracterizar la capacidad de contaminación de las aguas del efluente generado y sus implicaciones en un proceso a nivel comercial.

Las pruebas se realizaron en las instalaciones del CIAT (Proyecto Agroempresas Rurales) e incluyeron la evaluación de 20 clones de yuca, con diferentes contenidos de cianuro en parénquima y raíces, de acuerdo a los datos existentes en el Banco de Germoplasma de Yuca del CIAT.

Variedades evaluadas

A continuación se presenta el listado de las variedades de yuca que se evaluaron en las pruebas (Tabla 8.12).

Tabla 8.12. Variedades evaluadas durante los ensayos.

Variedad		Variedad	
01	MCOL 1505	11	SM 643 -17
02	CM 523-7	12	SM 653 -14
03	MBRA 12	13	SM 1479 - 8
04	MCOL 1684	14	SM 1565 - 17
05	CM 6370 - 2	15	CM 8151 - 1
06	CM 5655 - 4	16	MEZCLA 2 *
07	CM 6740 - 7	17	MEZCLA 1 *
08	CM 7951 - 5	18	SM 1647 - 1
09	CM 7514 - 7	19	SM 1669 - 5
10	CM 849 - 1	20	SM 1690 - 13

* Las mezclas 1 y 2 se prepararon por medio de la combinación de pequeñas cantidades de 7 variedades en el caso de la mezcla 1 y de 6 variedades en el caso de la mezcla 2. Todas las variedades utilizadas en las mezclas presentaron valores altos de cianuro en el parénquima fresco.

Descripción del proceso en las pruebas

A continuación se describen las etapas del proceso establecido para las pruebas.

Cosecha

Todas las variedades fueron suministradas por el Proyecto de Mejoramiento de Yuca del CIAT. Las raíces frescas llegaban a la planta de proceso en las primeras horas de la mañana.

Lavado

Las raíces de cada variedad se lavaron en un tanque de cemento aplicando agua a presión sobre la superficie de la forma como se puede apreciar en la Figura 8.10.

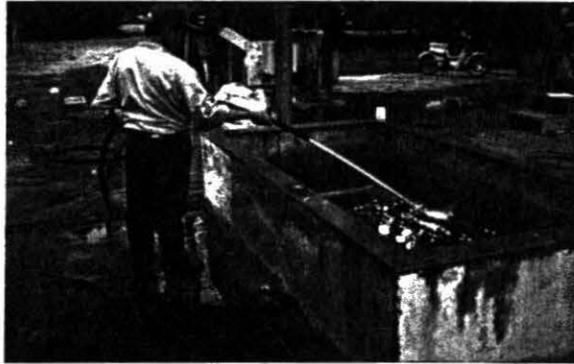


Figura 8.10 Lavado de las raíces.

El objetivo de este lavado fue quitar totalmente la tierra y otras materias extrañas que pudieran disminuir la calidad final del producto.

Rallado de las raíces

Las raíces se alimentaron al rallador una por una en forma manual porque la tolva de alimentación era muy pequeña y además la disposición particular del rodillo de esa máquina obligaba a empujar las raíces permanentemente (Figura 8.11).



Figura 8.11 Proceso de rallado de raíces.

Homogeneización de la masa rallada

Con el fin de homogeneizar el tamaño de las partículas de la masa rallada, ésta se sometió a una molienda en un pequeño molino de martillos dotado con una criba de agujeros con diámetros de 3/16 de pulgada. De esta manera se redujeron de tamaño las porciones grandes de cáscara y fibra que lograron pasar por el rallo (Figura 8.12).



Figura 8.12 Proceso de homogenización.

Filtración y prensado

La filtración y el prensado se realizaron en un pequeño filtro-prensa de propiedad de la empresa PROTON que se encuentra vinculada a CLAYUCA. El filtro-prensa se instaló junto a un compresor de mediana capacidad perteneciente al taller de vehículos del CIAT (Figura 8.13).



Figura 8.13 Máquina filtro-prensa.

La masa homogeneizada dentro de una caneca plástica se alimentaba al filtro-prensa por medio de una bomba neumática que la comprimía con una presión del aire que fluctuaba entre 80 y 115 psi (libras por pulgada cuadrada). Por el lado opuesto del filtro se disponía de una cubeta de plástico que recogía el agua resultante en filtración (Figura 8.14).

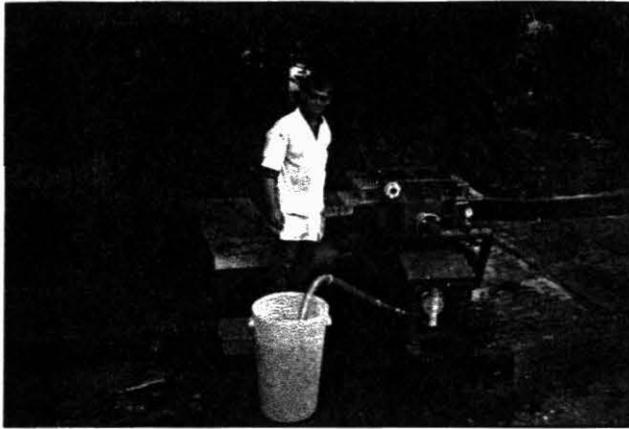


Figura 8.14 Alimentación de la máquina filtro-prensa.

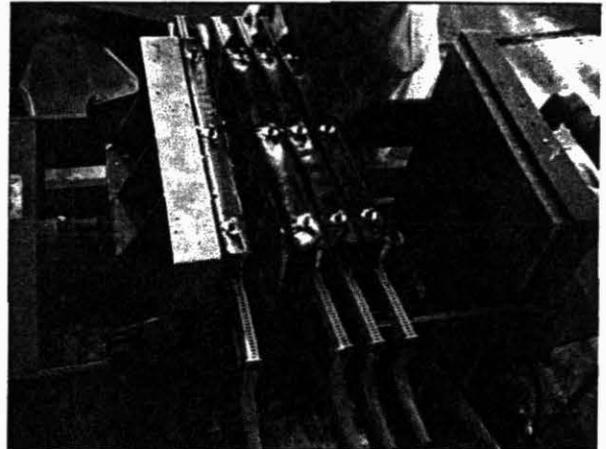
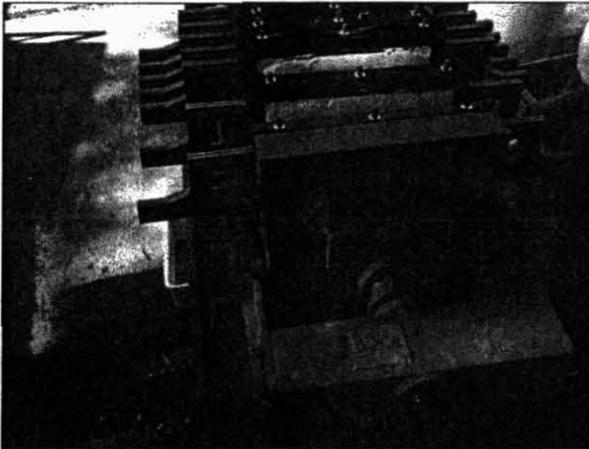


Figura 8.15 Vistas del filtro prensa.

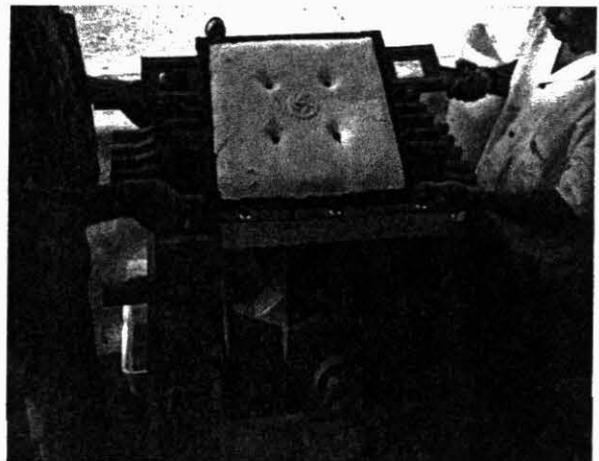
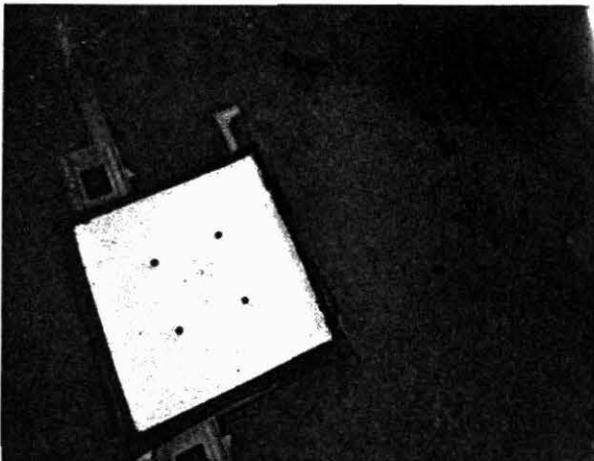


Figura 8.16 Tortas de yuca.

Al final de la operación de prensado (Figura 8.17), se registraba el peso de las tortas y se almacenaban en un cuarto frío. Las aguas provenientes de la filtración, se recogían y debidamente marcadas se enviaban al laboratorio HIDROAMBIENTAL Ltda. para que realizaran la caracterización correspondiente.



Figura 8.17 Empacado de la torta.

Desintegrado de la torta prensada

Las tortas prensadas se desintegraron mediante un molino de martillos de mediano tamaño sin criba de selección (Figura 8.18). Esta operación se ejecutó para acondicionar el material para el secamiento artificial en un secador de tipo Flash.

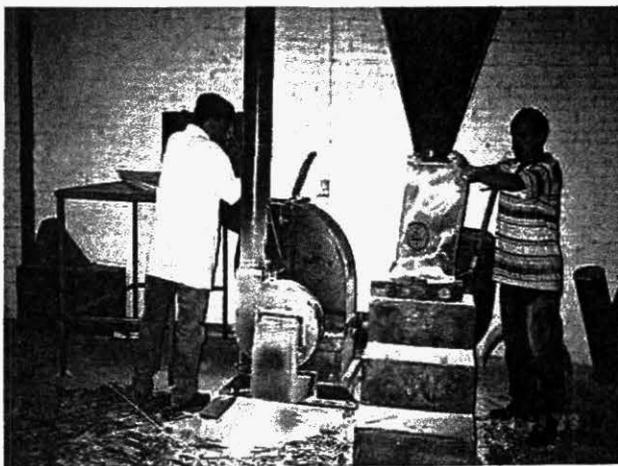


Figura 8.18 Desintegrado por molino de martillos.

Secamiento

El secado de la masa prensada finamente molida (Figuras 8.19 y 8.20) se llevó a cabo en un secador neumático (tipo Flash) propiedad de la Compañía Industrial Nacional de Alimentos (Cinal-Yupi). Las instalaciones están localizadas en el Parque Industrial del Cauca. El secamiento se efectuó solamente a las primeras catorce (14) variedades. Con las seis variedades restantes sólo se llegó hasta el prensado.

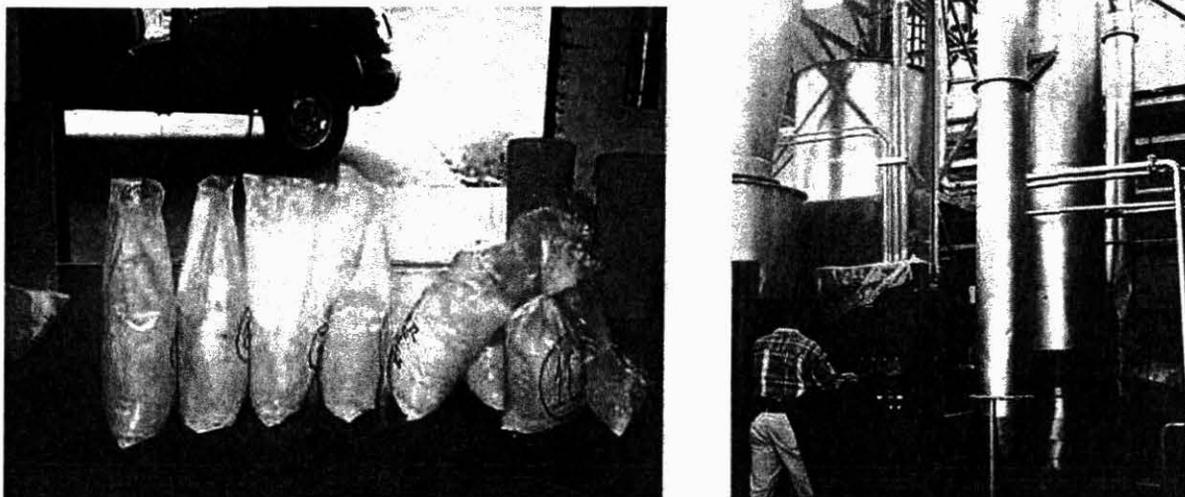


Figura 8.19 Secado de masa desfarelada lista para secar y secador neumático tipo flash.

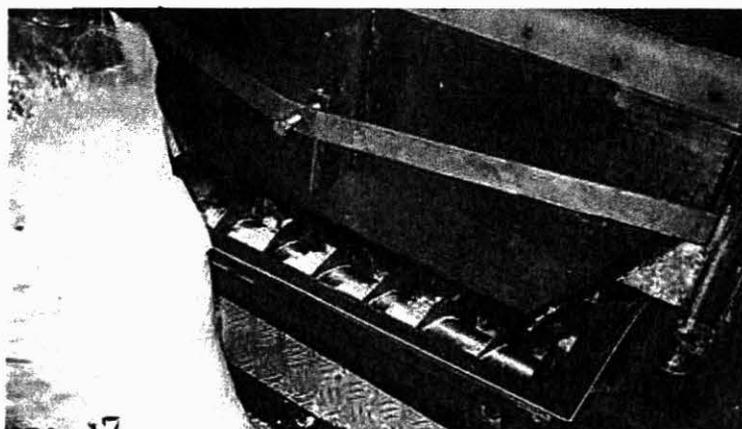


Figura 8.20 Tornillo sin fin que alimenta a los secadores neumáticos.

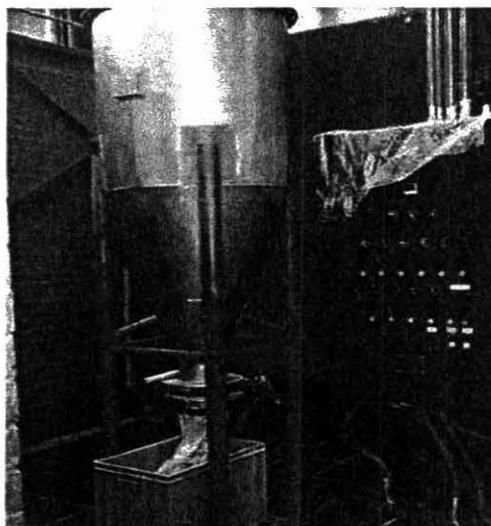


Figura 8.21 Tolva de recolección del secador neumático y tablero de control.

La duración del secamiento de cada material fue 5 (cinco) segundos con temperaturas que fluctuaron entre 185 y 204 grados centígrados, generando una harina muy seca, de gran fluidez.

Almacenamiento

Finalmente, las harinas de yuca se almacenaron en una bodega propiedad del proyecto Agroempresas Rurales (CIAT).

Toma de muestras

De cada variedad se tomaron muestras en la entrada y salida para cada una de las fases de proceso, que luego se enviaron al laboratorio del Proyecto Agroempresas Rurales (CIAT), donde se realizaron posteriormente los respectivos análisis.

Análisis de resultados

Las tablas 8.18 presenta los resultados de humedad inicial en cáscara y parénquima y los valores de cianuro total y libre de las 18 variedades utilizadas en los trabajos. Las tablas 8.19 a 8.28. de estas variedades presentan los resultados obtenidos para contenido de cianuro de estas variedades en las diferentes fases del proceso. Los datos obtenidos permiten las siguientes consideraciones:

Comparación del cianuro de la cascara y el parénquima

Definitivamente, la corteza ejerce gran influencia sobre las características finales de la harina integral (tabla 8.18). Su aporte en términos del peso en fresco, representa en promedio un 20 % del peso total de la raíz (tablas 8.10 y 8.11). Con relación a los contenidos de cianuro, se

presentaron grandes diferencias entre las variedades evaluadas y también se encontraron diferencias muy grandes entre los contenidos de cianuro de las cáscaras y el parénquima. Como ejemplo, podemos citar que algunas variedades con parénquima de 100 ppm de CN presentaron valores de cianuro en la cáscara entre 1200 a 600 ppm. Aún no se conoce como influye el cianuro de la cáscara y el poder de su actividad enzimática sobre el resto del parénquima para llegar a niveles altos de cianuro libre en el producto integral. En el caso del presente estudio, no se puede correlacionar nada con respecto a este punto.

Análisis del comportamiento del cianuro en el proceso

Las dos fig. 8.23 y 8.24 y 2 muestran los cambios en las concentraciones del cianuro total y del cianuro libre durante las fases del proceso para las variedades MBRA 12 y CM 523-7 como casos representativos de lo que ocurrió con el resto de las variedades evaluadas. El incremento del cianuro libre fue apreciable en la operación del rallado. Esto indica que el rompimiento de las paredes celulares fue total y permitió la reacción plena de la linamarasa con el glucósidos cianogénicos o linamarina produciéndose el cianuro libre (HCN) que luego se eliminó fácilmente en las etapas posteriores.

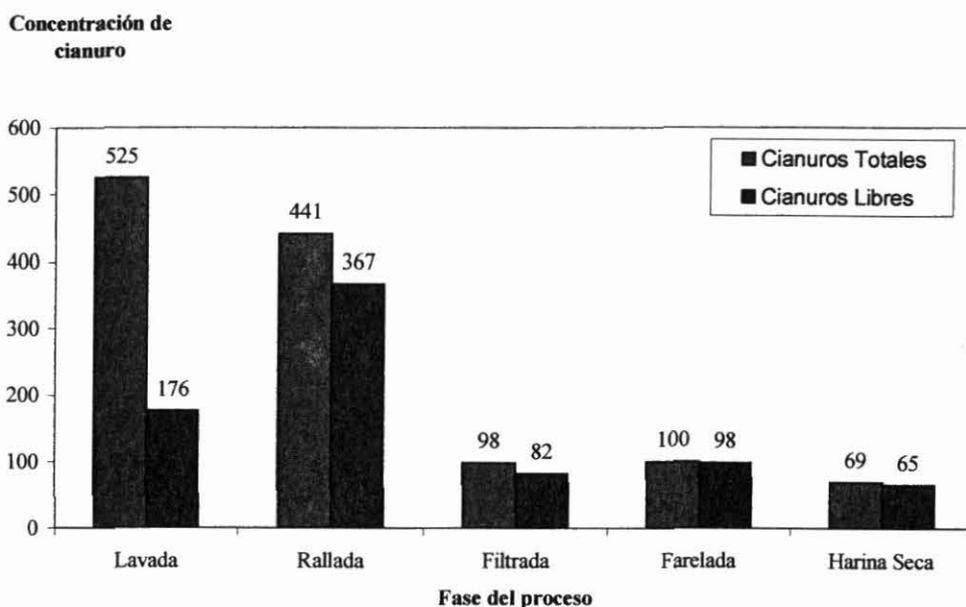


Figura 8.22 Concentración de cianuro por cada fase del proceso de la variedad MBRA12.

La figura 8.22, muestra que la concentración de cianuro libre, en la yuca lavada, frente al cianuro total esta en un porcentaje del 33.5%. Esto implica que la linamarasa actuó sobre un 33.5% de la linamarina (cianuro ligado) presente, generando ácido cianhídrico. En la etapa de la filtración el porcentaje del cianuro libre aumentó al 83.7%. Finalmente, en la harina seca este porcentaje llegó a un valor del 94.20%.

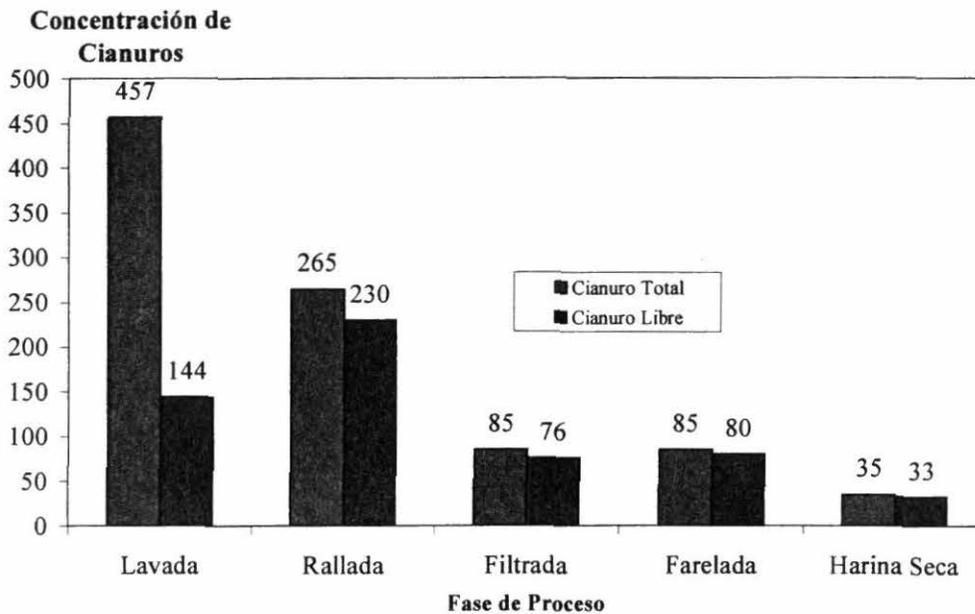


Figura 8.23 Concentración de Cianuros por cada Fase de Proceso de la CM523-7.

La figura 8.23, muestra que la concentración de cianuro libre, en la yuca lavada, frente al cianuro total estuvo en un porcentaje del 31.5%. En cuanto a la fase de rallado, este porcentaje aumentó a 87% y en la harina seca el cianuro libre llegó a un valor final 94.3%.

En la tabla 8.13 se presentan los valores de las concentraciones del cianuro libre para todas las variedades que fueron evaluadas. Como puede apreciarse, en la operación del rallado se dio el mayor incremento del cianuro libre. En el resto de las fases el incremento fue mas gradual hasta llegar a la harina donde los valores en porcentaje superaron en promedio el 87%, con la excepción de la variedad CM 1565-17.

Con el fin de establecer un control y una guía para comparar la eficacia del filtroprensado, se secaron los trozos de las variedades en forma natural sobre un piso de concreto para comparar finalmente los contenidos de cianuro en los productos secos. La tabla 8.14 registra los valores tanto para la harina obtenida por vía artificial como para los trozos secos producidos en el secado natural.

El secado natural al sol mostró nuevamente su eficacia en la eliminación del cianuro total llevando sus concentraciones a niveles menores de 31 ppm con altos porcentajes de cianuro libre. Con el proceso artificial de filtroprensado los valores finales del cianuro total fueron dos o tres veces superiores a los secado natural, pero no superaron las 100 ppm de la norma.

También se presentaron porcentajes altos de cianuro libre, muy parecidos a los del secado natural.

Tabla 8.13 Variación del cianuro libre a través del proceso de producción de harina para consumo animal.

Variedad	Porcentaje del Cianuro Libre por Etapa del Proceso			
	Raíz Lavada	Masa Rallada	Torta Filtro-prensada	Harina Seca
CM6740-7	28	58	58	97
CM5655-4	25	68	87	91
MCOL1684	53	93		97
CM523-7	32	87	89	94
MCOL1505	30	67	71	98
MBRA12	36	83	84	94
CM6370-2	29	98	87	87
CM7951-5	26	73	97	98
CM7514-7	23	84	87	88
CM849-1	9	67	72	100
SM643-17	25	93	85	98
SM653-14	21	97	83	88
SM1479-8	28	92	92	88
SM1565-17	23	80	81	78

Tabla 8.14 Concentraciones de cianuro total y libre en la harina y los trozos secos de las variedades evaluadas durante el ensayo de filtro-prensado.

VARIEDAD	Harina 1)		Trozos 2)	
	CN total (ppm)	CN libre (ppm)	CN total (ppm)	CN libre (ppm)
CM 6740-7	35	34	13	12
CM 5655-4	45	41	16	15
MCOL1684	95	92	27	26
CM 523-7	35	33	25	22
MCOL1505	45	44	27	25
MBRA12	69	65	29	28
CM6370-2	53	47	13	9
CM7951-5	64	63	19	15
CM7514-7	32	28	19	16
CM849-1	50	50	31	15
SM643-17	45	44	17	16
SM653-14	34	30	19	12
SM1479-8	33	29	13	12
SM1565-17	37	29	16	15

1 harina producida en el proceso de filtro-prensado.

2 Trozos secados al sol sobre un patio de cemento.

Con relación a la disminución del contenido de agua, la operación de filtro-prensado disminuyó la humedad de la masa a niveles que fluctuaron entre 46 y 51% en base húmeda (Tabla 8.15). La compresión funcionó con presiones de 80 a 110 libras por pulgada cuadrada (psi). El nivel final de humedad no dependió de la humedad inicial de la masa rallada sino del tiempo de compresión y de la presión empleada.

Tabla 8.15 Disminución del contenido de humedad por el efecto del filtro prensado.

Variedad	Contenido de humedad en b. h.(%)	
	Raíz entera	Masa filtro prensada
CM 6740-7	67	46
CM 5655-4	62	50
MCOL 1684	71	49
CM 523-7	60	48
MCOL 1505	57	50
MBRA 12	63	47
CM 6370-2	61	47
CM 7951-5	66	49
CM 7514-7	59	44
CM 849-1	63	46
SM 643-17	63	46
SM 653-14	58	49
SM 1479-8	62	49
SM 1565-17	65	51
SM 1669-5	68	49
SM 1690-13	59	48
SM 1647-1	54	46

Niveles de contaminación del agua de lavado

Durante la etapa de lavado se tomaron muestras del efluente resultante, para todas las variedades de yuca procesadas. En la tabla 8.29 se describe la caracterización completa del efluente para la variedad MBRA 12.

La caracterización presenta una concentración de sólidos totales equivalentes a 4550 ppm indicando que el contenido de impurezas no implica solamente tierra adherida a la raíz sino también una cantidad de sólidos procedentes de la cáscara de la raíz los cuales provienen de la concentración de cianuros disueltos por el agua de lavado, en una concentración de 33 (ppm) partes por millón.

Fuera de los cianuros, el agua presenta una concentración de fenoles de 0,020 ppm, que en el momento de recircular esta agua de lavado, puede llegar a valores superiores de 250 ppm. Estas concentraciones de contaminación hacen que la demanda biológica y demanda química alcancen valores equivalentes a 1200 ppm y 1410 ppm respectivamente.

Estos valores indican que no es conveniente recircular el efluente proveniente del lavado y que es más aconsejable llevar este efluente al tanque de homogeneización de la planta de tratamiento de aguas mezclándolo con el efluente del filtro prensado.

Niveles de contaminación del agua del filtro prensado

La caracterización de los efluentes generados en la operación de filtro prensado, por cada una de las variedades referenciadas en la tabla 8.29, muestran que el efluente con mayor carga de contaminación provino de la variedad CM 6740 – 7. Esta caracterización muestra una concentración en sólidos totales equivalente a 71820 ppm, que genera un incremento en la demanda química de 5957 ppm. Este incremento se debe al proceso de acidificación originada por el ácido cianhídrico, en el momento de la realización del análisis del efluente. Esta variación hay que tenerla en cuenta para la fase de homogeneización, que no debe

requerir demasiado tiempo para no elevar los costos de la fase fisicoquímica por el consumo de reactivos.

Se puede observar claramente que los contenidos de carga contaminante de los efluentes generados por las diferentes variedades, son supremamente elevados y que la única manera de manejar los efluentes consistiría en un sistema de tratamiento combinado, compuesto por una fase fisicoquímica primaria y una segunda fase biológica de tipo aeróbica.

La justificación de este diseño del tratamiento radica en el hecho que se debe llevar a cabo primeramente la neutralización de los cianuros, realizando una coagulación previa, para luego precipitarlos en forma de ferro-cianatos para su floculación. Al inhibir la acidificación del efluente, éste se debe someter a la fase biológica, compuesta por un reactor aeróbico y posteriormente una etapa de clarificación, recirculando los lodos generados en esta fase a la del reactor. Este sistema es conocido mundialmente como *manto de lodos activados*, con el fin de reducir la cantidad de lodo producido por las bacterias. Con este tratamiento, se puede lograr una carga contaminante final en la demanda biológica de oxígeno inferior a las 50 ppm y en lo que se refiere a sólidos totales y a la demanda química se pueden alcanzar valores inferiores a las 100 partes por millón.(tabla 8.16).

Tabla 8.16. Límites máximos de las características que debe cumplir el agua de desecho para vertirse a un río.

Parámetro	Límites
Demanda bioquímica de oxígeno - DBO	< 50ppm
Demanda química de oxígeno - DQO	<100ppm
PH	6 a 8
Sólidos suspendidos	<100ppm
Sólidos totales	<200ppm
Fenoles	Cero
Cianuro total	Cero
Cianuro libre	Cero

Costos

La tabla 8.17 presenta los resultados del análisis económico(costos de inversión y costos de operación) para una planta productora de harina de yuca basada en esta tecnología de filtro prensado y con una producción anual extrapolada de 50000 tn.

Tabla 8.17 Análisis económico de una planta productora de harina de yuca basada en la tecnología de filtoprensado con una capacidad de 50.000 toneladas/año.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Total	Costo total
			Col S	USDS
Costo del equipo	peso col		8,500,000,000.00	4,047,619.05
Costo mantenimiento preventivo	peso col	0.04	340,000,000.00	161,904.76
Tiempo de amortización	anos	5		
Valor del retorno anual	peso col		2,040,000,000.00	971,428.57
Producción / hora	Ton	8.33		
Producción por turno	Ton	66.67		
Producción por día	Ton	200.00		
Días de operación por año	Días	250		
Producción anual	Ton	50000		
Retorno inversión / ton	peso col		40,800.00	19.43
Costo total de procesamiento	peso col		62,825.29	29.92
Costo de materia prima / ton	peso col		104,400.00	49.71
Total costo de harina int. / ton	peso col		167,225.29	79.63
Valor de venta / ton	peso col		191,100.00	91.00
Utilidad / ton	peso col		23,874.71	11.37
Utilidad anual	peso col		1,193,735,400.00	568,445.43

Conclusiones

De acuerdo a los análisis de inversión, se descarta esta propuesta, ya que el valor de la inversión es elevado, sin contemplar las áreas requeridas, obras civiles e instalaciones.

El retorno por inversión en tonelada producida sería \$40.800,00 o 19,43 dólares, generando una utilidad muy baja por tonelada de harina integral producida que alcanzaría una cifra de 11,37 dólares.

Otro de los factores por los cuales se descarta esta tecnología, es que el 45 % del valor total de la inversión en equipos, lo constituiría el valor de la planta de tratamiento de los efluentes líquidos, lo que implica que el 45% del valor de retorno por tonelada de harina anual, correspondía a un costo no aplicable directamente a la elaboración de la misma harina.

Tabla 8.18 Contenidos de humedad y concentraciones de Cianuro total y libre en la cáscara y el parénquima de las variedades evaluadas.

Número	Variedad	Cáscara			Parénquima		
		CN total ppm	CN libre Ppm	Humedad % b.h.	CN total ppm	CN libre ppm	Humedad % b.h.
1	CM-6740-7	977	309	68	107	14	68
2	CM-5655-4	2284	495	68	184	17	59
3	Mcol-1684	1782	660	73	772	26	60
4	Mbra-12	1973	232	72	470	38	66
5	Mcol-523-7	409	235	65	423	19	59
6	McOL-1505	986	99	69	121	18	58
7	CM-6370-2	1035	215	76	95	17	65
8	CM-7951-5	2225	340	65	659	43	62
9	CM-7514-7	1224	318	68	101	18	58
10	SM-653-14	690	150	71	95	15	59
11	CM 849-1	895	321	73	97	12	60
12	SM-643-17	2218	291	74	329	40	60
13	SM 1479-8	616	172	71	98	21	64
14	SM-1565-17	851	188	67	154	16	66
15	SM-1669-5	1385	305	70	225	54	64
16	SM-1647-1	1009	340	59	200	54	53
17	SM-1690-13	672	183	66	114	26	57
18	CM-8151-1	781	175	no	116	8	no

Tabla 8.19. Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades CM 6740-7 y CM 5655-4.

Variable	CM 6740-7				CM 5655-4			
	[CN] Total	[CN] Libre	% Almidón	% B.S	[CN] Total	[CN] Libre	% Almidón	% B.S
Raíz Lavada	153	43		43.02	520	131		38.04
Trozos integrales	216	64		40.09	373	173		37.79
masa Rallada	69	4	66	40.31	313	212	68	36.69
masa Filtrada	40	23	61	53.8	86	75	66	49.76
Torta Farulada	35	32		55.16	78	66		56.01
Harina Seca	35	34		87.66	45	41		95.41

Tabla 8.20. Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades MCOL 1684 y MBRA 12.

Variable	MCOL 1684				MBRA			
	[CN] Total	[CN] Libre	% Almidón	% B.S	[CN] Total	[CN] Libre	% Almidón	% B.S
Raíz Lavada	734	403		28.67	525	176		37.19
Trozos integrales	319	240		37.3	493	180		33.76
Masa Rallada	557	518	67	37.5	441	367	66	36.23
Masa Filtrada	530	213	63	50.82	98	82	59	52.54
Torta Farulada	200	164		53.33	100	98		53.71
Harina Seca	95	92		80.4	69	65		99.65

Tabla 8.21 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades CM 523-7 y MCOL 1505.

Variable	MCOL523-7				MCOL1505			
	[CN]	[CN]	%	% B.S	[CN]	[CN]	%	% B.S
	Total	Libre	Almidón		Total	Libre	Almidón	
Y lavada	457	144		40.59	257	76		44.76
Trozos	484	175		34.37	194	83		45.49
Masa rallada	265	230	63	39.75	265	177	64	43.56
Masa Filtrada	85	76	52	52.4	56	40	62	49.63
Torta Farulada	85	80		53.9	56	55		49.44
Harina seca	35	33		98.6	45	44		95.9

Tabla 8.22 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades CM 6370-2 y CM 7951-5.

Variable	CM 6370-2				CM 7951- 5					
	[CN]	[CN]	%	% B.S	[CN]	Total	[CN]	Libre	% Almidón	% B.S
	Total	Libre	Almidón		Total	Libre	% Almidón	% B.S		
Raíz Lavada	245	71		39.39	454	119				23.8
Trozos integrales	230	119		35.41	320	189				39.97
Masa Rallada	162	159	72	35.4	162	119	69		39.05	
Masa Filtrada	53	46	60	53.27	64	62	68		51.39	
Torta Farulada	52	44		56.34	64	60			56.01	
Harina Seca	53	47		84.06	64	63			86.81	

Tabla 8.23 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades CM7514-7 y SM 653-14.

Variable	CM 7514-7				SM 653-14			
	[CN]	[CN]	%	% B.S	[CN]	[CN]	%	% B.S
	Total	Libre	Almidón		Total	Libre	Almidón	
Raíz Lavada	267	61		41.11	178	37		41.97
Trozos integrales	165	108		44.5	208	107		41.41
Masa Rallada	91	76	67	42.41	69	67	64	41.1
Masa Filtrada	47	41	46	55.67	35	29	57	51.36
Torta Farulada	47	31		67.6	34	32		52.31
Harina Seca	32	28		90	34	30		99.86

Tabla 8.24 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades CM 849-1 y SM 643-17.

Variable	CM 849-1				SM 643-17			
	[CN]	[CN]	%	% B.S	[CN]	[CN]	%	% B.S
	Total	Libre	Almidón		Total	Libre	Almidón	
Raíz Lavada	241	22		36.78	341	84		41.83
Trozos Integrales	273	83		38.3	472	241		42.36
Masa Rallada	138	93	70	36.41	145	135	60	41.36
Masa Filtrada	54	39	62	54.26	47	40	52	54.63
Torta Farulada	55	51		56.69	45	42		56.66
Harina Seca	50	50		85.79	45	44		98.45

Tabla 8.25 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades SM 1479-8 y SM 1565-17.

Variable	SM 1479-8				SM 1565-17			
	[CN]	[CN]	%	%	[CN]	[CN]	%	%
	Total	Libre	Almidón	B.S	Total	Libre	Almidón	B.S
Raíz Lavada	240	66		37.75	346	81		35.45
Trozos integrales	180	89		39.31	280	97		34.41
Masa Rallada	75	69	68	36.35	148	119	67	32.77
Masa Filtrada	37	34	58	51.39	37	30	55	49.18
Torta Farelada	37	35		52.69	37	32		51.7
Harina Seca	33	29		94.27	37	29		95.9

Tabla 8.26 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades SM 1669-5 y SM 1647-1.

Variable	SM 1669-5				SM 1647-1			
	[CN]	[CN]	%	%	[CN]	[CN]	%	%
	Total	Libre	Almidón	B.S	Total	Libre	Almidón	B.S
Raíz Lavada	454	128		31.58	411	114		46.33
Trozos integrales								
Masa Rallada	132	115		33.93	386	241		43.12
Masa Filtrada	60	53		51.07	75	58		54.12
Torta Farelada	58	54		53.64	74	70		
Harina Seca								

Tabla 8.27 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las variedades SM 1690-13 y CM 8151-1.

Variable	SM 1690-13				CM 8151-1			
	[CN]	[CN]	%	%	[CN]	[CN]	%	%
	Total	Libre	Almidón	B.S	Total	Libre	Almidón	B.S
Raíz Lavada	206	72		41.11	157	74		44.31
Trozos Integrales								
Masa Rallada	139	130		39.49	67	46		41.1
Masa Filtrada	45	43		52.42	45	35		51.34
Torta Farelada								
Harina Seca								

Tabla 8.28 Variación de las concentraciones del cianuro y del contenido de humedad durante el procesamiento de las mezclas 1 y 2.

Variable	MEZCLA 1				MEZCLA 2			
	[CN]	[CN]	%	%	[CN]	[CN]	%	%
	Total	Libre	Almidón	B.S	Total	Libre	Almidón	B.S
Masa Rallada	1083	710		31.14	1325	1050		30.83
Masa Filtrada	221	151		51.58	343	262		51.1
Farelada	172	141		51.31	217	207		43.45

Tabla 8.29 Caracterización de las aguas producidas (efluente) en el filtroprensado de la masa rallada de yuca.

Variedad	Parámetros de calidad.								
	Ph	T (°C)	DBO5 (ppm)	DQO (ppm)	Sól Tot (ppm)	Sól susp (ppm)	Fenoles (ppm)	CN total (ppm)	CN libre (ppm)
CM 6740-7	6.11	28	65982	777777	71820	17960	0.099	38	26
CM 5655-4	5.91	26	59614	68918	65800	16500	0.036	no	no
MCOL 1684	6.18	26	58466	67985	60780	18000	0.026	71	60
MBRA 12	7.3	32	49880	59829	57850	13667	0.190	42	41
CM 523-7	6.15	28	58482	67118	67240	15900	0.060	306	31
MCOL 1505	6.49	26	22150	27734	26960	6470	0.110	265	29
CM 6370-2	6.04	26	41712	68900	65580	15080	0.102	37	35
CM 7951-5	6.18	26	nm	77824	76470	14800	0.053	19	15
CM 7514-7	6.04	26	59539	72000	65790	17172	0.061	18	12
SM 653-14	5.73	26	60150	64637	64680	16820	0.076	24	22
CM 849-1	6.33	26	47968	55383	53560	28600	0.233	14	10
SM 643-17	5.81	26	57850	62149	62900	14401	0.142	23	21
SM 1479-8	6.13	26	45608	49229	49640	12418	0.140	21	13
SM 1565-17	5.9	25	47505	52319	52200	12208	0.053	17	16
Mezcla 1								243	156
Mezcla 2								289	234
Características químicas de las aguas producidas en el lavado de algunas de las variedades procesadas por filtroprensado									
MBRA 12	7.7	28	1200	1410	4550	420	0.020	62	33
MCOL 1505								16	5
MCOL 1684								71	60
CM 6370-2								44	37
CM -6740-7								40	30
CM 7951-5								36	28
CM 7514-7								6	3

8.1.2.3 Evaluar el procesamiento de yuca para producción de harina sin generación de efluentes contaminantes

Objetivos

- Caracterizar el comportamiento de varios tipos de trozos de yuca (incluida la pulpa desintegrada) bajo la acción de algunos secadores artificiales comerciales.
- Evaluar la eficacia del procesamiento para eliminar el cianuro inicial contenido en las raíces de yuca

Este trabajo se realizó en dos fases. En la **primera fase**, se evaluó el comportamiento de dos tipos de trozos sometidos a temperaturas altas y caudales grandes de aire empleando dos secadores artificiales: un secador de lecho fluidizado (Empresa Lloreda S.A.) y un secador neumático -tipo flash (Empresa Yupi). En la **segunda fase**, se probó la deshidratación de la pulpa desintegrada en dos sistemas de secado tipo laboratorio y se llevaron a cabo algunas pruebas adicionales en el mismo secador neumático de la empresa Yupi. En ambas fases se procesaron variedades de yuca con contenidos variables e cianuro (CN). Para servir de punto de comparación en relación con el cianuro final en la harina de yuca, se complementaron los ensayos con secado natural sobre piso de cemento.

Primera Fase

Las raíces de yuca fueron desintegradas con ayuda de una picadora de yuca convencional con el disco trozador dotado de cuchillas acanaladas que produjeron tiras muy delgadas de 4-5 cm de longitud con espesores de un milímetro (trozo tipo Méjico). Se utilizó también otro tipo de trozo que se obtuvo desintegrando las raíces con un molino de martillos convencional dotado con una criba con agujeros de ½ pulgada de diámetro.

En el secador de lecho fluidizado, ninguno de los dos materiales presentó un comportamiento adecuado. Las tiras muy finas (trozo tipo Méjico) en la medida que perdían humedad se entrelazaban entre sí formando capas gruesas que no fluían por el interior de las cámaras de secado. La temperatura de 80 °C del aire afectó levemente el almidón porque se notaba que alguna porción de los trozos se gelatinizaban. Cuando el almidón se gelatiniza en la superficie de las partículas, el flujo de humedad del centro del material al exterior se interrumpe. Por otro lado, las partículas del material molido un poco gelatinizadas también se unían y formaban porciones muy grandes y éstas tampoco se desplazaban fácilmente sobre la superficie de las mallas perforadas del secador de lecho.

La tabla 8.30 registra los valores de los contenidos de humedad y CN de las variedades evaluadas al momento de la reducción de tamaño de las raíces frescas (trozo picado y trozo molido) y el CN final después del secado en patio de cemento. La tabla 8.31 muestra los resultados después del proceso artificial de la MBRA 383 en el secador de lecho fluidizado de Lloreña S.A.

Tabla 8.30 Contenidos de humedad y niveles de CN en los materiales de las variedades evaluadas al momento de la reducción de tamaño y al final del secado natural en patio de cemento.

Variedad	Material	C.H. % b.h. Inicial	CN Total		CN Total Final ppm	CN Libre Final Ppm
			Inicial ppm	C.H % b.h. Final		
CM 523-7	trozo	60	128	9	5	4
	molido	60	130	12	6	6
MPER 183	trozo	65	162	11	9	7
	molido	64	169	13	4	3
CM 3306-4	trozo	58	115	11	6	4
	molido	59	124	15	4	3
MBRA 383	trozo	63	267	10	10	6
	molido	62	206	18	6	5
SM 1460-1	trozo	59	349	12	14	11
	molido	61	329	14	16	12
CASCARILLA		71	73			

Tabla 8.31 Contenidos de humedad y niveles de CN en el procesamiento de la variedad MBRA 383 al momento de la reducción de tamaño y final del secado en lecho fluidizado.

Variedad	Material	C.H. % b.h.	CN total inicial	C.H. % b.h.	CN total final	CN Libre Final
		Inicial	ppm	Final	ppm	ppm
MBRA 383	Trozo	63	269	9	43	39
	Molido	62	228	5	27	22

Con relación a la prueba del secador neumático (tipo-flash) de la empresa YUPI, se puede decir también que la experiencia fue interesante porque a pesar de las dimensiones tan pequeñas de los trozos no fue posible secarlos en uno o dos pases por el sistema a pesar de las altas temperaturas y los elevados caudales que se aplicaron. La tabla 8.32 registra los resultados del secado en patio de cemento y la tabla 8.33 muestra los resultados después del proceso artificial de la CM 523-7 en el secador flash de la empresa YUPI.

Tabla 8.32 Contenidos de humedad y niveles de ácido cianhídrico de las variedades evaluadas en la empresa Yupi secadas en forma natural sobre un patio de cemento.

Variedad	Material	CH % b.h.	CN Total	CH % b.h.	CN Total Final	CN Libre Final
		Inicial.	Inicial ppm	Final	ppm	ppm
MPER 183	trozo	59	148	7	19	17
	molido	59	157	11	21	17
CM 3306-4	trozo	55	99	8	11	8
	molido	55	99	11	12	9
MBRA 383	trozo	58	182	9	17	12
	molido	58	169	9	14	11
SM 1460-1	trozo	56	242	12	31	28
	molido	56	213	10	39	33

Tabla 8.33 Contenidos de humedad y niveles de CN obtenidos en el proceso con un secador Flash con la variedad CM 523-7 (empresa Yupi).

Variedad	Material	CH % b.h.	CN Total	CH % b.h.	CN Total Final	CN Libre Final
		Inicial	Inicial ppm	Final	ppm	ppm
CM 523-7	trozo	56	86	15	14	11
	molido	57	84	12	24	20

El cianuro libre representó la mayor parte del cianuro total en la mayoría de los resultados para los dos tipos de secado. Por lo tanto, el contenido de CN ligado fue también muy bajo. De nuevo se evidenció el efecto que tiene una buena reducción de tamaño de las raíces sobre la capacidad para eliminar el cianuro inicial. En el secado artificial se muestran los valores mas altos de cianuro total final porque el tiempo tan corto no permitió la eliminación del alto porcentaje del cianuro libre que se había formado.

Como se comentó anteriormente, el secador de lecho no funcionó adecuadamente con estos tipos de trozos, pero con relación al secador flash, éste arrastró muy bien los trozos tipo mejicano y el material molido; sin embargo no fue posible secarlos en menos de tres pases por dos razones: a) los trozos fueron "demasiado grandes" para un tiempo de exposición tan corto y b) la gelatinización que se produjo debido a la alta humedad inicial del material (

mayor de 60% en base húmeda). A pesar que la temperatura de secado estuvo por encima de los 180 °C, las concentraciones finales de CN total estuvieron por debajo de 24 ppm. De nuevo, el CN libre compuso en un 80 % el valor del CN total. Esto refuerza el concepto que el tipo de trozo es un factor muy importante para manejar la eliminación de los compuestos cinogénicos en la raíces frescas de yuca.

Segunda Fase

En este segundo ensayo también se decidió manejar el secado de la masa rallada por la eficacia que mostró para reducir los altos contenidos de cianuro en las evaluaciones anteriores del proceso con filtro-prensado. No se realizó el lavado y destocoado de las raíces frescas. Las raíces sólo se rasparon con el filo de un cuchillo.

En este ensayo se llevaron a cabo dos evaluaciones. En la primera se utilizaron las variedades HMC-1, CM 6740-7 y la MCOL 1684. En la segunda, el número de clones se amplió a siete (7) : MCOL 1684, MPER 183, HMC-2, MVEN 25, CM 849-1, MBRA 12 y la MCOL 1513. Las variedades fueron suministradas por el Banco de Germoplasma del CIAT.

Para esta etapa del proceso se utilizaron algunos equipos tipo laboratorio, una malla perforada, una pequeña fuente de aire caliente forzado, tramos de tubo de pvc y un secador de lecho fluidizado propiedad de PROTON.

Con los equipos anteriores se probó a nivel de laboratorio la posibilidad de manejar este producto en secadores artificiales como el Flash y lecho fluidizado. Las pruebas se llevaron a cabo en dos ocasiones y se tomaron muestras para los respectivos análisis de humedad y cianuro. Se estimaron caudales y temperaturas para determinar las que serían las mejores condiciones de operación en los secadores artificiales. El diagrama de flujo siguiente registra el proceso al cual fueron sometidos los materiales de las variedades evaluadas.

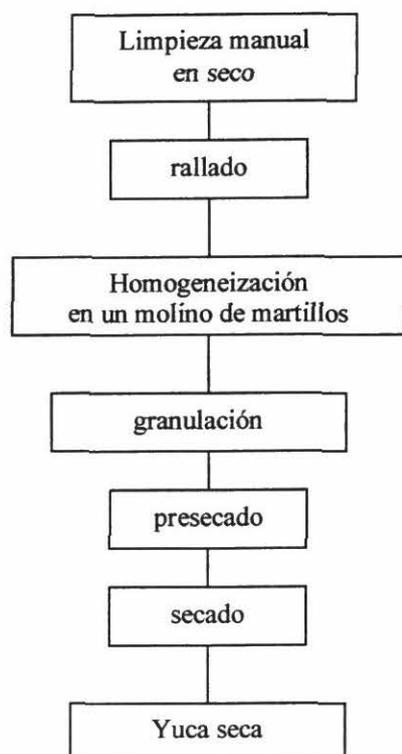


Figura 8.24 Diagrama de flujo del proceso de producción de harina integral.

A continuación, en la tabla 8.34 se muestran los resultados de eliminación de CN en la primera evaluación.

Tabla 8.34 Resultados del primer ensayo del secado artificial.

Variedad	Etapa del proceso	CH % b.h	CN Total	
			(ppm)	CN Libre (ppm)
CM 340-30	Raíz	64	574	117
	Desintegrado	64	316	250
	Presecado	30	85	65
	Secado	5	68	59
HMC-1	Raíz	64	417	103
	Desintegrado	70	518	399
	Presecado	23	50	47
	Secado	4	27	14
CM 6740-7	Raíz	71	490	143
	Desintegrado	63	466	463
	Presecado	44	168	165
	Secado	4	19	15
MCol 1684	Raíz	63	546	164
	Desintegrado	62	519	517
	Presecado	42	308	303
	Secado	3	60	46

Las tres variedades presentaron valores intermedios de CN inicial, inclusive la MCOL 1684 que es una de las variedades mas altas en CN que posee actualmente el Banco de Germoplasma del CIAT. Los resultados fueron sorprendentes porque desde la misma operación de desintegración ya el cianuro libre componía la mayor parte del cianuro total en el producto.

En la parte final se decidió realizar la segunda evaluación con siete nuevas variedades con un rango mas amplio de CN totales iniciales. En la tabla 8.35 se muestran los resultados.

Tabla 8.35 Resultados del segundo ensayo del secado artificial.

Variedad	Etapas del Proceso	CN Total (ppm)	CN Libre (ppm)	CH % b.h
MCOL 1684	Raíz	532	300	70
	Desintegrado	782	685	69
	Presecado	78	67	23
	Secado	44	32	8
MPER - 183	Raíz	240	101	68
	Desintegrado	200	168	67
	Presecado	33	32	39
	Secado	22	17	7
HMC - 2	Raíz	178	63	69
	Desintegrado	164	143	67
	Presecado	11	8	20
	Secado	7	4	2
MVEN - 25	Raíz	1272	500	67
	Desintegrado	1326	1211	64
	Presecado	258	207	25
	Secado	81	65	4
CM 849-1	Raíz	396	198	66
	Desintegrado	362	296	64
	Presecado	49	42	25
	Secado	26	21	6
MBRA 12	Raíz	435	152	68
	Desintegrado	435	417	67
	Presecado	97	91	40
	Secado	32	27	4
MCOL 1513	Raíz	652	210	76
	Desintegrado	474	445	73
	Presecado	95	84	39
	Secado	33	31	3

Los resultados se repitieron en términos de los bajos niveles de cianuro en el producto seco. La MVEN-25 que es un clon muy amargo, produjo una harina con 65 ppm de cianuro total,

las cuales 64 ppm correspondieron a cianuro ligado. En el resto de las variedades, las harinas tuvieron contenidos de cianuro ligado menores de 27 ppm.

De las 10 variedades probadas en este segundo ensayo, a ocho de ellas se les sometió a secado natural sobre bandejas inclinadas. La tabla 8.36 consigna los resultados de los contenidos finales de cianuro total y libre.

Tabla 8.36 Eliminación de CN en el secado natural sobre bandejas inclinadas.

Variedad	CH%		CN libre (ppm)
	b.h.	CN Total (ppm)	
MCOL 1684	14	23	22
MVEN 25	13	16	15
MPER 183	14	6	4
CM 849-1	14	5	3
HMC-2	14	3	1
MBRA 12	8	19	18
MCOL 1513	8	18	15
CM 523-7	15	33	27

El cianuro ligado se redujo casi a cero por los altos valores finales del cianuro libre. El secamiento natural por su lentitud, permitió actuar durante mas tiempo a la enzima y llegar a niveles mas reducidos de cianuro ligado.

Conclusiones y Recomendaciones

Con base en las experiencias realizadas, con un proceso rápido de secado para obtener harina integral de yuca se puede afirmar lo siguiente:

- Con elevados contenidos de humedad del trozo(> 45%) las temperaturas altas de secado producen gelatinización.
- La inclusión de un tiempo de reposo después del trozado liberaría una gran cantidad de agua y generaría problemas con un efluente contaminante.
- Para llegar a recomendar un proceso adecuado de producción de harina integral de yuca sin generación de efluente contaminante se sugiere realizar una fase experimental adicional a través de la construcción de una planta piloto en la cual se puedan variar los tiempos de permanencia y las temperaturas del aire para establecer una curva de comportamiento enzimático que permita manejar el producto sin alterar las propiedades químicas de los almidones presentes (evitar modificaciones).

8.1.2.4 Proyecto planta piloto para la obtención de harina integral de yuca para consumo animal. sin generación de efluentes

Introducción

Los resultados obtenidos en los trabajos experimentales con la tecnología de procesamiento de harina de yuca, usando el proceso de filtro prensado de masa rallada de yuca, permitieron obtener dos conclusiones importantes: a) el proceso de prensado permite una eliminación eficiente del cianuro, reduce un porcentaje considerable de la humedad de la yuca y facilita la

fase posterior de secado hasta obtener una harina de yuca con contenidos adecuados de cianuro, y b) los costos de inversión de una planta de procesamiento de harina de yuca basada en esta tecnología resultan muy elevados, especialmente por el costo adicional de procesamiento de los efluentes los cuales tienen un alto poder contaminante (taninos, sólidos suspensos, compuestos cianogénicos).

Basado en estos resultados, en CLAYUCA se inició una fase posterior de investigación para diseñar un proceso industrial que pudiera cumplir con dos requisitos fundamentales: costos de inversión más bajos y sin generación de efluentes. En esta sección se describen los resultados obtenidos en esta fase experimental:

Objetivos

- Producir harina integral de yuca al mas bajo costo posible y de optima calidad.
- Evaluar el comportamiento de las diferentes variables del proceso que inciden directamente sobre el costo final del producto.
- Caracterizar la calidad de la harina de yuca y su relación con el tipo de variedades utilizadas.
- Evaluar el equipo en la obtención de harinas a partir de follaje de yuca.
- Evaluar el comportamiento del proceso en otro tipo de alimentos como: papa, batata, arracacha, achira y plátano, para la obtención de harinas para consumo animal y humano
- Capacitar y diseminar la información relevante a grupos de productores, procesadores, consumidores, técnicos, empresarios y otros sectores interesados en el desarrollo de la yuca y de otras raíces y tubérculos de valor comercial.

Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo del proceso aparece en la figura 8.25.

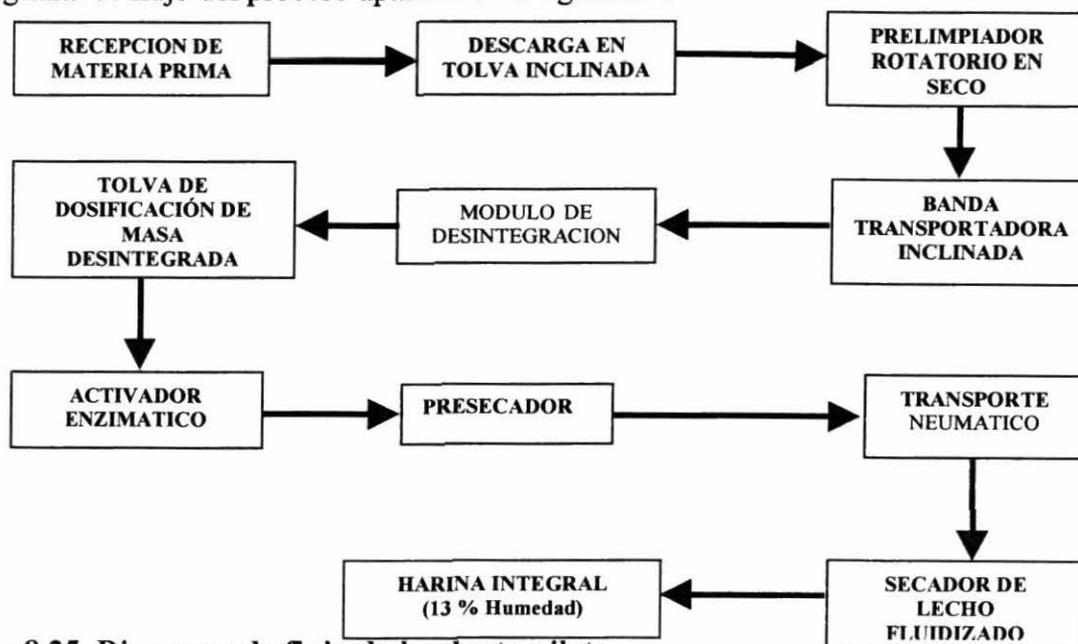


Figura 8.25. Diagrama de flujo de la planta piloto.

Descripción del proceso

El proceso de producción de la harina se compone de las siguientes etapas que se describen a continuación:

- Recepción
- Prelimpieza.
- Acondicionamiento.
- Detoxificación
- Presecado
- Secado, Aclimatación Y Empaque.

➤ Recepción

Las raíces de yuca, en sacos de 40-50 kg , se colocan en la plataforma de descarga la cual, a través de una boca ancha, las hace llegar hasta una bandeja inclinada. 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 (Ver Figura 8.26).

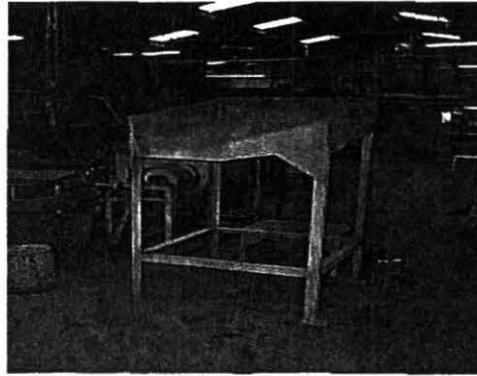


Figura 8.26 Bandeja inclinada.

➤ Limpieza

Las raíces entran luego en un tambor de barrotos, el cual gira a muy baja revolución, y tiene un ángulo mínimo de inclinación, para que la raíz, tan pronto entre al tambor, inicie su rotación, liberando rápidamente la tierra y el barro adheridos a su superficie. El barro y la tierra, se liberan por la zona inferior del tambor. Al final del período de giro del tambor, las raíces son recibidas en una banda transportadora que las conduce a la fase siguiente del proceso (Figura 8.27).

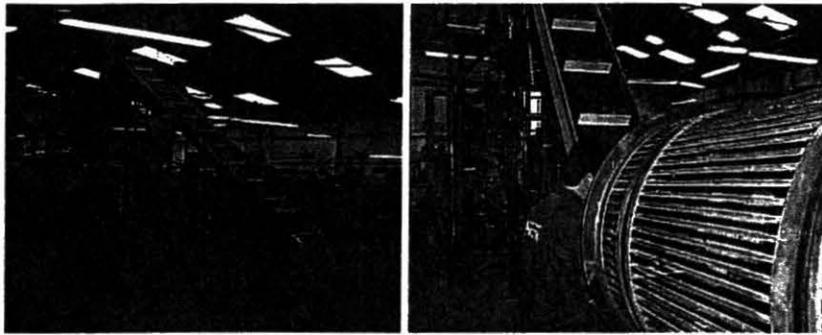


Figura 8.27 Limpieza de raíces.

➤ **Acondicionamiento de las Raíces**

Esta fase del proceso consta de dos etapas continuas. La primera es la reducción de tamaño de las raíces a través de un triturador que las transforma en pequeñas partículas. La segunda fase es el desintegrado de estas partículas para destruir toda la pared celular del parénquima, corteza y pulpa, generando una más homogénea. (Ver Figura 8.28)

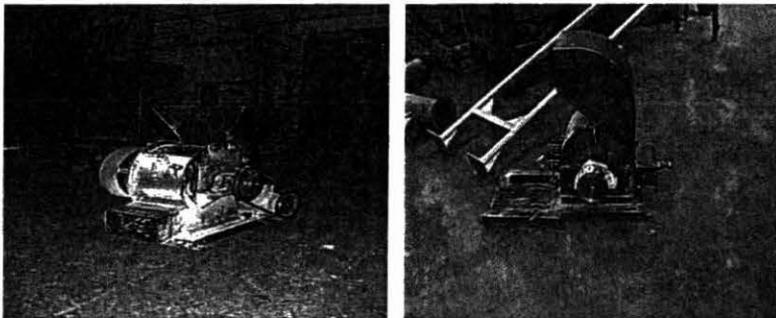


Figura 8.28 Acondicionamiento de las raíces.

➤ **Decodificación**

Este proceso se realiza con el fin de optimizar la actividad enzimática, en la cual la enzima Linamarasa, actúa sobre la estructura del Glucósido Cianogénico, en condiciones de atmósferas controladas, con el fin de lograr la máxima velocidad en la reacción, y finalmente llegar a liberar el ácido cianhídrico, y así eliminar el grado de toxicidad de la harina integral. (Ver Figura 8.29). El principio de operación de este reactor enzimático está basado en el contacto directo del aire a una temperatura determinada, con una masa de producto que está siendo trabajada 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.

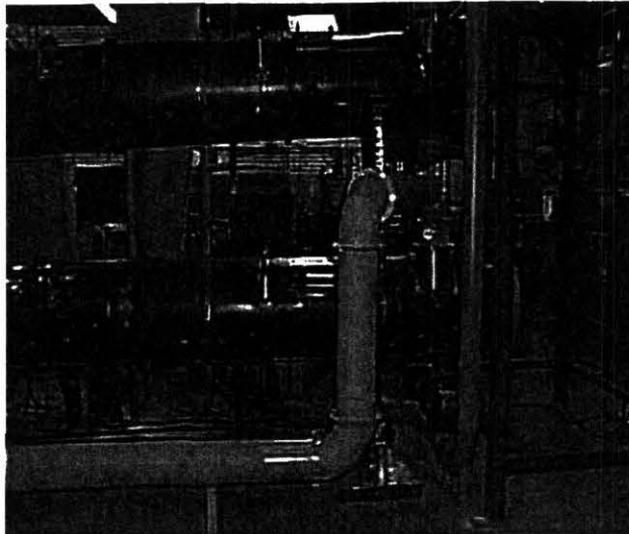


Figura 8.29 Detoxificación y presecado.

➤ **Presecado**

En esta fase del proceso se continua la eliminación de agua y compuestos cianogénicos del producto. El principio de operación del presecador esta basado en el contacto directo del producto en forma de gránulo con aire de secado (Ver Figura 8.29).

➤ **Secado, Aclimatación y Empaque**

En esta fase, el producto ya en forma de harina termina de secarse hasta alcanzar un contenido de humedad del 13% y un nivel aceptable de contenido de cianuro. Este proceso de secado se realiza mediante un lecho fluidizado, que en su ultima sección realiza la aclimatación de la harina, a temperatura ambiental, para evitar que el producto absorba humedad del medio, ya que la harina es altamente higroscópica. El producto seco sale a través de una válvula rotativa tipo esclusa para ser empacada en presentación de bultos de 40 kilos. El aire caliente requerido en los procesos de secado se genera en intercambiadores de calor de tubos aleteados que están alimentados por el vapor generado por una caldera. (Ver Figura 8.30).

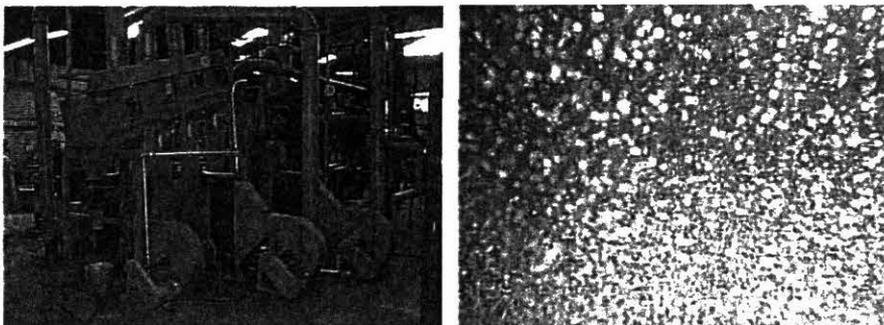


Figura 8.30 Secado.

Balance de Masa

El balance de masa del proceso se presenta a continuación.

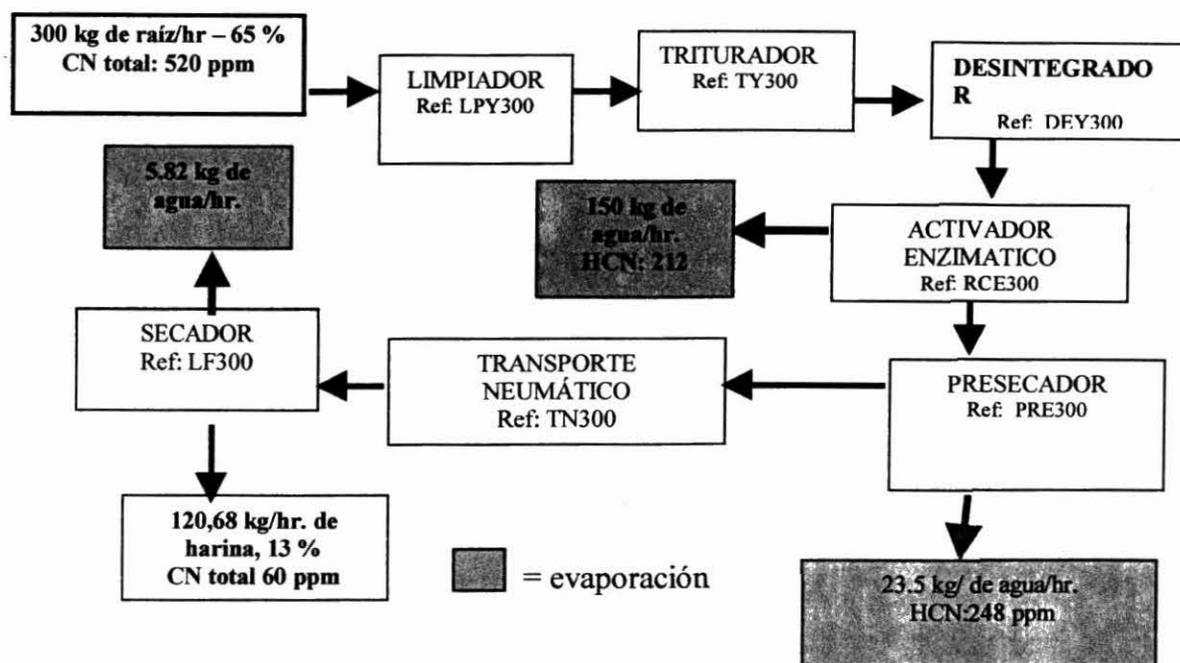


Figura 8.31 Balance de masa del proceso.

Listado de equipos

- Bandeja de recepción de materia prima.
- Tambor rotatorio de limpieza.
- Banda transportadora a 45° de inclinación.
- Triturador de raíz.
- Desintegrado de partículas.
- Activador enzimático.
- Presecador.
- Sistema de transporte neumático.
- Secador de lecho fluidizado
- Ciclón de separación del activador y presecador.
- Ciclón de separación transporte neumático.
- Centrales de ventilación lecho fluidizado.
- Central de ventilación del activador enzimático.
- Central de ventilación presecado.
- Válvulas tipo exclusiva de descarga y alimentación.
- Tableros de controles eléctricos y electrónicos.
- Variadores electrónicos de frecuencia.
- Intercambiadores de calor.
- Redes de vapor a intercambiadores.
- Redes de condensados.
- Plataformas, y demás estructuras metálicas.

En la Figura 8.32 se observa una vista general de la Planta Piloto localizada en las instalaciones del CIAT.

Costos

Tabla 8.37 Costos de inversión.

Descripción	Costo \$	Costo US\$
Costo del equipo	180,000,000.00	82,568.81
Costo de instalación y montaje	1,300,000.00	596.33
Costo adicionales montaje	488,560.00	224.11
Costo adecuación obras civiles	7,115,000.00	3,263.76
Costo total	188,903,560.00	86,653.01

Entidades aportantes

Tabla 8.38 Instituciones y entidades aportantes en el proyecto.

Entidades aportantes	
MINISTERIO DE AGRICULTURA COLOMBIA	\$98,000,000.00
CIAT - CLAYUCA	Terrenos e infraestructura
INDUSTRIA PROTON LTDA	\$90,903,560.00

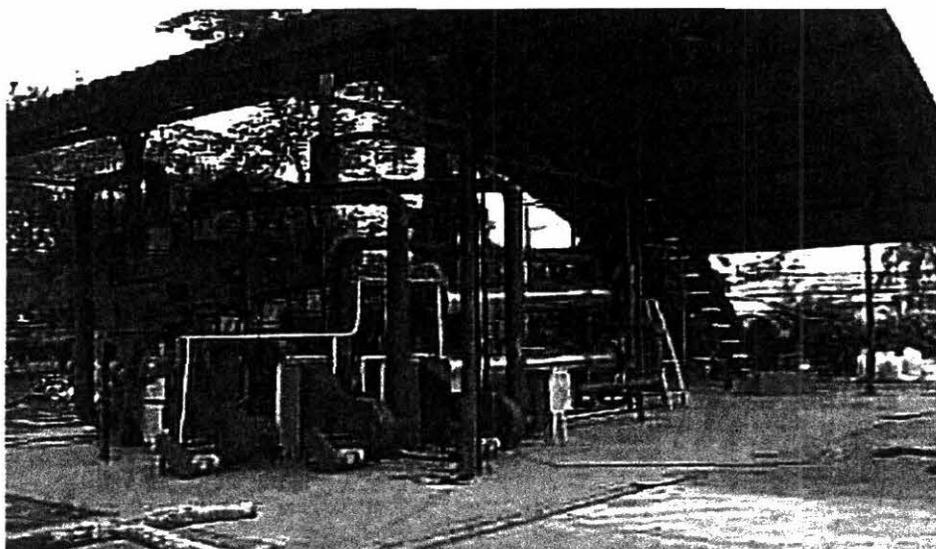


Figura 8.32 Vista general de la Planta Piloto-CIAT (Palmira).

8.2 Fertilización del cultivo de la yuca

La fertilización del cultivo de la yuca utilizando fertilizantes químicos, y principalmente fuentes orgánicas como la gallinaza, la porquinaza y las micorrizas, fue una de las áreas de trabajo que los países miembros de CLAYUCA identificaron como prioritaria en la agenda de actividades de investigación y desarrollo del Consorcio. Para cumplir este objetivo, CLAYUCA ha planeado y ejecutado en el período mayo 1999 - julio 2000, varios trabajos experimentales relacionados con este tema los cuales han incluido:

- Efecto de fertilización química y porquinaza en la producción de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en suelos de los Llanos Orientales de Colombia.
- Efecto de fertilización química y porquinaza en la producción de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en suelos de Ricaurte, Cundinamarca.
- Efecto de fertilización química, gallinaza y micorrizas en la producción de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en suelos de Montenegro, Quindio.
- Efecto de micorrizas en la producción de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en suelos de Santander de Quilichao, Cauca.
- Utilización de gallinaza como abono orgánico - mineral para la producción sostenible de yuca (*Manihot esculenta Crantz*).

En esta sección se hace una descripción de los experimentos instalados y se explican los objetivos y marco metodológico utilizado. Los resultados experimentales serán publicados posteriormente ya que los ensayos todavía no han sido cosechados.

8.2.1 Fertilización química y orgánica en un suelo de los Llanos Orientales de Colombia

Introducción

Los suelos de los llanos Orientales de Colombia, enmarcados dentro de los suelos ácidos del trópico, orden Oxisol, están catalogados como infértiles, pero con un manejo adecuado se convierten en suelos potencialmente aptos para desarrollar sistemas agrícolas sostenibles y rentables basados en el cultivo de la yuca.

Una de las alternativas de manejo es la fertilización, sea ésta química u orgánica. Es importante realizar trabajos experimentales que permitan determinar el efecto de utilizar diferentes fuentes y niveles adecuados de fertilizantes, con el fin de recomendar una fórmula equilibrada y eficiente, capaz de recuperar, sostener y mantener la fertilidad de estos suelos y aumentar la productividad del cultivo de la yuca hasta niveles que permitan rentabilidad adecuada a los agricultores (20 a 30 t/ha en promedio).

Objetivos

- Crear conciencia sobre la importancia de la práctica de fertilización como herramienta de manejo de suelos.
- Comparar las bondades de la fertilización química y orgánica (porquinaza) y su efecto sobre el suelo (químico, físico y biológico).
- Comparar la eficiencia de la fertilización de acuerdo al cultivar y la respuesta varietal a esta práctica agronómica en términos de rendimiento de raíces frescas y calidad (materia seca, almidón y HCN total).

Materiales y Métodos

El ensayo se sembró en un suelo arcilloso, situado en la granja La Libertad, Meta, Colombia (Llanos Orientales) con las características químicas y físicas descritas en la tabla 8.39. La fecha de siembra fue septiembre 20 de 1999.

Tabla 8.39 Características químicas y físicas de un suelo en la Libertad, Meta, Colombia.

PH	Al (meq/100g)	P ppm	K	Ca meq/100g	Mg	Zn ppm	MO %	Textura Bouyoucos
4.66	2.86	11.80	0.13	0.49	0.17	0.30	4.65	Arcilloso
Ea	A	B	B	B	B	MB	M	

*Ea = Extremadamente ácido

M = Medio

B = Bajo

MB= Muy bajo

Los datos climatológicos predominantes en esta región están registrados en la tabla 8.40.

Tabla 8.40 Datos climatológicos, La Libertad, Meta, Colombia.

Altura Msnm	T Media °C	HR media %	Precipitación mm/año	Evapt. Mm/año	Brillo Solar KW-h/m ²
337	27.0	76.0	2607	1378	5.2

Como cultivares indicadores se utilizaron las variedades CM 6740-7 (La Reina) y CM 523-7 (ICA-Catumare) con una distancia de siembra de 1.0 * 0.80 m para una densidad de 12500 plantas por hectárea.

Como fuente de fertilizante químico se empleó el abono completo 10-20-20, sulfato de zinc y cal dolomítica. Como fertilizante orgánico, porquinaza mezclada con cascarilla de arroz (80% de materia seca) con la concentración de nutrientes descrita en la tabla 8.41.

Tabla 8.41 Concentración de nutrientes de la muestra de porquinaza, La Libertad, Meta, Colombia.

N	P	K	Ca	Mg	C	R C/N*
2.69	2.68	2.30	1.78	0.96	30.20	11.23

* Relación C/N: Alta mineralización de la materia orgánica.

Se cosechará entre los 10 y los 12 meses después de siembra. Se escogen cinco (5) parcelas de 16 plantas cada una para evaluar peso fresco de raíces y parte aérea (t/ha), peso seco de raíces (t/ha), porcentaje de materia seca (%) y contenido de ácido cianhídrico total (ppm).

Diseño Experimental

Parcelas demostrativas con un área de 22.5 * 120 m (2700 m²) para cada cultivar y subparcelas de 20.0 * 45.0 m (900.0 m²) donde se ubicaron los tratamientos. El área total del ensayo fué de 5400 m² (45.0 * 120.0 m). Con cinco repeticiones.

Tratamientos

1. 1.5 t/ha de porquinaza
2. 3.0 t/ha de porquinaza
3. 500 kg./ha de 10-20-20 + 87 kg./ha de Sulfato de zinc
4. 0.75 t/ha de porquinaza + 250 kg./ha de 10-20-20 + 43.5 kg./ha Sulfato de zinc
5. 1.5t/ha de porquinaza + 250 kg./ha de 10-20-20 + 43.5 kg./ha de Sulfato de zinc

Las tablas 8.42, 8.43 y 8.44 presentan los contenidos de nutrientes en kg/ha, que se estarían agregando al suelo en cada uno de los tratamientos.

Tabla 8.42 Contenido de nutrientes aportados por la muestra de porquinaza.

N	P	K	Ca	Mg	C	Nivel t/ha
Kg/ha						
20.20	20.10	17.30	13.40	7.20	226.50	0.75
40.40	40.20	37.50	26.70	14.40	453.00	1.50
80.70	80.40	69.00	53.40	28.80	906.00	3.00

Tabla 8.43 Aporte de nutrientes del fertilizante químico (500kg/ha 10-20-20 y 500 kg/ha cal dolomítica).

N	P	K	Ca	Mg	Nivel
kg/ha					
25.00	21.80	41.70	--	--	250.00
50.00	43.60	83.30	100.00	50.00	500.00

Tabla 8.44 Aporte total de nutrientes (kg/ha) de acuerdo al tratamiento establecido.

No.	Tratamiento	kg/ha			
		N	P	K	Zn
1	Testigo	-	-	-	-
2	1.5 t/ha porquinaza	40.4	40.2	34.5	-
3	3.0 t/ha porquinaza	80.7	80.4	69.0	-
4	500 kg/ha abono químico + Zn	50.0	43.6	83.3	87.0
5	0.75 porquinaza + 1/2 abono químico + 1/2 Zn	54.2	41.9	59.0	43.5
6	1.5 porquinaza+ 1/2 ab químico + 1/2 Zn	65.4	62.0	76.0	43.5

La Cal Dolomítica se aplicó como fertilización constante (500 kg./ha), al voleo e incorporada una o dos semanas antes de la siembra.

La Porquinaza se aplicó al voleo e incorporada antes de la siembra.

El abono químico se aplicó al mes después de siembra dependiendo de las condiciones climatológicas de la zona (precipitación), en banda sencilla a unos cinco (5) cm de la base de la estaca y enterrado para evitar pérdidas.

Este ensayo se cosechará hacia el 20 de Septiembre/2000 a los doce (12) meses después de siembra.

8.2.2 Empleo de porquinaza en el cultivo de la yuca en suelos de Ricaurte, Cundinamarca

Introducción

En la última década la yuca ha tomado importancia como cultivo de grandes proyecciones comerciales, en función de la diversidad de usos y mercados que presenta. Uno de los mas importantes usos de la yuca está relacionado con la alimentación animal como componente energético en la fabricación de alimentos concentrados. Actualmente en Colombia la fabricación de éstos presenta una gran dependencia de cereales importados, especialmente maíz, lo que encarece los costos de producción de huevos, pollos, cerdos y otros productos de origen animal.

Esta situación ha generado una buena oportunidad para uso de la yuca en la fabricación de los alimentos balanceados. En el caso de porcicultores, este potencial es muy alto ya que ellos pueden producir su propia yuca utilizando la porquinaza como abono orgánico, lo que puede facilitar el establecimiento de sistemas de producción de yuca, altamente productivos y que permitan un uso racional de todos los componentes del sistema agrícola – animal. Surge entonces la necesidad de realizar ensayos agronómicos que ayuden a determinar la viabilidad de la producción integrada yuca – cerdos con niveles aceptables de rentabilidad.

Objetivos

Encontrar un nivel adecuado de porquinaza que pueda servir para sustituir parcial o totalmente las aplicaciones de fertilizantes químicos, con el fin de recuperar, mantener y sostener la fertilidad de estos suelo, aumentar la productividad del cultivo de la yuca y disminuir el impacto ambiental causado por el manejo inadecuado de la porquinaza en las explotaciones porcícolas.

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en suelos de la granja hacienda porcícola La Angostura, Municipio de Ricaurte, Cundinamarca. Los suelos del sitio presentan las características descritas en la tabla 8.45. Este ensayo se sembró en septiembre 20/1999.

Tabla 8.45 Condiciones químicas y físicas de suelo en la región de Ricaurte, Cundinamarca, Colombia.

pH	% C	% M.O	ppm P	meq/100g Suelo Seco				ppm Zn	Bouyoucus Textura	Densidad Aparente g/cc
				K	Ca	Mg	Na			
7.45	1.01	1.74	216	0.49	26.6	2.7	0.12	8.01	Franco	
7.51	1.50	2.59	214	0.47	26.5	3.3	0.19	13.88	FArL	
7.48	1.26	2.17	215	0.48	26.6	3.0	0.16	10.95		1.36

Como material de siembra se utilizó el cultivar regional "Brasileira" (M Col 2737), de porte erecto, doble propósito, seleccionado en el municipio de San Luis, Tolima. Esta variedad se cultiva en la región y se obtienen producciones promedio de 20 toneladas por hectárea, usando 300 kg/ha de abono químico. Se utilizaron cangres sembrados a una distancia de 1 por 1 (10.000 plantas por hectárea) en posición inclinada.

El suelo se preparó con dos pases de arado de discos y tres rastrilladas (rastra tipo Californiano). Con la última rastrillada se incorporó el abono orgánico base del estudio. Después, se hizo una cultivada con caballones a un metro de distancia entre ellos.

Se trabajó con dos niveles de porquinaza seca: 1.5 y 3.0 tha^{-1} (aplicada al voleo e incorporada). El análisis químico de la muestra de porquinaza está registrado en la tabla 8.46 y los contenidos de nutrientes aportados en kgha^{-1} para los dos niveles seleccionados se registran en la tabla 8.47.

Tabla 8.46 Análisis químico de una muestra de porquinaza (Hacienda Porcícola la Angostura, Ricaurte, Cundinamarca).

%						Relación
N	P	K	Ca	Mg	C	C/N*
4.665	4.835	0.47	5.50	2.10	32.00	6.86

* Alta mineralización del material orgánico

Tabla 8.47 Contenido de nutrientes (kgha^{-1}) aportados por la porquinaza base del estudio.

Contenido kgha^{-1}						
N	P	K	Ca	Mg	C	M.O tha^{-1}
70.0	72.5	7.1	82.5	31.5	480.0	1.5
140.0	145.0	14.2	165.0	63.0	960.0	3.0

Como tratamientos químicos adicionales se tuvieron dos niveles: 0% y 100% del fertilizante químico recomendado (50 kg N/ha como Sulfato de Amonio que corresponde a una aplicación de 244 kg/ha y aporta alrededor de 56 kg S/ha) aplicado 30 a 40 días después de siembra en banda sencilla.

Diseño Experimental

Parcelas demostrativas. Se cosecharán cuatro parcelas de 10 plantas por tratamiento a los 10 ó 12 meses después de siembra y se tomarán datos de rendimiento basándose en raíces frescas (tha^{-1}). Se tomarán muestras de raíces para secamiento.

Resultados y Discusión

Un análisis preliminar de los resultados muestra que a nivel de raíces frescas la porquinaza no tuvo efecto positivo sobre la producción; mientras que con sulfato de amonio se logró un efecto positivo. Con respecto a la materia seca y por ende, rendimiento de raíces secas, el efecto de los tratamientos sobre este parámetro fue positivo y, una vez más con sulfato de amonio se consiguieron los mejores resultados. A nivel de porquinaza, parece que la aplicación de 1.5 t/ha es suficiente. Es muy posible que el efecto de la porquinaza se vea sobre las propiedades físicas del suelo. Posteriormente se hará un análisis estadístico más completo de estos resultados. Este ensayo se cosechó en agosto 2/2000 con 10 meses de edad. Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 8.48.

Tabla 8.48 Datos de cosecha del cultivar MCOL 2737 "Brasilera" en la porcícola, La Angostura, Ricaurte (Cundinamarca) 1999-2000.

Tratamiento	Rendimiento Fresco ton/ha	%	
		Materia Seca	M.S. ton/ha
244 kg de Sulfato de Amonio	50.5	33.5	16.79
1.5 t/ha porquinaza seca	46.3	33.1	15.38
3.0 t/ha porquinaza seca	45.8	32.3	14.84
Testigo	47.0	30.7	14.30

8.2.3 Efecto de Fertilización química, orgánica y micorrizas en un suelo de Montenegro, Quindío, sembrado con yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Introducción

En el Departamento del Quindio, se ha venido incrementando en la última década el cultivo de la yuca. Sin embargo, por tener esta región unos suelos muy frágiles y susceptibles a la erosión, se hace necesario desarrollar prácticas de manejo adecuado para poder minimizar los efectos de los sistemas intensivos de producción de yuca. Es común el empleo de abonos químicos, pero generalmente, emplean fórmulas químicas con niveles muy altos de nutrientes, especialmente nitrógeno, aunque muchos de estos suelos tienen una disponibilidad baja de este elemento como también de azufre y de boro. Es necesario hacer un ajuste de la fertilización teniendo como base de diagnóstico el análisis de suelo, para poder desarrollar sistemas de producción de yuca que sean eficientes, rentables y sostenibles.

El empleo de abonos orgánicos, tipo gallinaza y de micorrizas se está comenzando a introducir en la región por lo que se hace necesario desarrollar estudios que permitan determinar su viabilidad económica y técnica y sus efectos en relación con fertilidad y erosión del suelo e impacto ambiental.

Objetivos

- Comparar diferentes clases de abonos (químico y orgánico) y la acción de las micorrizas sobre la fertilidad del suelo y la producción del cultivo de la yuca.
- Comparar diferentes niveles de nutrientes para seleccionar una fórmula adecuada que se pueda recomendar a los productores de yuca de la región con la meta de sostener y/o aumentar la fertilidad y productividad de estos suelos base de la economía Quindiana y de Colombia.

Materiales y Métodos

El ensayo se sembró en un suelo clasificado como franco arenoso de la finca Nápoles, Municipio de Montenegro, Quindio, Colombia con las características químicas y físicas descritas en la tabla 8.49. La fecha de siembra fue en enero/2000.

Tabla 8.49 Características químicas y físicas de un suelo en la hacienda Nápoles, Montenegro, Quindio, Colombia.

pH	Meq/100g				Ppm				MO %	Textura Bouyoucos
	Na	K	Ca	Mg	P	B	S-SO ₄	Zn		
5.50	0.28	0.83	3.17	0.86	30.00	0.01	8.00	7.00	2.05	FA
La	M	A	A	M	A	MB	B	A	B	

La = Ligeramente ácido

A = Alto

M = Medio

B = Bajo

MB = Muy bajo

Se utilizó como cultivar indicador la variedad HMC-1 (ICA-P13). La distancia de siembra fue de 1.20 * 0.90 m para una densidad de 9260 plantas por hectárea.

Como fuentes de fertilizante químico se empleó urea, sulfato de amonio, roca fosfórica fosforita Huila, cloruro de potasio, sulfato de magnesio, 10-20-20-4,5 y bórax; como fertilizante orgánico se aplicaron dos (2) fuentes de gallinaza seca de la región con la concentración de nutrientes descrita en la tabla 8.50 y como micorriza se dispuso de dos fuentes reseñadas en la tabla 8.51.

Tabla 8.50 Concentración de nutrientes de las muestras de gallinaza, Montenegro, Quindio.

Muestra	N	P	K	Ca	Mg	C	R C/N*
1	2.07	2.60	2.56	12.36	0.89	42.00	20.3
2	2.05	4.46	4.11	17.44	1.33	15.40	7.50

* Relación C/N: Media y alta mineralización de la Materia Orgánica.

Muestra 1: Buga, Valle del Cauca.

Muestra 2: Calarcá, Quindio.

Tabla 8.51 Caracterización de las muestras de micorriza vesículo arbuscular empleadas en el ensayo.

Muestra	Procedencia	Esporas/30g	Género	Inóculo	Dosis g/planta
Regional	Armenia	224	Entrophospora sp. Glomus sp.	Suelo	40.0
Biofert-Mex	Bogotá	196	Glomus sp.	Alumino-silicato inerte	40.0

El ensayo se cosechará entre los 10 y 12 meses después de siembra. Se escogerán cinco (5) parcelas de 20 plantas cada una para evaluar peso fresco de raíces (t/ha), peso seco de raíces (t/ha), porcentaje de materia seca (%) y contenido de ácido cianhídrico total (ppm).

Diseño Experimental

Se trabajará con parcelas demostrativas con un área de 50 * 100 m (5000 m²) para todos los tratamientos, con excepción de los tratamientos 8 y 9. El tratamiento 8 constará de dos partes, una de 40 x 100 m que tendrá fertilización química y la otra de 10 * 100 m que tendrá fertilización química más micorriza MEX. El tratamiento 9 será un testigo con un área experimental de 1000 m² (10 x 100 m). El área total del ensayo será de 41000 m² (410 x 100 m).

Tratamientos

1. 1.5 t/ha gallinaza muestra 1 (Bugá, Valle).
2. t/ha gallinaza muestra 1 (Bugá, Valle).
3. 1.5 t/ha gallinaza muestra 2 (Calarcá, Quindío).
4. t/ha gallinaza muestra 2 (Calarcá, Quindío).
5. Fórmula química 1 (regional).
6. Fórmula química 2 (regional) más micorriza de la región.
7. Fórmula química CLAYUCA (según análisis de suelo).
8. Fórmula química CLAYUCA (según análisis de suelo) más micorriza MEX.
9. Testigo.

Según estos tratamientos, se estaría agregando al suelo los siguientes contenidos de nutrientes en kg/ha como lo reseñan los datos de las tablas 8.52, 8.53. y 8.54 respectivamente.

Tabla 8.52 Contenido de nutrientes aportados por la muestra de gallinaza en kg/ha.

Muestra	N	P	K Kg/ha	Ca	Mg	C	Nivel T/ha
1	31.05	39.00	38.40	185.40	13.35	630.00	1.50
1	62.10	78.00	76.80	370.80	26.70	1260.00	3.00
2	30.75	66.90	61.65	261.60	19.95	231.00	1.50
2	61.50	133.80	123.30	523.20	39.90	462.00	3.00

Tabla 8.53 Contenido de nutrientes aportados por los fertilizantes químicos (kg/ha).

Fertilizante	N	P	K	S Kg/ha	Ca	Mg	B	Nivel kg/ha
Urea	56.70							123.20
Sulfato de amonio	50.00			56.00				244.00
Fosforita Huila		33.70			105.45			351.50
Cloruro de potasio			123.40					246.80
Sulfato de magnesio				12.03		9.30		92.50
Bórax							1.00	10.00
10-20-20-4,5	37.00	32.30	61.70	14.80		3.02		370.00

Tabla 8.54 Aporte total de nutrientes (kg/ha) de acuerdo al tratamiento establecido.

No Tratamiento	Tratamiento	kg/ha						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B
1	1.5 t/ha Gallinaza 1	31.1	39.0	38.4	185.4	13.4		
2	3.0 t/ha Gallinaza 1	62.2	78.0	76.8	370.8	26.8		
3	1.5 t/ha Gallinaza 2	30.8	66.9	61.7	261.6	20.0		
4	3.0 t/ha Gallinaza 2	61.5	133.8	123.3	523.2	39.9		
5	370 kg/ha fórmula 1	56.7	26.6	123.4	105.5	9.3	12.0	
6	370 kg/ha fórmula 2 + Micorriza 244 kg/ha Sulf. Amonio + 10	37.0	32.3	61.6		3.0	14.8	
7	kg/ha Bórax 244 kg/ha Sulf. Amonio +10	50.0					56.0	1.0
8	kg/ha Bórax + M	50.0					56.0	1.0
9	Testigo							

La fosforita Huila, sulfato de magnesio y la micorriza regional se aplicaron a la siembra en banda sencilla ; mientras que úrea, cloruro de potasio, sulfato de amonio, 10-20-20-4,5, Bórax y la micorriza MEX (Biofert-Mex) se aplicaron a los 30 días después de siembra, en banda sencilla, a cinco (5) cm de la base de la estaca y enterrado para evitar pérdidas.

8.2.4 Efecto de micorrizas en la producción de yuca en suelos de Santander de Quilichao, Cauca

Introducción

Cada vez toma más auge la agricultura con un enfoque hacia la búsqueda de sistemas de producción de cultivos a bajo costo, con el menor empleo posible de productos químicos (fertilizantes, pesticidas, plaguicidas). En el caso de los fertilizantes, una opción al empleo de fertilizantes químicos puede ser el uso de productos de origen biológico como es el caso de las micorrizas.

Micorriza se define como una simbiosis mutualista entre algunos hongos del suelo y las raíces de las plantas hospedantes. Las micorrizas que colonizan las raíces de la yuca son las endomicorrizas, o sea, la micorriza vesículo arbuscular (MVA): penetración ínter o intracelular con formación de pequeñas vesículas, arbusculos y esporas

El empleo de micorriza vesículo arbuscular en el campo puede convertirse en práctica agrícola de uso común, especialmente en los suelos infértiles y con contenidos muy bajos de fósforo, donde parece que actúa muy bien este tipo de asociación. La micorriza actúa alcanzando con su red de hifas, el fósforo que no es disponible para la planta por encontrarse en sitios distantes de las raíces de la yuca (es bueno aclarar que el fósforo es un elemento de poca movilidad en el suelo).

Para viabilizar el uso de micorrizas en la fertilización de cultivos como el de la yuca se hace necesario realizar trabajos de investigación que permitan determinar su viabilidad, su eficiencia y su sostenibilidad.

Objetivos

Con el presente trabajo se pretende evaluar el impacto de utilizar comercialmente las micorrizas como una fuente de fertilización en el cultivo de la yuca, con el fin de aumentar la eficiencia de las raíces en la toma de nutrientes de lenta movilidad en los suelos como el fósforo, zinc, boro y de otros de mayor movilidad pero muy importantes en el desarrollo y crecimiento de este cultivo, como es el caso de potasio, calcio, magnesio. Se busca con esta práctica aumentar, mantener y sostener la fertilidad y productividad de los suelos dedicados al cultivo de la yuca.

Materiales y Métodos

El ensayo se sembró en un suelo en la región de Santander de Quilichao, Cauca, con las características químicas y físicas registradas en la tabla 8.55. La fecha de siembra fue octubre 15/1999.

Tabla 8.55 Características químicas y físicas de un suelo en Santander de Quilichao, Cauca.

pH	MO	P	Al	Ca	Mg	K	B	Zn	Textura
1:1	(%)	ppm	Meq/100g				ppm		
4.38	8.3	7.72	2.71	1.78	0.80	0.22	0.44	3.21	Arcilloso
Fa	A	B	A	M	M	M	M	A	

Fa = Fuertemente ácido

A = Alto

M = Medio

B = Bajo

Como cultivar indicador se utilizó la variedad ICA Catumare (CM 523-7) con una densidad de 10000 plantas por hectárea y sembrada en posición vertical.

Se fertilizó con 350 kg/ha de 10-20-20 en banda sencilla a los 35 días después de siembra. Un mes y medio antes se aplicaron 500 kg/ha de Cal Dolomita, al voleo incorporado.

Se empleó la micorriza Biofertmex (*Glomus* sp) a razón de 40 g/planta, en banda sencilla a los 35 días después de siembra y en combinación con el abono químico. La fuente de inóculo fue aluminosilicato inerte.

Diseño Experimental

Parcelas demostrativas de 5000 m²:

- a) Parcela con micorriza más abono químico
- b) Parcela sin micorriza pero con abono químico

Se cosechará el ensayo a los once (11) meses después de siembra y se tomarán datos de peso fresco raíces y parte aérea (t/ha), peso seco raíces (t/ha), porcentaje (%) de materia seca t/ha, contenido de HCN total (ppm). Se cosecharán cuatro (4) parcelas de 15 plantas para promediar y si es el caso para análisis estadístico. Cuatro repeticiones.

8.3 Mecanización

Una de las actividades que se priorizaron para ser realizadas por CLAYUCA fue el desarrollo de sistemas mecanizados de siembra y cosecha, con el objetivo de disminuir los costos de producción y mejorar la competitividad frente a otros cultivos agrícolas.

Para cumplir este objetivo CLAYUCA ha venido realizando las actividades que se describen en la siguiente sección.

8.3.1 Siembra

Este trabajo se refiere a la evaluación técnica y económica de sistemas mecanizados de siembra de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en tres zonas productoras del Cauca y Valle del Cauca. La información aquí contenida corresponde a un avance de la tesis desarrollada por dos estudiantes de la Universidad de Valle – Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira bajo la dirección del Ing. Bernardo Ospina Patiño. Este trabajo se realizó como parte de las actividades de investigación y desarrollo de CLAYUCA.

Objetivo General

- Evaluar dos sistemas mecanizados de siembra de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en términos técnicos y económicos en tres zonas productoras del Valle del Cauca y Quindío.

Objetivos Específicos

- Desarrollar ensayos comparativos de los sistemas de siembra manual y mecanizado que permiten definir condiciones y principios óptimos de trabajo.
- Ofrecer una alternativa a los métodos tradicionales de siembra con los sistemas mecanizados para lograr una reducción del esfuerzo físico que representa realizar estas labores manualmente.
- Reducir significativamente los costos de producción en las labores de siembra.
- Realizar recomendaciones al diseño original teniendo en cuenta los resultados obtenidos en cada zona y con cada variedad utilizada.

Actividades

CLAYUCA adquirió dos prototipos para siembra mecanizada de yuca, importados de Brasil y que hacen parte de su programa de transferencia de tecnología, que fueron sometidos a pruebas para evaluar el desempeño de estos prototipos frente a las condiciones de la región.



Figura 8.34 Sembradora de dos líneas modelo PLANTICENTER.

Características

- Alce hidráulico
- Corte de semillas por sierras circulares accionadas por el toma de fuerza
- Distancia entre semillas variable de 55 a 90 cm
- Distancia entre líneas variable de 0.9 a 1.2 m
- Descarte de punta de rama
- Tolva de abono con capacidad para 70 Kg de abono granulado
- Aporque por discos cóncavos dobles
- Control de profundidad en el abresurco
- Rendimiento diario aproximado: 7 ha

Características

- Alce hidráulico
- Corte de semillas por mandíbulas accionadas por la tracción de la rueda guía
- Distancia entre semillas invariable 90 cm.
- Distancia entre líneas invariable 1 m.
- No tiene descarte de punta de rama
- Dos tolvas de abono con capacidad para 50 Kg de abono granulado
- Aporque por discos cóncavos dobles
- No tiene control de profundidad en el abresurco
- Rendimiento diario aproximado: 12 ha



Figura 8.35 Sembradora de tres líneas modelo PMT 3.

Para las evaluaciones contempladas en este proyecto se realizó inicialmente la caracterización química y física de los suelos de las parcelas situadas en las tres zonas, CIAT, Jamundí (Valle del Cauca) y Barragán (Quindío) para determinar las condiciones del suelo y definir una correcta fertilización.

Se realizó una calibración previa a las pruebas de campo para establecer las mismas condiciones de trabajo en los tres sitios

Las pruebas de campo se realizaron en CIAT, lote Q1; AGROVELEZ (Jamundí) y Barragán (Quindío) en lotes comerciales de socios de CLAYUCA.

Se realizó un análisis económico de costos comparados de siembra manual y mecanizada y el costo - beneficio del cambio de tecnología para los dos prototipos evaluados.

Productos

➤ Calidad de la Labor



Figura 8.36 Líneas de siembra con el prototipo de dos líneas.

Las pruebas de campo arrojaron los siguientes resultados para el prototipo de dos líneas.

Tabla 8.56 Desempeño de la sembradora de dos líneas.

Parámetro (%)	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Promedio
Deslizamiento	9.91	10.55	12.76	11.07
Uniformidad de espaciamento	91.3	92.66	94.33	92.76
Uniformidad de corte	98	97.3	98	97.76
Uniformidad en la profundidad	94.5	96.6	96.6	95.9
Daño a la semilla	10	10.3	9.66	9.98

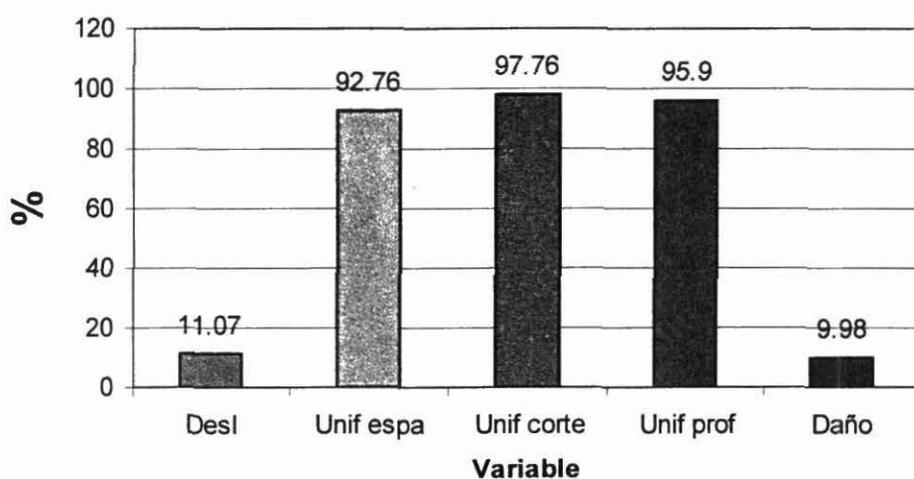


Figura 8.37 Análisis general sembradora de dos líneas.

Las pruebas de campo arrojaron los siguientes resultados para el prototipo de tres líneas.

Tabla 8.57 Desempeño de la sembradora de tres líneas.

Parámetro (%)	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Promedio
Deslizamiento	12.53	12.66	14.26	13.15
Uniformidad de espaciamiento	74	77	87.33	79.44
Uniformidad de corte	96.13	96.1	95.66	95.96
Uniformidad en la profundidad	95.6	96.6	97.6	96.6
Daño a la semilla	36.6	25	22.33	27.97

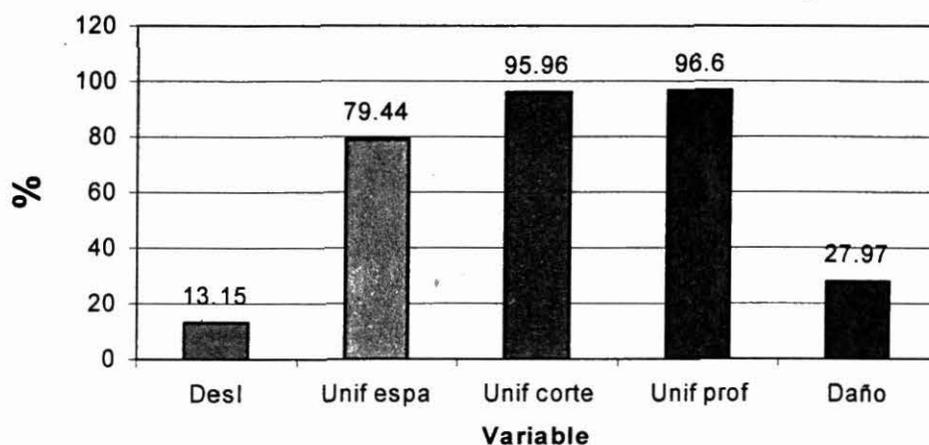


Figura 8.38 Análisis general sembradora de tres líneas.

Las pruebas de campo arrojaron los siguientes resultados para la siembra manual.

Tabla 8.58 Desempeño en siembra manual.

Parámetro (%)	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Promedio
Uniformidad de espaciamiento	96.67	99	98.66	98.11
Uniformidad de corte	98.33	98.66	99	98.66
Daño a la semilla	0	0	0	0

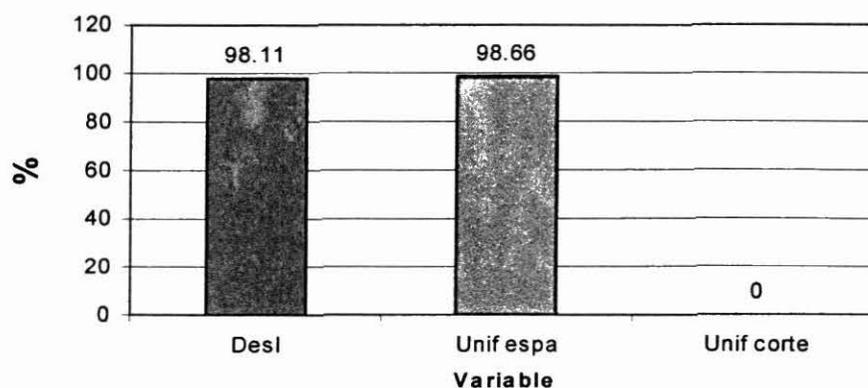


Figura 8.39 Análisis general siembra manual.

Rendimientos

Tabla 8.59 Rendimiento promedio por sitio en cada tratamiento.

Rendimiento (ha/h)	CIAT	Quindío	AGROVELEZ	Promedio
Dos líneas	0.84	0.77	0.74	0.78
Tres líneas	1.12	1.25	1.08	1.15
Manual	0.021	0.021	0.021	0.021

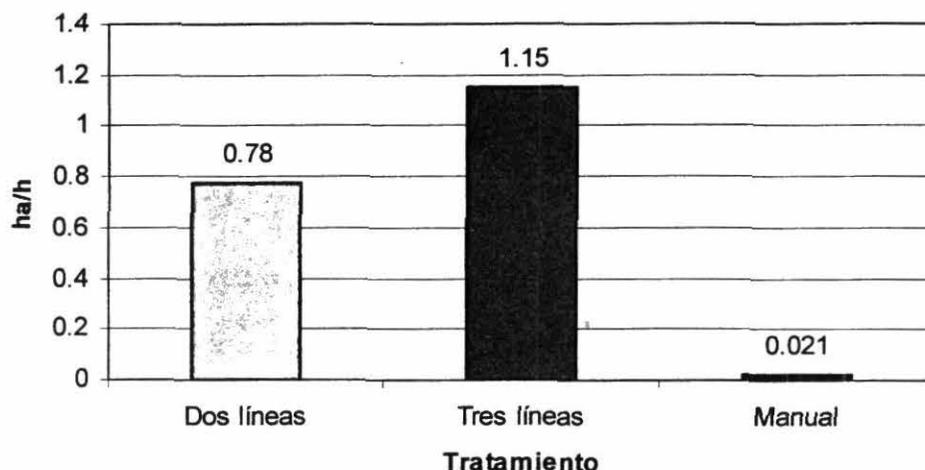


Figura 8.40 Análisis general de los rendimientos

Emergencia

Después del análisis de varianza se encontró que la variable emergencia debe ser analizada en cada sitio. Esto se debe a que se trabajó con variedades diferentes. Aunque se mantuvo un tamaño de estaca fijo (los prototipos evaluados no permiten variar esta longitud), las características físicas de cada genotipo limitaban el número de yemas.



Figura 8.41 Germinación en AGROVELEZ con CM 7514-7

Tabla 8.60 Emergencia en cada sitio.

	Emergencia (%)	CIAT	Quindío	AGROVELEZ
Dos líneas		72.00	70.66	90.33
Tres líneas		53.50	14.33	69.00
Manual		96.00	96.66	96.33

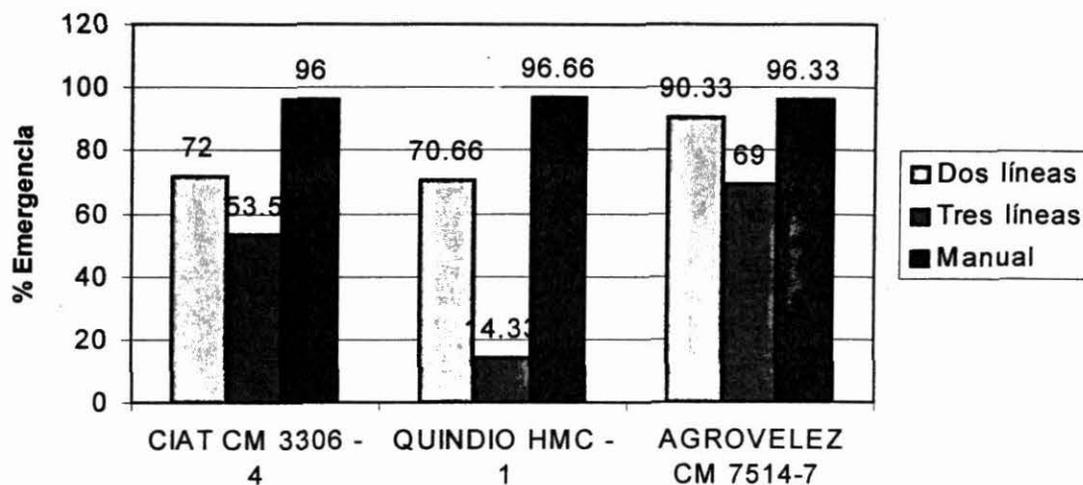


Figura 8.42 Emergencia en cada sitio según genotipo.

Costos

Tabla 8.61 Costos de labor comparados en el Valle del Cauca.

Costos por hectárea Siembra Manual En el Valle Del Cauca				
Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Costo de semilla	Cangre (20 cm)	10000	17	170000
Transporte	Flete	1 viaje	150000	30000
Insumos tratamiento	Global			13410
Tratamiento	Jornal	0.5	9000	4500
Siembra Manual	Jornal	6	9000	54000
Resiembra	Jornal	1	9000	9000
Total costos siembra				280910
Costos totales por hectárea				2474891
Aporte de la siembra al costo total:19 %				
IMPORTANTE: 1 Viaje en camión de 10T: semilla para 10ha en vara y para 5 ha picada previamente				

**Costos por hectárea Siembra Mecanizada
En el Valle del Cauca (dos líneas)**

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Corte y apilada (varas)	Jornal	3	9000	27000
Transporte	Global	1 viaje	150000	15000
Siembra Mecanizada				
Operarios siembra mecanizada	Jornal	0.32	9000	2880
Costo operación Tractor + implemento	Global			5000
Jornal Tractorista	Jornal	0.16	14000	2244
Resiembra	Jornal	0.5	9000	4500
Total costos siembra mecanizada				56624
Costos totales por hectárea				2250605
Aporte de la siembra a los costos totales: 2.5 %				
Rendimiento estimado : 6.24 ha/día				

**Costos por hectárea Siembra Mecanizada
En el Valle del Cauca (tres líneas)**

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Corte y apilada (varas)	Jornal	3	9000	27000
Transporte	Global	1 viaje	150000	15000
Siembra Mecanizada				
Operarios siembra mecanizada	Jornal	0.326	9000	2934
Costo operación Tractor + implemento	Global			5000
Jornal Tractorista	Jornal	0.11	14000	1522
Resiembra	Jornal	0.5	9000	4500
Total costos siembra mecanizada				55956
Costos totales por hectárea				2249937
Aporte de la siembra a los costos totales: 2.48 %				
Rendimiento estimado : 9.2 ha/día				

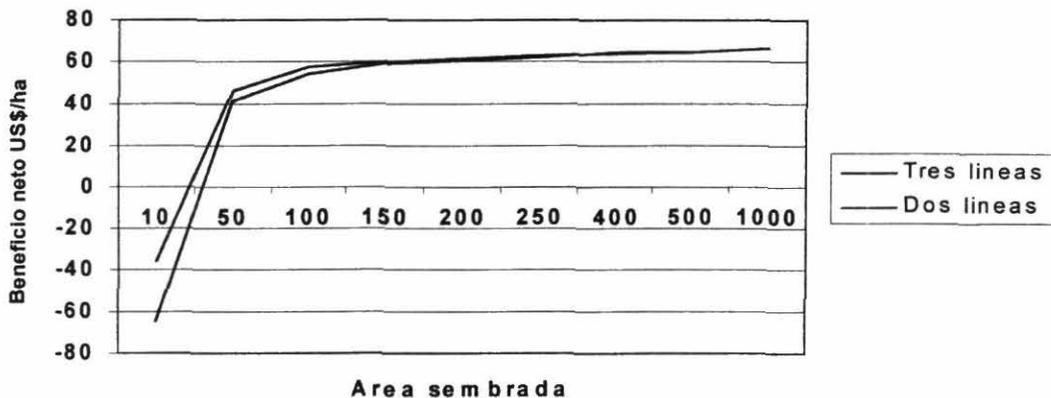


Figura 8.43 Beneficio neto por hectárea en dólares para la sembradora de dos y tres líneas según área sembrada.

En términos económicos el cambio de tecnología en la labor de siembra presenta beneficios netos a partir de treinta (30) ha con cualquiera de los dos prototipos.

El aporte de la siembra manual a los costos totales por hectárea esta alrededor del 19%. Con el prototipo de dos líneas este aporte llega a ser del 2.5% y del 2.48 % con el modelo de tres líneas.

Tabla 8.62 Costos por tonelada de raíz con siembra manual y mecanizada.

Costos por tonelada de raíz con siembra manual			
En el Valle del Cauca			
Producción	20 T/ha	25 T/ha	30 T/ha
\$ COL	123744.55	98995.64	82496.4
USD	56.696975	45.35758	37.798
Costos por tonelada de raíz con siembra mecanizada			
(dos líneas) en el Valle del Cauca			
Producción	20 T/ha	25 T/ha	30 T/ha
\$ COL	112530.25	90024.2	75020.2
USD	51.558835	41.24707	34.3726
Tasa representativa del dólar a julio 12/2000:			
2182.56			
Costos por tonelada de raíz con siembra mecanizada			
(tres líneas) en el Valle del Cauca			
Producción	20 T/ha	25 T/ha	30 T/ha
\$ COL	112496.85	89997.48	74997.9
USD	51.543531	41.23483	34.3624
Tasa representativa del dólar a julio 12/2000:			
2182.56			

8.3.2 Cosecha

En este campo se realizó la evaluación de dos sistemas semimecanizados de cosecha yuca en comparación con el sistema de cosecha manual.

➤ **Sistemas Semimecanizados de Cosecha**

Uno de los métodos utilizables para facilitar la labor de cosecha es el de aflojar el suelo a los lados del caballón o del surco pasando el implemento (*afofador*) por cada línea de surco a una profundidad tal que no se den pérdidas mayores de raíces.

Con este método se reducen considerablemente los costos de la cosecha, pues se reduce el esfuerzo físico, aumenta el rendimiento en toneladas cosechadas por hombre día, reduciendo el número de hombres por hectárea.

Experiencias anteriores en CIAT con implementos de cosecha mostraron resultados favorables sobre la posibilidad de mecanizar totalmente el proceso de la cosecha de yuca, acoplado un sistema de recolección a la cosechadora y una cortadora de forraje para remover los tallos antes de levantar las raíces.

De igual forma se muestra favorable la utilización de un sistema integrado de cosecha manual/mecánica, con implementos que únicamente desarrollen la labor de aflojar las raíces para su posterior recolección por personas. Este sistema se puede adaptar a pequeñas fincas en las cuales la yuca se produce principalmente para el consumo fresco.

Para validar las informaciones existentes y adaptar tecnologías disponibles en otros países, CLAYUCA realizó un trabajo cuyos resultados preliminares se presentan a continuación.

Objetivo General

Evaluar la eficiencia de dos prototipos de cosechadores de yuca importados del Brasil y compararlos con la cosecha manual en términos de rendimiento, pérdidas de raíces por hectárea y costos de la labor.

Objetivos Específicos

- Comparar el trabajo de cosecha realizado por hombre de forma completamente manual y los resultados con los prototipos.
- Determinar las condiciones de suelo óptimas (humedad, textura, compactación) para el funcionamiento de los implementos de cosecha mecánica.
- Definir las condiciones de funcionamiento de cada uno de los implementos, determinando la profundidad de trabajo y los espaciamientos en los cuales puede trabajar de manera efectiva.
- Identificar los diseños de siembra adecuados de forma que puedan combinarse los tratamientos de siembra y cosecha mecanizada.

Actividades

CLAYUCA adquirió dos prototipos para cosecha semimecanizada de yuca, importados de Brasil y que hacen parte de su programa de transferencia de tecnología, que fueron sometidos a pruebas para evaluar su desempeño en las condiciones de la región.

Las prácticas evalúan las condiciones de trabajo de cada implemento: diseño de siembra (diferentes distancias entre líneas), condiciones de suelo (humedad, densidad aparente, nivel de malezas), y de operación del implemento (profundidad de trabajo, área de roturación, velocidad de operación, potencia del tractor) con diferentes variedades (según su profundidad y distribución de las raíces). El objetivo final es determinar las condiciones más favorables para el trabajo del implemento y definir unos rangos de funcionamiento para las diferentes variables tanto de campo como del cosechador.

La evaluación contempla la comparación de los costos de la labor de cosecha de forma manual, con los costos de implementar estas tecnologías.

Se evalúa el rendimiento por hombre en kg/día cosechados, el rendimiento en ha/día cosechadas y los efectos del implemento como: el daño mecánico a través de los promedios de raíces cortadas, enterradas y cosechadas por hectárea.

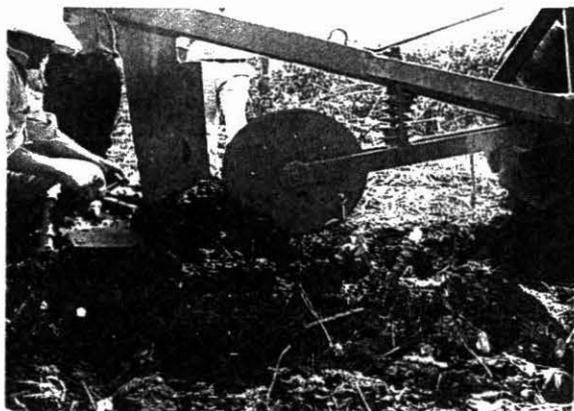


Figura 8.44 Cosechador AMT 2.

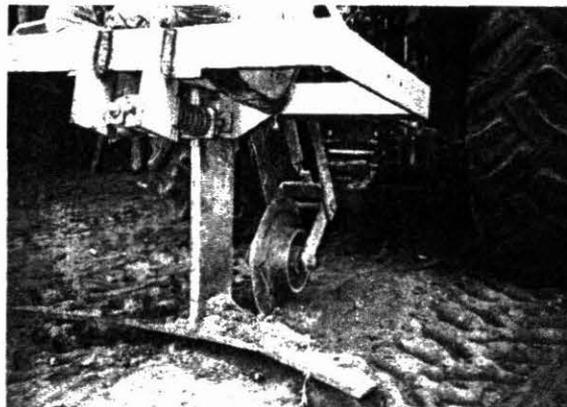


Figura 8.45 Cosechador AMM 2.

Se realizó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos (cosecha manual, cosechador AMM 2 y cosechador AMT 2). El área experimental es 120 m² para cada repetición por tratamiento, tomando siempre 60 plantas para efectos de cálculo. Los datos obtenidos en campo fueron sometidos a análisis estadístico.

Resultados

Para evaluar las características de trabajo de cada implemento se determinaron promedios de la labor realizada en dos sitios diferentes de prueba; AGROVELEZ y Armenia obteniéndose los resultados que se muestran en las tablas 1 y 2.

Rendimientos

Tabla 8.63 Comparación de los rendimientos por persona con cosecha manual y los dos prototipos evaluados.

Método de Cosecha	No. de Plantas Cosechadas	Personas Empleadas	Horas Trabajadas	Toneladas por Hombre por Día*
Manual	60	1	2.500	0.240
Cosechador AMM 2	60	1	0.502	1.195
Cosechador AMT 2	60	1	0.605	0.991

* Los rendimientos diarios se estiman tomando como base una hectárea con 10000 plantas y un rendimiento de 12.5 t/ha.

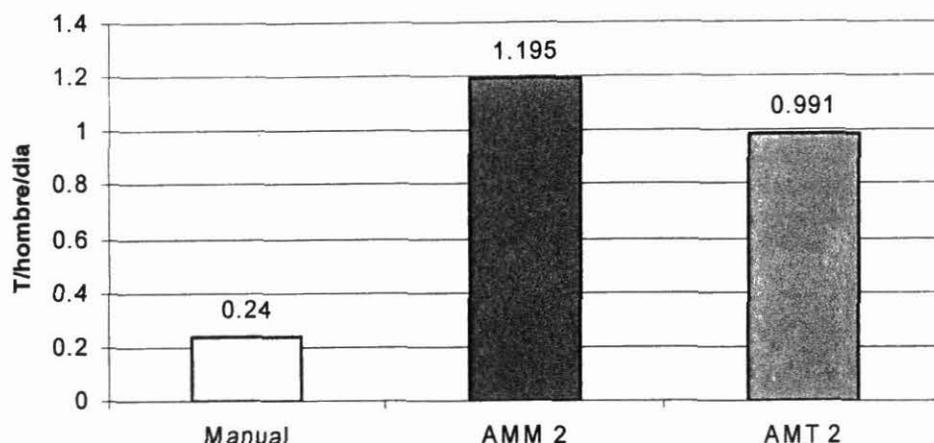


Figura 8.46 Rendimiento por persona con los diferentes métodos de cosecha.

Los valores de rendimiento en ha/día cosechadas se obtienen considerando los datos de velocidad del tractor en campo, los tiempos de operación del tractor y los tiempos muertos.

Tabla 8.64 Evaluación del tractor.

Parámetro	Unidades	Tractor JD 4050
Tiempo total	(min.)	108
	%	100
Tiempo efectivo	(min.)	86
	%	79
Tiempo en vueltas	(min.)	17
	%	15.7
Tiempo en otras operaciones	(min.)	5
	%	5.3

Los dos prototipos evaluados tienen el mismo ancho de trabajo por lo tanto estos tiempos son válidos para los dos casos. La diferencia entre los prototipos está en la calidad de la labor, función de las pérdidas por hectárea.

Con los datos tomados en campo se tiene entonces que se pueden alcanzar rendimientos diarios de hasta 4.5 ha/día.

También se analizaron las necesidades de mano de obra para las diferentes actividades de la cosecha, con y sin el uso de las máquinas cosechadoras. El corte de los tallos, la separación de las raíces de los tallos, la recolección y empaque de las raíces, son elementos comunes a los diferentes métodos de cosecha y que mantienen el mismo valor, variando únicamente el tiempo y el esfuerzo requerido para el levante manual de las raíces.

Con estos datos se obtienen los rendimientos en t/día/hombre (8 horas). Donde la cosecha manual alcanza un promedio de 0.240 t/día/hombre y 0.991 y 1.195 t/día/hombre con las

cosechadoras a AMT 2 y AMM 2 respectivamente. Observando claramente el efecto de la implementación de cosecha mecanizada en cuanto a rendimiento en hectáreas por día y una visible reducción en los costos de la labor (jornal).



Figura 8.47 Cosecha con el prototipo AMT 2.

De esta forma la cosecha mecanizada no desplaza totalmente la mano de obra, pues aun es necesario realizar manualmente las demás actividades que hacen parte de la cosecha, pero su utilización facilitaría el trabajo físico, reduciendo los costos totales de producción.

Criterios de Operación

Las observaciones de campo fundamentalmente permiten establecer los criterios de operación del implemento, las ventajas y desventajas de su utilización. Se observó el efecto sobre el suelo y sobre las raíces con cada uno de los métodos de cosecha. El modo de acción de los prototipos evaluados es equivalente a un subsolador provisto de aletas laterales. Después de la cosecha el suelo queda prácticamente preparado para la siguiente siembra.

Es importante tener en cuenta la profundidad de operación del implemento. En ambos casos esta alrededor de 30 cm; lo que se busca es estar casi a la profundidad radical de la planta para minimizar las pérdidas. Al aumentar la profundidad de trabajo, aumentan los requerimientos de potencia del implemento, y se encontró que la potencia mínima necesaria es 80 – 90 HP.

El diseño de la siembra es una de las limitantes cuando se quiere introducir la cosecha semimecanizada. Los Implementos evaluados tienen una envergadura de 1.2 m, es decir que la distancia entre surco debe mantenerse entre 0.9 a 1.3 m. esto equivale a disminuir la distancia entre plantas si se quiere mantener constante la población por hectárea.

Las pérdidas de su pueden evaluar como el número de raíces partidas y cortadas, entendiendo como partidas las raíces que quedan enterradas y raíces cortadas las que sufren daño visible en alguno de sus extremos (Tabla 3).



Figura 8.48 Raíces enteras.



Figura 8.49 Raíces cortadas.

Tabla 8.65 Comportamiento de los prototipos AMM 2 y AMT 2, según las pérdidas por hectárea registradas.

Método de cosecha	Raíces por planta	Raíces partidas %	Raíces cortadas %	Pérdidas de raíces (t/ha)
Manual	9	1.0	0.0	0.45
Cosechador AMM 2	9	4.9	1.0	1.67
Cosechador AMT 2	9	5.0	2.0	2.10

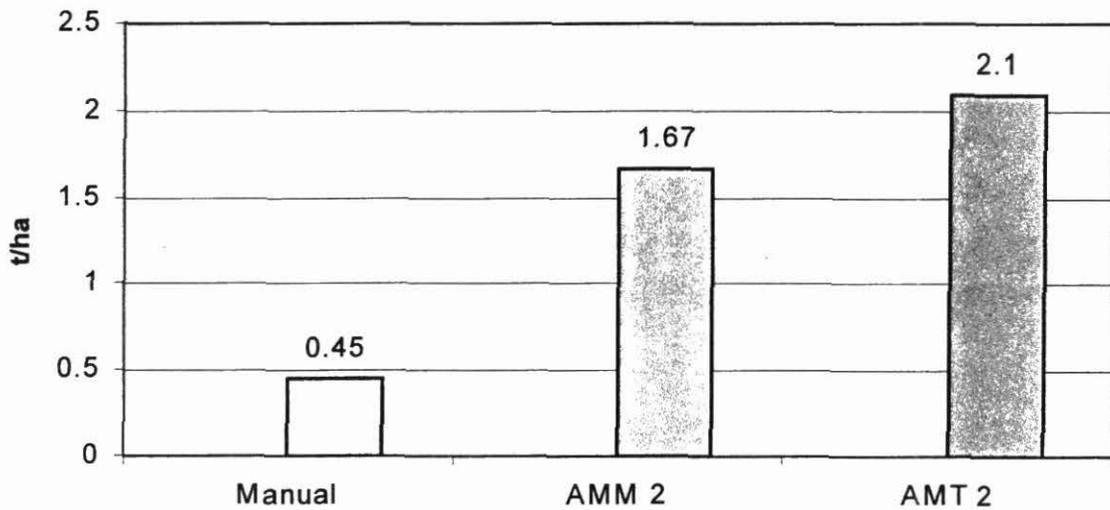


Figura 8.50 Pérdidas de raíces con cada uno de los sistemas de cosecha.

Otras observaciones importantes son el contenido de humedad del suelo en el momento de la cosecha y la velocidad de operación del tractor, que no debe exceder los 3.5 km./h, para evitar mayores pérdidas.

Es importante ahora tener un criterio definido respecto a la posición de la semilla en la siembra, con el fin de facilitar la cosecha semimecanizada.

Costos

Para los rendimientos obtenidos con tecnología tradicional, en promedio 12.5 toneladas por hectárea, la cosecha manual requiere aproximadamente 25 jornales solo para el arranque de las raíces. Con la introducción de la cosecha semimecanizada el número de jornales para el arranque bajo a 12.6 con el cosechador AMT 2 y a 10.4 con el prototipo AMM 2.

En las zonas donde se llevaron a cabo las pruebas, se encontró que el aporte de los costos de cosecha manual es aproximadamente el 25 % sobre los costos totales de producción por hectárea. Con la cosecha mecanizada, utilizando en cosechador AMT 2 y AMM 2, este aporte se reduce al 15 % (Tabla 4).

Tabla 8.66 Costos de la labor por hectárea con los tres métodos.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Hectárea	% Sobre el Total
Cosecha manual				336700	24
Otras labores (10)	Jornal	10	9000	90000	
Arranque de raíz (25)	Jornal	25	9000	225000	
Empaque	Costa fique	180	90	16200	
Cabuya	Rollo	1	5,500	5,500	
Cosechador AMM 2				216620	14.9
Otras labores (10)	Jornal	10	9000	90000	
Mano de obra (10.4)	Jornal	10.4	9000	93600	
Tractorista	Jornal	0.23	14000	3320	
Operación tractor + cosechadora	Global			8000	
Empaque	Costa fique	180	90	16200	
Cabuya	Rollo	1	5,500	5,500	
Cosechador AMT 2				236420	16.3
Otras labores (10)	Jornal	10	9000	90000	
Mano de obra (12.6)	Jornal	12.6	9000	113400	
Tractorista	Jornal	0.23	14000	3320	
Operación tractor + cosechadora	Global			8000	
Empaque	Costa fique	180	90	16200	
Cabuya	Rollo	1	5,500	5,500	

8.4 Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

Las actividades que realiza CLAYUCA en esta área se basan en alianzas estratégicas con los proyectos de CIAT que realiza trabajos en este tema: Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (PE-1). En el período cubierto por este informe se han realizado algunas actividades relacionadas con problemas de plagas y enfermedades las cuales se describen en la siguiente sección.

8.4.1 Fitopatología

Introducción

Uno de los factores más limitantes de la producción de yuca en Colombia y varios países son las enfermedades, con gran relevancia de pudriciones de raíces y tallos causadas por *Phytophthora* spp.

En parte debido a la expansión del cultivo en algunas regiones, se han presentado graves problemas patológicos que, de no manejarse adecuadamente, amenazan la sostenibilidad de la producción, afectando la rentabilidad de este cultivo. Por otro lado, la yuca todavía es cultivada ampliamente con manejo tradicional y hay gran desconocimiento de los agricultores sobre las enfermedades del cultivo y su manejo integrado.

Phytophthora spp. se transmite por las estacas de yuca, ocasionando con frecuencia la pérdida total del cultivo. Este es un problema severo cuando los agricultores utilizan semilla sin conocer el estado fitosanitario del cultivo de donde procede. Además se han presentado problemas fitosanitarios en el cultivo de la yuca en los últimos años en Colombia, debido a la mala calidad de la semilla de las variedades locales.

La mejor manera de controlar estas enfermedades es mediante un manejo integrado. CIAT y sus colaboradores han desarrollado germoplasma tolerante a enfermedades, como la estrategia más económica para el agricultor, y que debe complementarse con otras herramientas. Además se han identificado prácticas culturales y agentes biológicos que reducen el inóculo de los diferentes patógenos. Sin embargo es necesario refinar estas medidas y adaptarlas a los diferentes sistemas de producción de yuca y zonas agroecológicas en Colombia.

Objetivos

Para alcanzar el propósito planteado, se propuso el siguiente objetivo:

Evaluar diferentes prácticas de manejo integrado de pudriciones radicales de yuca, en fincas de agricultores.

Los objetivos específicos son:

- Caracterizar patogénicamente, aislamientos de *Phytophthora* spp. obtenidos de cultivos de yuca de agricultores de Quindío, Cauca y Norte del Valle.
- Evaluar la resistencia a pudriciones, de variedades de yuca mejoradas y regionales, utilizadas por el agricultor.
- Evaluar el efecto del tratamiento térmico de estacas de yuca sobre la germinación de plantas y sobre la incidencia de pudriciones.
- Evaluar el efecto de dos aislamientos de *Trichoderma* spp. sobre las pudriciones radicales.
- Evaluar el efecto de Micobiol (mezcla de hongos biocontroladores de plagas y enfermedades) sobre las pudriciones radicales.
- Evaluar el efecto de la fertilización potásica en el control de pudriciones radicales.

Materiales y Métodos

Evaluación de prácticas de manejo integrado sobre la incidencia y severidad de pudriciones radicales de yuca

➤ Ensayo establecido en 1999

En 1999 se estableció un ensayo (Tabla 8.67) donde se están evaluando los tratamientos que se describen a continuación, mediante un diseño de bloque al azar, con tres repeticiones, con unidades experimentales de 20 plantas:

Tabla 8.67 Ensayos establecidos en finca ubicada en la vereda Cantores, municipio de Montenegro (Quindío).

No.	Tratamiento
1	Termoterapia a estacas en leña (49 °C durante 49 minutos)
2	Suspensión del aislamiento 14PDA-4 de <i>Trichoderma</i> (1×10^4 conidias /ml)
3	Micobiol (mezcla de <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisople</i> , <i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , <i>Nomureae rileyi</i> , <i>Entomophthora muscae</i> , <i>Hirsutella thompsonii</i> y <i>Verticillium lecanii</i> en dosis de 1Kg / 6 lt de Agua)
4	Ridomil (Metalaxyl): 3 g/lt.
5	Cloruro de Potasio KCl (20 gr por planta)
6	Sulfato de Potasio K ₂ SO ₄ (20 gr por planta)
7	Variedad ICA Catumare (CM 523-7)
8	Variedad Manzana (variedad regional)
9	Testigo

Se evaluó la incidencia de secamiento de tallos y ramas a los 8 meses de edad.

Mediante un permeámetro, se evaluó la conductividad hidráulica, potencial matricial, variación de humedad y sortividad (adsorción de agua en un instante definido), con el fin de correlacionar con la incidencia de pudriciones. Se tomaron muestras de suelo, con el fin de hacer análisis físicos. Los datos están en procesamiento y las muestras no se han analizado todavía.

La cosecha se estará haciendo en agosto del 2000. Las siguientes variables serán evaluadas:

Altura de la planta, peso de follaje, peso de raíces totales, peso de raíces comerciales podridas, peso de raíces no comerciales podridas, contenido de materia seca.

A la cosecha se tomarán muestras de suelos para análisis químico y correlacionar varios parámetros con la incidencia de la enfermedad.

En busca de los mismos objetivos planteados, en junio del 2000 se establecieron tres ensayos en fincas de agricultores, con los tratamientos que se describen a continuación, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y una unidad experimental de 20 plantas.

➤ **Ensayos establecidos en el año 2000**

Tabla 8.68 Ensayos establecidos en las fincas Las Mercedes (Montenegro, Quindío) y Profrutales (La Tebaida, Quindío).

No.	Tratamiento
1	Cuatro variedades: Ica HMC-1
2	Ica Catumare
3	MPER 183
4	Chiroza
5	Fertilización con Cloruro de potasio (30 g/planta)
6	Fertilización con Sulfato de Potasio (36 g/planta)
7	Termoterapia a estacas (49°C durante 49 minutos)
8	Tratamiento químico con Orthocide (Captan. 4g/Lt de P. C.) y Ridomil (Metalaxil. 3 g/Lt de P. C.)
9	Trichoderma cepa 19 TSM-3A
10	Trichoderma cepa 41 PDA-3A
11	Testigo con fertilización como se hace en la finca
12	Testigo sin fertilización

Tabla 8.69 Ensayos establecido en la finca Guayaquil (Montenegro, Quindío).

No.	Tratamiento
1	Tres variedades: Ica HMC-1
2	Ica Catumare
3	Chiroza
4	Fertilización con Cloruro de potasio (30 g/planta)
5	Fertilización con Sulfato de Potasio (36 g/planta)
6	Termoterapia a estacas (49°C durante 49 minutos)
7	Tratamiento de estacas con Lonlife al 4% (Acido ascórbico)
8	Tratamiento químico con Orthocide (Captan. 4g/Lt de P. C.) y Ridomil (Metalaxil. 3 g/Lt de P. C.)
9	Trichoderma cepa 19 TSM-3A
10	Trichoderma cepa 41 PDA-3A
11	Testigo con fertilización como se hace en la finca
12	Testigo sin fertilización

Resultados

En ensayo establecido en Montenegro en 1999, la incidencia de secamiento de tallos fue solamente 13% (escala 2 ó 3), nivel bajo para evaluar los efectos de los tratamientos. La germinación y el desarrollo de las plantas estuvo por encima de 95%. La aplicación de MICOBIOL aumentó la altura de las plantas considerablemente (Tabla 8.67).

Tabla 8.70 Efecto de tratamiento de estacas en agua caliente, biocontroladores, control químico, fertilizantes y resistencia varietal sobre el desarrollo de yuca y el secamiento de brotes y tallos en un ensayo establecido en el Departamento del Quindío^a.

Tratamiento	Altura (m) ^b
Tratamiento de estacas	
1 47-49 °C durante 49 minutos	1.73
Biocontroladores	
2 Trichoderma aislamiento 14PDA-4	1.89
3 Micobiol	2.31
Control químico	
4 Ridomil (Metalaxyl)	1.91
Fertilización del suelo	
5 KCl	1.90
6 K ₂ SO ₄	1.90
Resistencia varietal	
7 ICA Catumare	-
8 Manzana	1.93
Testigo	
9 Manejo tradicional del agricultor	1.86

^a Siete meses después de la siembra. Todos los tratamientos a excepción de 7 y 8, se hicieron en la variedad MCI.

^b Promedio de las plantas de la parcela.

A los 13 meses de edad se detectó pudrición de raíces en la variedad Manzana, susceptible a la enfermedad. La evaluación del efecto de los tratamientos se hará a los 14 meses de edad del cultivo.

➤ Caracterización patogénica de aislamientos de *phytophthora* spp.

Con el objetivo de identificar la variabilidad patogénica dentro de poblaciones de *Phytophthora* spp. de yuca de tres departamentos de Colombia, se realizó una colección de aislamientos, con su correspondiente identificación y pruebas de patogenicidad.

Materiales y Métodos

➤ Obtención de aislamientos

Se colectaron 16 aislamientos de *Phytophthora* spp., en plantas de yuca de ensayos establecidos en Santander de Quilichao (Cauca), Caicedonia (Valle del Cauca) y Montenegro

(Quindío). Además de los mencionados, el aislamiento denominado Ají se aisló de plantas marchitas y con tallo necrosado de ají, sembradas en invernaderos de CIAT, y se inoculó en plantas y raíces de yuca.

En la tabla 8.68 se describe la procedencia de cada aislamiento, la variedad de donde se aisló, el procedimiento para aislar el hongo y su capacidad patogénica cuando se inoculó en los genotipos de yuca MBRA 12, MCOL 1505 y MTAI 8.

La mayoría de los aislamientos se obtuvieron mediante el método de trampa, tomando 75 g de suelo donde crecen plantas afectadas, se agregaron 60 cc de agua destilada estéril y se conservaron en recipientes de icopor con tapa durante dos días. Posteriormente se colocaron trozos de tallos y raíces de plantas de yuca *in vitro*, en la solución y se incubaron por dos días, para sembrarlos posteriormente en medio V8 y PDA sintético.

El aislamiento 16A (Santander de Quilichao) se obtuvo directamente, lavando trozos de raíces afectadas con agua durante 10 minutos, se desinfectaron con alcohol al 70%, se lavaron con agua destilada estéril y después de secar en toalla de papel estéril, se sembraron los trocitos en medio de cultivo V8 y PDA sintético.

➤ **Inoculación y evaluación**

Se inocularon los 17 aislamientos por el método de herida en tallo, el cual consiste en practicar una incisión de 5 mm en el tercio superior de plantas de yuca de 20 cm de altura, sembradas en potes. Sobre la incisión se colocó un disco de medio de cultivo con crecimiento micelial del hongo y se incubó durante cinco días a 26° C y 100% de humedad relativa. Como testigo positivo se inocularon los aislamientos 44, 69 y P4 y como control se utilizó un disco de medio de cultivo sin crecimiento de hongo. Las evaluaciones se hicieron midiendo longitud y ancho de la lesión a los 7, 14, 21 y 28 días, y se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE. Tabla 8.69).

Por otro lado, se inocularon raíces frescas de los genotipos MBRA 12, MCOL 1505 y MTAI 8, con el fin de evaluar la patogenicidad de 17 aislamientos. Con un sacabocado se abrió un orificio en las raíces, de 10 mm de diámetro y 15 mm de profundidad, donde se introdujo un disco de medio de cultivo con crecimiento micelial del hongo y posteriormente se tapó con un taco de madera y se selló con cinta adhesiva. Las raíces se incubaron en bolsas plásticas con papel toalla húmedo, a 25° C, durante siete días, tiempo después del cual se evaluó haciendo un corte transversal a la raíz inoculada y midiendo longitud, ancho y profundidad de la lesión, con lo cual se calculó el volumen afectado.

➤ **Análisis de datos**

Mediante análisis de agrupamiento de varianza mínima de Ward, se separaron los aislamientos en grupos de patogenicidad, de acuerdo a la severidad de los síntomas en plantas, a un nivel de confianza de 97.1%

Resultados

Tabla 8.71 Aislamientos de *Phytophthora* spp. colectados de los ensayos de prácticas de manejo de pudriciones de yuca, en los municipios de Caicedonia (Valle), Santander de Quilichao (Cauca) y Montenegro (Quindío).

Aislamiento	Vereda	Municipio	Departamento	Variedad	Procedimiento para aislar	Fuente
5G	Monte grande	Caicedonia	Valle del Cauca	Ica Catumare	Trampa	Suelo
5D	Monte grande	Caicedonia	Valle del Cauca	Ica Catumare	Trampa	Suelo
7B	Monte grande	Caicedonia	Valle del Cauca	Ica Catumare	Trampa	Suelo
10A	Monte grande	Caicedonia	Valle del Cauca	Ica Catumare	Trampa	Suelo
T7II	Monte grande	Caicedonia	Valle del Cauca	Ica Catumare	Trampa	Suelo
T7III	Monte grande	Caicedonia	Valle del Cauca	Ica Catumare	Trampa	Suelo
Ají ^a		Palmira	Valle del Cauca	Ají	Trampa	Tallo
2B	Monte grande	Caicedonia	Valle del Cauca	Ica Catumare	Trampa	Suelo
16A	Caloteño	S. Quilichao	Cauca	Algodona	Directo	Raíz
43A	Caloteño	S. Quilichao	Cauca	Algodona	Trampa	Suelo
40B	Caloteño	S. Quilichao	Cauca	Algodona	Trampa	Suelo
51A	Caloteño	S. Quilichao	Cauca	Algodona	Trampa	Suelo
23C	Cantores	Montenegro	Quindío	Manzana	Trampa	Suelo
24B	Cantores	Montenegro	Quindío	Manzana	Trampa	Suelo
25B	Cantores	Montenegro	Quindío	Manzana	Trampa	Suelo
26C	Cantores	Montenegro	Quindío	Manzana	Trampa	Suelo
27A	Cantores	Montenegro	Quindío	Manzana	Trampa	Suelo
44 ^a	Barcelona	Calarcá	Quindío		Trampa	Suelo
69 ^a		Buenaventura	Valle del Cauca		Trampa	Suelo
P4 ^a						

^a Aislamientos de referencia para la evaluación de patogenicidad.

Los aislamientos se agruparon de acuerdo a su patogenicidad como sigue:

- Grupo 1 (no patogénicos y agrupados con el testigo): El ABCPE fue de 2.9, con un rango de 0 a 6.65
- Grupo 2 (baja patogenicidad): El ABCPE fue de 12.1, con un rango de 10.1 a 15.0
- Grupo 3 (medianamente patogénicos): El ABCPE fue de 21.2, con un rango de 18.5 a 23.9
- Grupo 4 (altamente patogénicos): El ABCPE fue de 30.9, con un rango de 30.4 a 31.5
- Grupo 5 (muy alta patogenicidad): El ABCPE fue de 36.5. En este grupo sólo se ubicó un aislamiento.

En la tabla 8.72 se muestran los resultados de la evaluación de patogenicidad de los aislamientos de *Phytophthora* spp. probados.

Los síntomas en raíces permitieron establecer los siguientes grupos de patogenicidad:

- Grupo 1 (no patogénicos y agrupados con el testigo): El ABCPE fue de 2.9, con un rango de 0 a 4.4
- Grupo 2 (baja patogenicidad): El ABCPE fue de 8.0, con un rango de 5.8 a 9.9

- Grupo 3 (medianamente patogénicos): El ABCPE fue de 11.4, con un rango de 11.1 a 11.6
- Grupo 4 (altamente patogénicos): El ABCPE fue de 18.1, con un rango de 16.3 a 20.2
- Grupo 5 (muy alta patogenicidad): El ABCPE fue de 49.3, con un rango de 48.9 a 49.6

La correlación entre la enfermedad en plantas y en raíces fue de 0.08, lo que sugiere que el comportamiento de los aislamientos es diferente dependiendo del tejido que se inocule. Sin embargo, los aislamientos 44, 16A y 5D, se ubicaron en el mismo grupo de patogenicidad tanto en plantas como en raíces, indicando que posiblemente tienen la capacidad de atacar ambos tejidos en cantidad similar.

Tabla 8.72 Patogenicidad de 20 aislamientos de *Phytophthora* spp., inoculados en plantas de 20 días de edad y en raíces frescas.

Aislamiento	Plantas		Raíces	
	ABCPE ^a	Grupo ^b	Volumen Afectado (cm ³)	Grupo ^c
44 (testigo) ^d	31.5	4	17.9	4
69 (testigo) ^d	10.1	2	49.6	5
10A	18.8	3	6.5	2
16A	10.3	2	8.4	2
23C	3.0	1	- ^e	-
24B	20.9	3	0.0	1
25B	3.6	1	-	-
26C	0.0	1	11.6	3
27A	30.4	4	48.9	5
2B	23.8	3	5.9	2
40B	2.2	1	7.4	2
43A	11.2	2	4.4	1
51A	15.0	2	11.4	3
5D	12.5	2	9.5	2
5G	5.1	1	11.5	3
7B	36.5	5	11.1	3
Control (medio de cultivo)	0.0	1	3.1	1
Ají ^d	23.9	3	16.3	4
P4 (testigo) ^d	13.4	2	3.9	1
T7 II	18.5	3	20.2	4
T7III	6.7	1	9.9	2

^a Area bajo la curva de progreso de la enfermedad, determinada en cuatro evaluaciones (7, 14, 21 y 28 días después de inocular).

^b Rango para brotes: Grupo 1: 0 - 6.65; grupo 2: 10.1 - 15; grupo 3: 18.5 - 23.9; grupo 4: 30.4 - 31.5; grupo 5: 36.5

^c Rango para raíces: Grupo 1: 0 - 4.4 cm³; grupo 2: 5.8 - 9.9 cm³; grupo 3: 11.1 - 11.6 cm³; grupo 4: 16.3 - 20.2; grupo 5: 48.9 - 49.6 cm³.

^d Aislamientos inoculados como referencia

^e No determinado

➤ Tratamiento térmico de estacas de yuca

En ensayos anteriores se ha mostrado el efecto de la termoterapia sobre el control de patógenos, tratamiento que puede ser muy valioso para el agricultor. Para la multiplicación

masiva de un genotipo (por ejemplo para introducir en una zona yuquera) se puede usar metodología más tecnificada y eficiente. En este estudio se identificó el efecto de pretratamiento sobre la germinación de estacas de yuca.

Materiales y Métodos

Se trataron estacas de cinco genotipos con agua caliente en un baño María a 49°C durante 0, 49 minutos, 5, 7 y 8 horas, haciendo un pretratamiento 24 horas antes durante 0, 10 y 20 minutos, con el fin de evaluar la germinación del material de siembra.

Los datos de la tabla 8.73 muestran que el pretratamiento durante 10 ó 20 min, realizado 24 h antes del tratamiento principal de 5 h, evita pérdida de germinación de las estacas. Sin pretratamiento, los genotipos utilizados en este estudio, no germinaron. De acuerdo a los resultados, con un pretratamiento de 20 min. antes del tratamiento principal de 5 h, no hay pérdidas en germinación de los genotipos evaluados. Este tratamiento se puede usar para tratar semilla afectada por *Phytophthora* spp. o *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*.

Tabla 8.73 Efecto de inmersión de estacas de cinco variedades de yuca en agua caliente, sobre la germinación de estacas y número de brotes germinados.

Duración Del pre-tratamiento (min.)	Duración del Tratamiento Principal (horas)	Genotipo de Yuca	Germinación (%)		No. de Brotes Germinados		Germinación de los Genotipos (%)
			Por Genotipo	Por Tratamiento	Por Genotipo	Por Tratamiento	
0	0	MARG 2	67		1.3		
0	0	MARG 9	100		2.7		
0	0	MBRA 1044	80		1.8		
0	0	MBRA 1045	83		2.8		
0	0	MBRA 403	100	86	3.8	2.5	100
0	49 min.	MARG 2	17		1.0		
0	49 min.	MARG 9	100		2.0		
0	49 min.	MBRA 1044	100		2.7		
0	49 min.	MBRA 1045	83		2.4		
0	49 min.	MBRA 403	50	70	2.0	2.0	100
10	5	MARG 2	0		0.0		
10	5	MARG 9	57		3.3		
10	5	MBRA 1044	29		2.0		
10	5	MBRA 1045	62.5		1.0		
10	5	MBRA 403	50	40	1.3	1.2	80
20	5	MARG 2	17		1.0		
20	5	MARG 9	83		1.8		
20	5	MBRA 1044	17		2.0		
20	5	MBRA 1045	29		1.0		
20	5	MBRA 403	17	32	1.0	1.4	100

8.4.2 Entomología

La Unidad de Manejo Integrado de Plagas en Yuca está colaborando con BIOCARIBE en un proyecto sobre el desarrollo de productos biocontroladores de las plagas más importantes que atacan la yuca en estos momentos, como son: el gusano cachón de la yuca, el complejo de moscas blancas y el chinche subterráneo de la viruela en la raíz.

Este proyecto que es financiado totalmente por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, tiene una duración de tres años con la ejecución de BIOCARIBE S.A. y la colaboración logística - administrativa y científica de todo el personal de la Unidad de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades – Sección Entomología de Yuca, dirigido por el Dr. Anthony C. Bellotti.

Uno de los objetivos de este proyecto es establecer un modelo de producción industrial de Baculovirus que permita disponer por parte de los agricultores de un producto comercial para el uso en control del gusano cachón de la yuca (*E. ello*).

También, proporcionar a los cultivadores de yuca del país herramientas de tipo biológico (hongos entomopatógenos) para el control de plagas tales como moscas blancas y chinche de la viruela (*C. bergi*), como las más importantes en este cultivo.

Este proyecto tiene como característica principal ser el primero en el sentido de obtener biocontroladores específicos para plagas de yuca, que se han convertido en limitantes en las zonas yuqueras de Colombia. Como resultado de este proyecto tendremos herramientas de tipo industrial para el manejo de plagas. Tal es el caso de Baculovirus, donde se reporta un control del 100% de la plaga y a muy bajo costo por hectárea. También se tendrán hongos entomopatógenos para el chinche de la viruela, una plaga que está azotando las áreas yuqueras de la zona cafetera del país y los agricultores sólo optan por abandonar la zona donde es endémico este insecto. Se tendrán biocontroladores de mosca blanca y así podremos reducir la utilización de pesticidas, la única solución por el momento para manejar esta plaga, y por ende bajaremos el costo de producción de raíz de yuca por hectárea.

En estos momentos se están realizando, por medio de la empresa productoras de Biológico BIOCARIBE S.A. los primeros análisis para la producción de Baculovirus de *Erinnyis* en forma industrial, ellos son responsables de suministrar en un corto tiempo un producto altamente efectivo para controlar el gusano cachón, como también de muy bajo costo para el agricultor.

En CIAT, por medio de este proyecto, se ha recolectado solución madre de Baculovirus listo para ser aplicado en campo una vez que se requiera.

Con respecto al chinche de la viruela, en BIOCARIBE S.A. se ha establecido en forma semi industrial un hongo (*Metarhizium anisopliae*) que en laboratorio tuvo un resultado de mortalidad del 85%, que fue almacenado en el cepario de CIAT y falta realizar una reactivación sobre el insecto para mejorar el nivel de infección, también se han aislado otros

hongos (*Beaveria sp.* y otra especie de *Metarhizium sp.*) nativos que se le van a realizar los estudios de invernadero para evaluar su infección.

Sobre Mosca Blanca se ha iniciado la evaluación de un biocontrolador comercial (BioCanni) a base del hongo *Verticilium lecanii* a nivel de invernadero y de campo en forma simultánea a las dosis recomendadas por el productor.

También se va realizar evaluaciones en invernadero y campo de una serie de biocontroladores para ver su efectividad sobre mosca blanca.

Nosotros hemos visto que para un manejo más eficiente de la mosca blanca con productos biológicos, es recomendable realizar un control desde el inicio del cultivo para mantener esas poblaciones en niveles muy bajos.

8.5 Transgénesis

El área de modificación genética representa una actividad de importancia estratégica para el Consorcio. No se han destinado recursos directamente para financiar proyectos pero se han discutido posibles alianzas y propuestas de trabajo con otros proyectos de CIAT que están trabajando con este tema y con otros centros de investigación avanzada, como la Universidad de Bath en Inglaterra, que ha expresado interés en algún proyecto relacionado con modificar el contenido de proteína de las raíces de yuca.

Las ventajas comparativas que CLAYUCA presenta en esta área están relacionadas con la posibilidad de apoyar los trabajos de investigación en la fase campo en la cual las plantas modificadas tendrán que ser evaluadas en propiedades de agricultores, antes de ser liberadas al público. En esta fase, CLAYUCA puede ser un aliado importante en función de los contactos y capilaridad que se tiene con los países socios del Consorcio

8.6 Follaje de Yuca

Otra de las áreas de trabajo incluidas como prioritarias en la agenda de investigación y desarrollo del Consorcio, es la relacionada con la adaptación y evaluación de sistemas de producción y utilización del follaje de la yuca como una fuente de proteína, especialmente para alimentación animal. Existen algunas experiencias en CIAT y en otros centros de investigación agrícola sobre sistemas que permiten la producción intensiva del follaje de yuca a través de cortes periódicos, en ciclos agrícolas de 1 y 2 años. Con la demanda creciente y mercado potencial que se presenta para la yuca como fuente de energía y de proteína en la alimentación animal, se hace necesario realizar trabajos de investigación adaptativa que permitan validar los resultados existentes y ayuden a definir paquetes tecnológicos adecuados para el uso integral del cultivo de la yuca.

El proyecto que se describe a continuación ha sido posible gracias al apoyo financiero recibido por parte del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia-MADR.

8.6.1 Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de sistemas de producción intensiva de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) forrajera con corte periódico mecanizado

Introducción

Generalmente, la yuca se emplea como fuente energética en la alimentación de animales, utilizando principalmente las raíces. El uso de la parte aérea como fuente de proteína es reducido pues no se le ha dado la importancia nutricional que este material tiene.

La composición nutricional del follaje de yuca, presenta una gran variación en cuanto a su calidad y cantidad, por efecto de varios factores como tipo de cultivar, condiciones y tipo de suelo, edad de la planta y proporción entre hojas 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 de monogástricos. Mientras las raíces de yuca contienen cerca de 2.3% de proteína cruda, la parte aérea, especialmente las hojas, contienen contenidos altos de proteína que oscilan desde 20 a 30%, comparados con los de alfalfa y otras leguminosas. Por ello, estos órganos de la planta representan un 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.

El desarrollo de sistemas de producción intensiva de follaje de yuca como fuente de proteína vegetal para uso en la alimentación animal va a demandar costos de producción que no sean muy altos especialmente en lo que se refiere a mano de obra en las cosechas sucesivas. La disminución de estos costos se puede lograr si se implementan y adaptan prácticas de corte mecánico con el empleo de maquinaria diseñada para esta labor.

Objetivos

- Contribuir al desarrollo de sistemas de producción y utilización integral del cultivo de la yuca, para aumentar su eficiencia, competitividad, sostenibilidad y agregarle valor, en beneficio de los productores y procesadores de yuca, de los productores de aves, cerdos y bovinos.
- Implementar ensayos para evaluar el funcionamiento de modelos de máquinas disponibles actualmente para corte mecanizado de follaje y se realizarán adaptaciones buscando mejorar la eficiencia.

Materiales y Métodos

El proyecto se instalará con ensayos en tres regiones y suelos con características diferentes. Las muestras de suelo para caracterización química y física de las regiones 2 y 3 se realizarán antes de la siembra.

1. Región de Ayapel, Córdoba (sembrado el XXX de XXXX de 2000)
2. Región de Montenegro, Quindío
3. Región de Jamundí, Valle del Cauca

Las características químicas y físicas de un suelo de la región 1, Municipio de Ayapel, Córdoba se reseñan en la (tabla 8.74).

Tabla 8.74 Características químicas y físicas de suelo en la Finca Cantiaro de Compostela, Vereda Escobilla, Ayapel, Córdoba.

Textura	pH	MO %	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	B
			Meq/100g						ppm
ArA	4.8	2.8	2.2	0.3	0.2	0.05	3	1	0.2
Pesado	Ma*	B a M	A	B	B	MB	MB	B	B

* MA = Muy ácido
 A = Alto
 M = Medio
 B = Bajo
 MB = Muy bajo

Diseño Experimental

El ensayo se establecerá en parcelas demostrativas de 400 m² (parcela de densidad de siembra) y en los dos sitios restantes se seguirá con el mismo diseño.

Tratamientos

CULTIVARES*

M TAI 8
 CM 4919-1
 CM 4843-1

DENSIDADES

30 * 30 cm = 112000 plantas/ha
 40 * 40 cm = 62500 plantas/ha
 50 * 50 cm = 40000 plantas/ha

FRECUENCIA DE CORTES

Seis cortes (6) cada tres (3) meses y en el séptimo corte (a los 24 meses). En el último corte se evaluará la producción y calidad de las raíces.

* Los cultivares para las regiones 2 y 3 se escogerán de acuerdo al material existente en cada sitio.

Evaluaciones

1. En cada corte
 - Peso fresco biomasa aérea
 - Porcentaje materia seca

- Determinaciones laboratorio*
- Conversión a t/ha

*** Determinaciones laboratorio**

- Proteína cruda
- Fibra cruda
- Cenizas
- Grasa
- HCN total
- HCN libre
- Porcentaje de Materia seca (%)

2. Al final del ensayo

- Biomasa individual y acumulada de la parte aérea
- Rendimiento raíces frescas y secas
- Porcentaje de materia seca (%MS)
- HCN total en las raíces
- Análisis estadístico
- Interpretación de resultados
- Conclusiones y recomendaciones

Las parcelas tendrán las siguientes dimensiones (Figura 8.51).

Area bloque variedad	$40 * 36 = 1440 \text{ m}^2$
Area Parcela densidad	$126 * 10 = 1260 \text{ m}^2$
Area ensayo	$= 3600 \text{ m}^2$
Area total	$= 4536 \text{ m}^2$ (incluye calles de 3 m)

Un trabajo adicional que está realizando CLAYUCA y que está relacionado con esta área se describe a continuación.

8.6.2 Efecto de la calidad del material de siembra sobre la producción de yuca

Introducción

Es reconocido el hecho de la importancia del material de siembra en el establecimiento del cultivo de la yuca. El éxito de una buena germinación y por ende, de una excelente producción radica en la calidad de la semilla. Es reconocida por varios investigadores la importancia de la selección de cangres y el vigor de ellos en pos de un buen establecimiento en el campo ya que prácticamente durante los primeros días después de siembra (20 a 30 días) la nueva plántula se alimenta exclusivamente de las reservas nutricionales del cangre.

También, es importante tener de presente que muchas veces el cuello de botella en la producción de yuca es la falta de semilla. Normalmente se realiza la cosecha y los tallos se dejan en el campo por varios días y a la intemperie, por lo cual se secan muy rápido y se disminuye la viabilidad de las yemas con la consiguiente pérdida de este material. Una vez el material está completamente lignificado, el agricultor lo desecha y pierde la oportunidad

de sembrar cuando posiblemente estos futuros cangres con un buen almacenamiento pudieran conservar algo o todo su potencial de germinación.

Objetivos

Es importante realizar investigación sobre la calidad del material de siembra y su efecto sobre la producción de yuca. Para ello, es necesario evaluar:

- el tiempo que un tallo habilitado como material de propagación puede conservarse en condiciones de buen almacenamiento,
- cuantificar diferentes períodos de almacenamiento y
- evaluar la calidad nutricional y agronómica de este material.

Materiales y Métodos

El ensayo se sembrará en un suelo de la granja del CIAT-Palmira, ubicado en el lote XX (todavía no lo han asignado).

Como material de siembra se usaran estacas de las variedades ICA Catumare (CM 523-7) e ICA Negrita (CM 3306-4) con una densidad de siembra de 10000 plantas/ha y en posición vertical. La siembra se hará manual.

Las plantas se fertilizarán un mes después de siembra de acuerdo al análisis de suelo.

Diseño Experimental

Los tratamientos se dispondrán en el campo en un diseño de parcelas subsubdivididas, con cuatro repeticiones. Cultivar en parcela principal, porción del material de siembra en subparcela y época de almacenamiento en la subsubparcela.

Area de parcela principal:	15 * 25 m =	375 m ²
Area de subparcela:	5 * 25 m =	125 m ²
Area de subsubparcela:	5 * 5 m =	25 m ²
Area repetición:	31 * 25 m =	775 m ²
Area útil:	120 * 25 m =	3000 m ²
Area de ensayo:	130 * 25 m =	3250 m ²
Area de cosecha:		9 m ²

Tratamientos

➤ Tiempo de almacenamiento

- Testigo, estacas recién cortadas
- Estacas con cuatro meses de almacenamiento
- Estacas con tres meses de almacenamiento
- Estacas con dos meses de almacenamiento
- Estacas con un mes de almacenamiento

➤ Parte o porción del material de siembra*

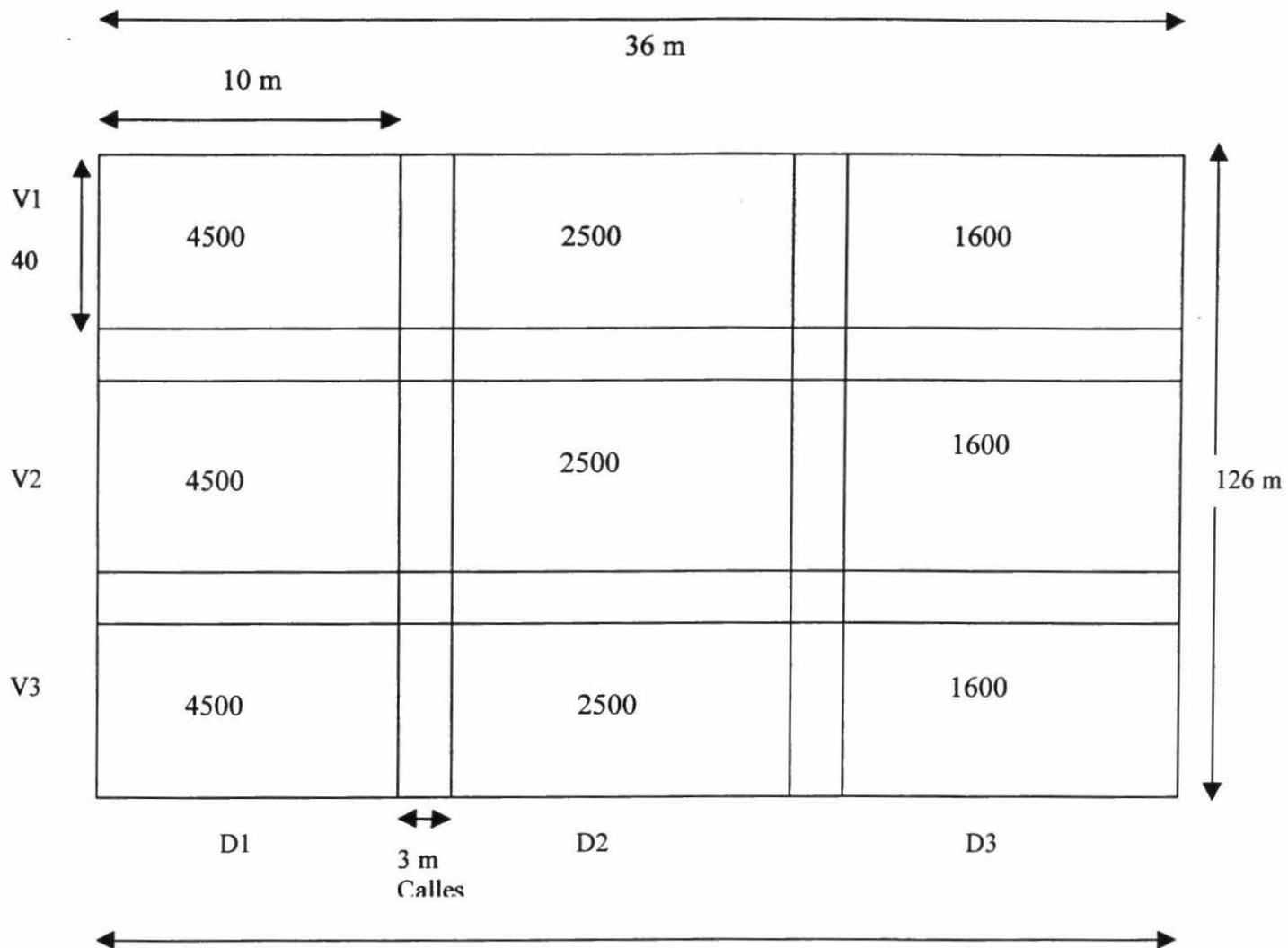
- Porción apical de la vara o tallo
- Porción media de la vara o tallo
- Porción basal de la vara o tallo

* Se enviarán muestras de estos cangres al laboratorio para análisis de nutrientes. También se determinará el peso seco de cada porción.

➤ Cultivares indicadores

- V₁. ICA Catumare
- V₂. ICA Negrita

El ensayo se cosechará a los 10 - 12 meses después de siembra. Se evaluará producción de raíces y parte aérea fresca, porcentaje de materia seca y contenido de HCN total en las raíces. Al mes después de siembra se evaluará porcentaje de germinación.



V = Variedades
D = Densidades

Figura 8.51 Plano de Campo del ensayo de yuca forrajera.

9. PROYECTOS PRESENTADOS POR CLAYUCA

Durante el primer semestre del 2000, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, MADR, estableció un programa de financiación para actividades de investigación y desarrollo del cultivo de la yuca. Este programa fue colocado a disposición de entidades del sector público y privado, universidades, y ONGs que están trabajando con la yuca en Colombia. CLAYUCA elaboró algunas propuestas relacionadas con temas de su agenda de investigación y desarrollo, algunas de las cuales fueron aprobadas. La Tabla 9.1 presenta una relación.

Tabla 9.1 Proyectos presentados y aprobados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a CLAYUCA.

Número de proyecto	Título	Valor en pesos colombianos	Colaboradores
1	Evaluación técnica y económica de sistemas de producción de aves, cerdos y ganado usando harina de yuca como principal componente energético de la ración.	47.940.000.00	Fenavi Acopor Nutribal Acuicultores
2	Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de producción de yuca basados en la mecanización parcial de las labores de siembra y cosecha.	100.000.000.00	CIAT Protón Ltda
3	Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de sistemas de producción intensiva de yuca forrajera con corte periódico mecanizado.	20.000.000.00	CORPOICA (Regional 2) CIAT
4	Curso internacional sobre sistemas modernos de producción y procesamiento de yuca.	40.600.000.00	CIAT
5	Introducción de nuevas variedades de yuca con resistencia a la mosca blanca y evaluación de técnicas de control biológico del chinche subterráneo en los sistemas de producción presentes en los departamentos del Tolima y Huila.	43.700.000.00	CORPOICA (Regional 6) CIAT
6	Utilización de gallinaza como abono órgano - mineral para la producción sostenible de yuca.	32.000.000.00	Universidad Nacional Palmira Incubadora Santander Agrícola El Limón
7	Establecimiento de una planta piloto para la producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal y humana mediante el uso de técnicas de secado artificial.	98.000.000.00	CIAT PROTON
8	Aporte a la cuota anual de afiliación de Colombia a CLAYUCA (13% de proyecto CIAT-MADR).	67.600.000.00	
Total		449.840.000.00	

9.1 Descripción de los proyectos

9.1.1 Evaluación técnica y económica de sistemas de producción de aves, cerdos y ganado usando harina de yuca como principal componente energético de la ración

Meta

Promover el desarrollo del cultivo de la yuca en Colombia como una alternativa agroindustrial que contribuya a la generación de empleo en las zonas rurales, el ahorro de divisas y la seguridad alimentaria del país.

Propósito

Apoyar el desarrollo de los sectores avícola, porcícola, ganadero y yuquero del país, a través de la implementación y evaluación de sistemas de producción animal de aves, cerdos y ganado basados en el uso de la harina de yuca como componente energético principal de los alimentos balanceados.

Antecedentes/Justificación

El uso de la harina de yuca en la alimentación animal no es una propuesta nueva. En varias regiones del mundo se han realizado estudios para evaluar el reemplazo de cereales con harina de yuca en dietas balanceadas para animales. En el caso de pollos de engorde, los rangos máximos de inclusión de harina de yuca que se han encontrado varían de 10% a 40% como máximo. En el caso de producción de huevos se han encontrado niveles similares de inclusión. En el caso de programas de alimentación de cerdos, el nivel de energía en la harina de yuca permite mayor flexibilidad que cuando se usa este producto en programas de alimentación para aves, pudiendo utilizarse raciones hasta con 50% de harina de yuca y lográndose un mayor consumo con estas dietas, en contraste con aquellas basadas solamente en sorgo o maíz.

La harina de yuca es principalmente una fuente de energía, con un alto contenido de almidón (60-70%). Sin embargo, el nivel de proteína es muy bajo, aproximadamente 2.5% de la materia seca. Entonces, la inclusión de harina de yuca en las dietas depende del costo y la disponibilidad de otras fuentes de energía y de proteína. Una ración balanceada que utiliza harina de yuca necesita ser suplementada con niveles mayores de proteína, aminoácidos, grasa, minerales y vitaminas, en comparación con una ración basada totalmente en cereales.

Tradicionalmente en Colombia, los sistemas de producción animal han sido establecidos utilizando el maíz como la materia prima por excelencia. En Colombia, salvo algunas excepciones, la mayoría de las zonas productoras de este cereal se caracterizan por sus altos costos de producción y las bajas productividades que se obtienen. Esto ha dado lugar a que los consumidores masivos de este cereal, principalmente los sectores avícola y porcícola, se hayan visto obligados a importarlo en grandes cantidades, con los costos y consecuencias que esto ocasiona para el país al nivel de balanza de pagos y, principalmente, en relación con los empleos en las zonas rurales, que son eliminados por la importación de alimentos que podrían ser producidos en nuestro país. En 1999 se importaron más de dos millones de

toneladas de maíz y las tendencias actuales para el 2000 indican que se importarán en este año volúmenes iguales o superiores.

Como una de las alternativas para resolver esta situación de dependencia frente a materias primas importadas, los sectores avícola y porcícola han venido apoyando actividades realizadas por el CIAT, con el objetivo de promover el uso de la harina de yuca como un ingrediente en la fabricación de alimentos balanceados para animales, que pueda ayudar a disminuir parcialmente, las necesidades de maíz importado. Además de las ventajas económicas derivadas de la reducción en importaciones, estos programas tienen el potencial adicional de contribuir a incrementar considerablemente la industrialización y procesamiento de yuca, lo que estimularía la generación de empleo en las zonas rurales.

El sector avícola en especial, a través del liderazgo de FENAVI, ha colocado como una de sus metas la "tropicalización" de la avicultura colombiana basada en el trabajo con materias primas apropiadas para nuestras condiciones. La meta es reducir en un corto a medio plazo las importaciones de cereales, principalmente maíz, en un 30% lo cual equivale a más de 500.000 toneladas por año.

Los esfuerzos para transformar la yuca en una fuente alternativa de materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para animales han comenzado a dar fruto en los aspectos de tecnología de producción y de procesamiento. Existen en la actualidad alrededor de 30 variedades de alto potencial de rendimiento desarrolladas por el CIAT y que están siendo utilizadas en varias regiones del país en el marco de programas de ampliación de áreas sembradas y aumento de la disponibilidad de material de siembra de buena calidad.

En relación con tecnologías de procesamiento que permitan la obtención de harina de yuca a costo competitivo, en volúmenes adecuados y con calidad nutricional que permita su uso en programas de alimentación animal, también se han logrado importantes avances en el último año, al punto que en la actualidad se encuentran disponibles varias opciones tecnológicas para la producción industrial de harina de yuca.

El área en la cual no se han logrado avances significativos es en el uso intensivo de la harina de yuca en la formulación de dietas balanceadas para animales. Además de la popularidad del maíz entre los nutricionistas y su disponibilidad en cualquier época del año, otro factor que limita el uso de harina de yuca es su poca oferta (alrededor de 25,000 ton por año) y la estacionalidad de su oferta ya que se produce principalmente en la Costa Atlántica y en la época de verano.

Para contrarrestar esta apatía en el uso de la harina de yuca por parte del sector dedicado a la producción animal, se hace necesario realizar trabajos demostrativos con avicultores, porcicultores y ganaderos, basados en programas de alimentación animal con niveles crecientes de harina de yuca, que permitan generar datos biológicos y económicos para sustentar la viabilidad técnica y económica del uso intensivo de harina de yuca como componente energético principal en dietas balanceadas para animales. Asimismo, se hace necesario desarrollar programas de capacitación, divulgación y transferencia de tecnología

que ayuden a los interesados a conocer los nuevos desarrollos tecnológicos en torno al cultivo de la yuca.

La propuesta presentada aquí busca contribuir a generar, validar y adaptar conocimientos y experiencias sobre el uso de la harina de yuca en programas de alimentación animal, principalmente avícola y porcícola, y divulgar los conocimientos desarrollados entre los diferentes sectores que participan en los programas impulsados por el MADR y el CIAT para estimular el desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca en Colombia.

Productos

Sistemas de producción avícola, porcícola y ganadera basados en la utilización de harina de yuca como principal componente energético

Algunos países, como por ejemplo Holanda, importan anualmente más de 2 millones de toneladas de harina de yuca para uso en alimentación animal (aves y cerdos). Los niveles normales de inclusión de harina de yuca en dietas para aves en la Comunidad Europea son del 25%. En Colombia existen pocas experiencias a escala comercial y mucha falta de información sobre las ventajas y desventajas del uso intensivo de la yuca en las dietas balanceadas para animales. En colaboración con productores comerciales de aves, huevos, cerdos, carne y leche, se harán evaluaciones de la eficiencia técnica y económica de diversos programas de alimentación con niveles diferentes de inclusión de harina de yuca. Se identificarán correcciones y ajustes que puedan ayudar a mejorar la eficiencia de los programas de alimentación propuestos.

Actividades de divulgación, capacitación y diseminación de 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 animal basados en uso intensivo de la yuca.

CIAT y CLAYUCA, con el apoyo del MADR, están apoyando el desarrollo de alianzas estratégicas entre entidades del sector público y empresas del sector privado para impulsar el cultivo de la yuca como alternativa de desarrollo agroindustrial. Una de las estrategias principales de esta iniciativa es la organización de eventos de capacitación, divulgación y diseminación de informaciones que ayuden a los diversos sectores interesados a conocer sobre los avances y las opciones que el cultivo de la yuca ofrece como materia prima para uso en alimentación humana, animal y en usos industriales. Se plantea la realización de eventos como cursos, días de campo, complementados con la elaboración de materiales divulgativos, basados en los resultados obtenidos en este proyecto

Actividades

Producto 1. Sistemas de producción avícola, porcícola y ganadera basados en la utilización de harina de yuca como principal componente energético

- Instalación de experimentos en escala comercial de producción de aves, huevos, cerdos, ganado de carne y leche.

- Evaluación de desempeño biológico, técnico y económico en los diferentes experimentos.
- Ajustes en los diseños, identificación de posibles mejorías y correcciones.
- Análisis de Viabilidad Técnica y Económica.

Producto 2. Actividades de divulgación, capacitación y diseminación de 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 animal basados en uso intensivo de la yuca.

- Seminarios
- Días de Campo.
- Capacitación en Servicio para Técnicos y Productores.
- Elaboración de Materiales de Divulgación.

9.1.2 Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de producción de yuca basados en la mecanización parcial de las labores de siembra y cosecha.

Meta

Apoyar el desarrollo del cultivo de la yuca en Colombia como una alternativa agroindustrial que contribuya a la generación de empleo en las zonas rurales, el ahorro de divisas y la seguridad alimentaria del país

Propósito

Contribuir al desarrollo del sector yuquero de Colombia a través del diseño, implementación y evaluación de sistemas competitivos, eficientes y rentables para la producción de yuca, basados en la mecanización parcial de las labores de siembra y cosecha.

Antecedentes/Justificación

Debido a los altos costos de producción del maíz, los consumidores masivos de este cereal - especialmente los sectores avícola y porcícola -, se han visto obligados a importarlo en grandes cantidades, con los costos y consecuencias que esto ocasiona para el país a nivel de balanza de pagos y, principalmente, en relación con los empleos en las zonas rurales, que son eliminados por la importación de alimentos que podrían ser producidos en nuestro país. En 1998 se importaron más de dos millones de toneladas de maíz y durante los dos últimos años las cifras se han mantenido a niveles muy similares.

Como una de las alternativas para resolver esta situación de dependencia frente a materias primas importadas, los sectores avícola y porcícola han venido apoyando actividades realizadas por el CIAT, con el objetivo de promover el uso de la harina de yuca como un

ingrediente en la fabricación de alimentos balanceados para animales, que pueda ayudar a disminuir parcialmente, las necesidades de maíz importado.

Para poder competir con el maíz importado, la yuca necesita ser producida a precios competitivos por lo que se hace necesario el desarrollo de sistemas de producción que resulten eficientes, viables y sostenibles. Esto se puede lograr mediante la combinación del potencial genético existente (variedades altamente productivas con elevado contenido de materia seca), con sistemas de manejo del cultivo que minimicen los costos.

Uno de los componentes que más pesa en los costos de producción de yuca es el excesivo costo de la mano de obra, especialmente en las labores de siembra y cosecha. Existen opciones tecnológicas para la siembra y cosecha mecanizada de yuca que han sido desarrolladas y evaluadas en países como Brasil, Tailandia e Indonesia. El Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca-CLAYUCA, ha incluido en su agenda el tema de mecanización para la producción de yuca, ya que es un problema que ha sido identificado como prioritario por todos los países e instituciones afiliadas. Para este fin se plantea el presente proyecto, que tiene por objeto evaluar y validar la siembra mecanizada de yuca como una práctica eficiente y rentable para las condiciones específicas en que se produce en Colombia, con miras a contribuir en la disminución de los costos de producción y aumentar la competitividad del cultivo de la yuca.

Situación similar se plantea con la cosecha de la yuca en Colombia, ya que, con raras excepciones, no se utilizan sistemas mecanizados. Las nuevas oportunidades de mercados alternativos que se ofrecen para la yuca, como por ejemplo el de los alimentos balanceados para animales, demandan sistemas de producción en los cuales la yuca debe ser producida al menor costo posible para poder competir con los precios de los cereales importados, los cuales provienen de países en los que se utilizan subsidios para los agricultores.

La disminución de costos de producción se podrá lograr más fácilmente si se adaptan prácticas tecnológicas como la cosecha semi-mecanizada de yuca, que ayuden a reducir la demanda de mano de obra. CLAYUCA estará trabajando para evaluar modelos de cosechadoras que se encuentran disponibles en países como Brasil y Tailandia, con el fin de adaptarlos a las condiciones específicas de producción de yuca en Colombia.

La propuesta presentada aquí busca contribuir al desarrollo de sistemas mecanizados de siembra y cosecha de yuca, que permitan alcanzar competitividad frente al maíz como materia prima para alimentos balanceados. Se espera que los beneficiarios de este trabajo serán los productores, procesadores y consumidores de yuca en Colombia y otros países yuqueros de América Latina y el Caribe.

Productos

1. Sistemas de siembra mecanizada de yuca, evaluados por su eficiencia técnica y económica

Algunos países, como por ejemplo Brasil, tienen sectores yuqueros con alto nivel de industrialización en los cuales las labores de siembra y cosecha se han mecanizado. CLAYUCA ha identificado prototipos de sembradoras mecánicas de yuca en Brasil que serán

adquiridos y evaluados en las condiciones específicas de las regiones productoras de yuca de Colombia. Se harán evaluaciones de la eficiencia técnica y económica de dos equipos diferentes, se identificarán correcciones y ajustes que puedan ayudar a mejorar el desempeño de las máquinas y se harán contactos con empresas metalmecánicas colombianas que puedan tener interés en el desarrollo de prototipos semejantes con tecnología colombiana, para ponerla al servicio del cluster yuquero/avícola y otros sectores interesados en el desarrollo del cultivo.

2. Sistemas de cosecha mecanizada de yuca, evaluados por su eficiencia técnica y económica.

Las labores de cosecha de yuca son el componente que más mano de obra demanda, ya que se emplean aproximadamente 25 jornales por cada hectárea. A pesar de la importancia de esta actividad como generadora de empleo en la zona rural, en la formulación de programas intensivos de producción de yuca, basados en la siembra de áreas grandes, este componente se vuelve un limitante, ya que los industriales e inversionistas no están dispuestos a manejar grupos de personal tan numerosos. Con la posibilidad de utilizar prácticas de cosecha semi-mecanizada, las demandas de mano de obra y los industriales se muestran interesados en invertir en el cultivo de la yuca. Al final, el efecto sobre la generación de empleo es positivo, ya que una mayor área sembrada implica mayor producción, mayor procesamiento y mayor demanda de mano de obra. CLAYUCA ha identificado dos prototipos de cosechadora, los cuales serán evaluados en las condiciones de siembra de las principales regiones productoras de yuca de Colombia. Se harán evaluaciones basadas en parámetros de eficiencia técnica y económica, se determinarán las mejoras necesarias y se establecerán contactos con empresas metalmecánicas que estén interesadas en la producción de prototipos similares para atender la demanda, que se espera, va a surgir en Colombia

3. Actividades de divulgación, capacitación y disseminación de 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 desarrollando una red de colaboradores y entidades interesadas, del sector público y privado, en Colombia y 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 otros centros avanzados de investigación agrícola, nacionales e internacionales. Se plantea la realización de eventos como cursos, días de campo, complementados con la elaboración de materiales divulgativos, basados en los resultados obtenidos en este proyecto, para que los grupos de productores, procesadores, y otros sectores interesados puedan estar bien informados.

4. Empresas con capacidad de producir estos prototipos en Colombia, identificadas y prototipos fabricados en Colombia para ambas máquinas disponibles.

Un producto importante que el proyecto tratará de lograr es el de ayudar a identificar empresas nacionales que tengan la capacidad operativa y de infraestructura, y los recursos humanos y económicos necesarios, para iniciar la producción en serie aquí en el país, de prototipos que realicen las mismas tareas, con igual o mejor eficiencia, y que incorporen las mejoras identificadas en las actividades de investigación y desarrollo que Clayuca estará implementando. De esta forma se contribuirá a formar vínculos anteriores y posteriores con otros sectores agroindustriales que están relacionados con el desarrollo agrícola del país.

Actividades

Producto 1. Sistemas de siembra mecanizada de yuca, evaluados por su eficiencia técnica y económica:

- Compra de dos prototipos fabricados en Brasil.
- Evaluación de desempeño de los dos prototipos en diferentes regiones del país.
- Ajustes en los diseños, identificación de posibles mejoras y correcciones.
- Análisis de Viabilidad Técnica y Económica.

Producto 2. Sistemas de cosecha mecanizada de yuca, evaluados por su eficiencia técnica y económica.

- Compra de dos prototipos fabricados en Brasil.
- Evaluación de desempeño de los dos prototipos en diferentes regiones del país.
- Ajustes en los diseños, identificación de posibles mejoras y correcciones.
- Análisis de Viabilidad Técnica y Económica.

Producto 3. Capacitación y diseminación de informaciones relevantes, a grupos de productores, procesadores, consumidores, técnicos, empresarios y otros sectores interesados en los sistemas de producción de yuca con siembra y cosecha mecanizada.

- Seminarios
- Días de campo
- Capacitación en servicio para técnicos y productores
- Elaboración de materiales de divulgación.

Producto 4. Capacitación y diseminación de informaciones relevantes, a grupos de productores, procesadores, consumidores, técnicos, empresarios y otros sectores interesados en los sistemas de producción de yuca con siembra y cosecha mecanizada.

- Identificación de empresas metalmecánicas.
- Contratación de fabricación de prototipos mejorados.
- Evaluación técnico - económica de prototipos mejorados.

9.1.3 Desarrollo, adaptación y evaluación técnica y económica de sistemas de producción intensiva de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) forrajera con corte periódico mecanizado

Meta

Apoyar el desarrollo del cultivo de la yuca en Colombia como una alternativa agroindustrial generadora de empleo, ingresos, seguridad alimentaria y que contribuya al manejo adecuado del medio ambiente.

Propósito

Contribuir al desarrollo del sector avícola, porcícola y ganadero del país a través del diseño, implementación y evaluación de sistemas de producción de yuca forrajera que sean eficientes, rentables y sostenibles y que faciliten el uso del cultivo como fuente de proteína vegetal en sistemas de producción animal.

Antecedentes/Justificación

Generalmente, la yuca se emplea como fuente energética en la alimentación de animales, utilizando principalmente las raíces. El uso de la parte aérea como fuente de proteína es reducido pues no se le ha dado la importancia nutricional que este material tiene. Aunque la clase de cultivar, condiciones y tipo de suelo y características ambientales afectan la proporción en que cada uno de los órganos de la planta de yuca son producidos, en promedio estas proporciones son las siguientes: 50% para las raíces, 40% para los tallos y pecíolos y 10% para las hojas.

La composición nutricional del follaje de yuca, presenta una gran variación en cuanto a su calidad y cantidad, por efecto de varios factores como tipo de cultivar; condiciones y tipo de suelo, edad de la planta y proporción entre hojas y tallos. A mayor edad de la planta, se obtiene menor contenido de proteína y mayor cantidad de fibra y materia seca y a mayor proporción de hojas con relación con los tallos, mayor concentración de proteína y menor 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 de monogástricos. Es importante tener en cuenta el alto valor nutricional del follaje de yuca y la trascendencia que este producto implicaría en la alimentación de animales monogástricos (aves y cerdos) y poligástricos (bovinos) por el alto suministro de proteína.

Mientras las raíces de yuca contienen cerca de 2.3% de proteína cruda, la parte aérea, y especialmente las hojas, contienen contenidos altos de proteína que van desde 25 a 30%, comparados con los de alfalfa y otras leguminosas. Por ello, estos órganos representan un 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. Experimentos realizados en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia, para observar el efecto de variedad, densidad de siembra y época de corte de la parte aérea de la yuca para cuantificar su potencial como yuca forrajera (Howeler (1985) muestran como utilizando poblaciones entre 20000 y 62000 plantas/ha se lograron rendimientos de follaje seco cercanos a 24 t/ha durante siete cortes periódicos, especialmente con los cultivares locales CMC 92 y Regional amarilla. El rendimiento final de raíces

(después de 24 meses) fue de 52 t/ha de raíces fresca con CMC 92 y una población de 30000 plantas/ha, pero el contenido de materia seca fue inferior a 25%. Adicionalmente, las hojas son una excelente fuente de vitaminas con valores tan altos como 96.42 mg/100g de caroteno, de lo que puede recuperarse un 40% luego de secado al sol o un 61% luego de secado artificial.

El desarrollo de sistemas de producción intensiva de follaje de yuca como fuente de proteína vegetal para uso en la alimentación animal va a demandar costos de producción que no sean muy altos especialmente en lo que se refiere a mano de obra en las cosechas sucesivas. La disminución de estos costos de producción se puede lograr más fácilmente si se implementan y adaptan prácticas de corte con el empleo de maquinaria especialmente diseñada para esta labor. En esta propuesta, CLAYUCA y CIAT se proponen implementar ensayos para evaluar el funcionamiento de modelos de máquinas disponibles actualmente para corte mecanizado de follaje, realizará adaptaciones buscando mejorar su eficiencia y procurará identificar firmas nacionales de construcción de maquinaria que estén interesadas en producir o ensamblar un prototipo de máquina cortadora de follaje que se adapte a las condiciones colombianas.

La presente propuesta busca contribuir al desarrollo de sistemas de producción y utilización integral del cultivo de la yuca, para aumentar su eficiencia, competitividad, sostenibilidad y agregarle valor, en beneficio de los productores y procesadores de yuca, y también de los productores de aves, cerdos y bovinos.

Productos

1. Sistemas de producción de yuca forrajera evaluados por su eficiencia técnica y económica.

CIAT y CLAYUCA están interesados en la ejecución de proyectos que involucren el empleo del follaje de yuca como fuente de proteína en las dietas de animales monogástricos (aves y cerdos) y poligástricos (bovinos). Se harán evaluaciones sobre diferentes ecotipos o materiales promisorios de yuca adaptados para este fin utilizando diferentes densidades de siembra y épocas de corte de cada material para observar su valor nutricional y la calidad y cantidad de biomasa producida.

2. Sistemas mecanizados de corte de follaje evaluados por su eficiencia técnica y económica.

Las labores de corte periódico de follaje de yuca son uno de los rubros que demandan más mano de obra lo cual incrementa los costos de producción. Este componente se vuelve limitante cuando se piensa en sistemas intensivos de producción de follaje de yuca. Para obviar este problema CLAYUCA y CIAT están interesados en evaluar y mejorar la eficiencia de prototipos de máquina cortadora de follaje que están disponibles en el mercado y que pueden contribuir al desarrollo de sistemas de bajo costo para la producción comercial de follaje de yuca.

3. Actividades de divulgación, capacitación y fomento a grupos de productores, procesadores, empresarios, profesionales, técnicos y otros sectores interesados en sistemas de producción de yuca forrajera que sean eficientes, rentables, competitivos y sostenibles

CIAT y CLAYUCA están trabajando para formar una red de colaboradores y entidades interesadas (sector público y privado), en Colombia y otros países productores de yuca de América Latina y el Caribe, que estén interesados en apoyar el desarrollo del cultivo. Una de las actividades prioritarias es divulgación de las experiencias y resultados a través de eventos de capacitación tales como cursos, talleres, días de campo, complementados con la elaboración de materiales divulgativos. Los resultados de este proyecto serán divulgados ampliamente para beneficio de productores, procesadores, empresarios, profesionales y personas interesadas en la producción de yuca forrajera en varias regiones de Colombia.

Actividades

Producto 1. Sistemas de producción de yuca forrajera evaluados por su eficiencia técnica y económica.

- Evaluación de la adaptación de algunos cultivares de yuca para la producción intensiva de yuca forrajera en varias regiones del País (Córdoba-Ayapel), Valle del Cauca (Jamundí, Palmira).
- Evaluación de la factibilidad de cosecha de follaje al momento de la cosecha de raíces.
- Instalación de ensayos que involucren cultivares, densidad de siembra, época de corte, fertilización y análisis de valor nutricional.
- Evaluación, análisis de los resultados, interpretación de resultados, resultados finales del producto.
- Análisis de viabilidad técnica y económica.

Producto 2. Sistemas de corte mecanizado, evaluados por su eficiencia técnica y económica

- Compra de un prototipo fabricado en Brasil.
- Evaluación de desempeño del prototipo en diferentes sistemas de siembra y épocas de corte en varias regiones del País.
- Ajuste del diseño, identificación de mejoras y correcciones.
- Identificación de empresa nacional interesada en fabricar y/o ensamblar prototipo mejorado.
- Análisis de viabilidad técnica y económica.

Producto 3. Actividades de divulgación, capacitación y fomento a grupos de productores, procesadores, empresarios, profesionales, técnicos y otros sectores interesados en sistemas de producción de yuca forrajera que sean eficientes, rentables, competitivos y sostenibles.

- Seminarios

- Talleres
- Días de campo
- Capacitación en servicio para técnicos y productores.
- Elaboración de folleto divulgativo.

Entidades participantes

Entidades responsables:

Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca
- CLAYUCA

Investigadores:

Luis Fernando Cadavid, Ing. Agrónomo, MSc., Coordinador del Proyecto.

Lisímaco Alonso, Ing. Agrícola.

Estudiante de Tesis.

Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT

Proyecto: Germoplasma Mejorado de Yuca – (IP-3).

Investigadores:

Dr. Hernán Ceballos , PhD, Líder Proyecto.

Fernando Calle, Ing. Agrónomo.

Nelson Morante , Ing. Agrónomo.

Entidades colaboradoras:

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

CORPOICA regional 2, Turipaná, Montería

Investigador:

Dr. José Antonio López, Ing. Agrónomo, PhD,

Agustín Posada, Ganadero , Ayapel, Córdoba

Avícola Agrovez, Jamundí, Valle

9.1.4 Curso internacional sobre sistemas modernos de producción y procesamiento de yuca

Propósito

El objetivo principal de este curso es el de contribuir a la actualización científica de un grupo de profesionales que están trabajando en el cultivo de la yuca, en Colombia y otros países de la región, sobre los avances que se han producido en CIAT y en otras entidades nacionales e internacionales de investigación, en relación con tecnologías de producción y procesamiento de yuca. Se espera que al final de la capacitación 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 y manejo post-cosecha del cultivo.

Antecedentes/justificación

En el proceso de globalización y apertura económica que se ha venido desarrollando en América Latina y el Caribe durante los últimos años, los productores y procesadores de yuca han venido enfrentando dificultades y oportunidades. Las dificultades se originan en el efecto que el éxodo hacia las áreas urbanas, con tres de cada cuatro personas ahora viviendo en ciudades, tiene en los ingresos y preferencias alimentarias de las personas, lo cual ha causado reducciones en el consumo per-capita de yuca. Estas reducciones en consumo repercuten directamente en los ingresos y 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 para producir en ambientes marginales, alto potencial de producción 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 están adquiriendo mas importancia en los últimos años es su potencial de ser utilizada en la industria de alimentos balanceados para animales, principalmente 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%). Similar situación se presenta en algunos países de la región (Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia).

A pesar de la pujanza y dinamismo del sector avícola de la región, sus sistemas operacionales presentan puntos vulnerables representados en el hecho de que 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 medio plazo de sustituir el 30% de las importaciones de granos, principalmente maíz, las cuales en el año 2000 deben aproximarse a 3 millones de toneladas.

Esta tropicalización esta basada en la necesidad de buscar fortalezas competitivas con materias primas locales, entre las cuales el cultivo de la yuca, con variedades amargas de alto rendimiento, representa una de las estrategias más atractivas. La importancia de la harina de yuca como ingrediente en la formulación de alimentos balanceados para animales se determina en función de su posibilidad de competir con el maíz importado, la materia prima por excelencia en la alimentación animal. 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 implica el desarrollo y validación de sistemas de producción y procesamiento de yuca que resulten rentables, eficientes y sostenibles. Similares oportunidades 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 e instituciones, públicas y privadas, a formular programas y proyectos basados en actividades de investigación y desarrollo del cultivo. CIAT, principalmente a través del recientemente formado Consorcio CLAYUCA, ha estado recibiendo solicitudes de apoyo en diversos aspectos (variedades, asistencia técnica en producción y manejo postcosecha, análisis de mercados, etc.).

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 cuales estos técnicos capacitados actúen como intermediarios en la transferencia de las tecnologías mejoradas de producción, procesamiento y comercialización de yuca.

La presente propuesta tiene por objetivo realizar un curso sobre sistemas de producción y procesamiento y comercialización de yuca que ayude a:

- Difundir los avances que ha tenido CIAT en los últimos años en el desarrollo de tecnologías mejoradas.
- Recuperar para CIAT la capacidad de contribuir en la formación de cuadros técnicos en los países de la región que están trabajando para fomentar el desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca.

Se propone que el presente curso sea organizado como parte de las actividades incluidas en el Convenio de Cooperación Técnica suscrito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el CIAT, para ejecutar el proyecto “Asistencia al Programa de Modernización de Yuca a Nivel Nacional”. De esta forma, Colombia estaría contribuyendo a la formación de masa crítica para apoyar los trabajos de desarrollo del cultivo de la yuca, no solamente al nivel de Colombia, sino que también estaría apoyando los esfuerzos de CLAYUCA para ayudar otros países de la región que también están adelantando planes para promover la modernización del cultivo.

Metodología

El curso se realizará con una metodología que incluye conferencias teóricas, aulas prácticas, trabajo en laboratorios, visitas a proyectos productivos y empresas de procesamiento, trabajo en grupos y sesiones plenarias

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, para discutir y formular planes de trabajo específicos para sus respectivos proyectos y programas, que faciliten la participación posterior de CIAT y CLAYUCA en actividades de asistencia técnica y asesoría.

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
- Virología
- 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
- Mecanización de siembra y cosecha de yuca
- Sistemas de producción y multiplicación de semilla de yuca
- Gerencia de proyectos

9.4.5 Selección de participantes

Se espera contar con 15 participantes colombianos y 10 procedentes de países afiliados a CLAYUCA. Los participantes colombianos serán seleccionados a partir de candidatos propuestos por las entidades y empresas que participan en los programas y proyectos de yuca que el MADR está promoviendo en Colombia. El MADR coordinará la selección de los participantes colombianos en el Curso. La selección de los participantes extranjeros la coordinará CLAYUCA en colaboración con las entidades e instituciones que conforman el Consorcio. La distribución de participantes en el curso sería así:

País	# de Participantes
Colombia	10-15
Ecuador	2
Bolivia	2
Venezuela	3
Cuba	1
Paraguay	1
México	1

Financiación

- CLAYUCA financiará los costos de transporte hasta y desde CIAT, alojamiento y alimentación, seguro médico y de vida para los participantes extranjeros.
- CIAT financiará los costos de instrucción, transporte interno, y materiales de referencia.
- El MADR pagará los costos de alojamiento y alimentación, seguro médico y de vida para los participantes colombianos.

- El MADR financiará los costos de los conferencistas invitados.
- Los participantes colombianos pagarán los costos de transporte hasta y desde CIAT.

9.1.5 Título del Proyecto

Introducción de nuevas variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con resistencia a la mosca blanca y evaluación de técnicas de control biológico del chinche subterráneo en los sistemas de producción presentes en los departamentos del Tolima y Huila.

Antecedentes

La producción de yuca en los departamentos del Tolima y Huila, se lleva a cabo en más de 10.000 hectáreas en pisos térmicos cálido y medio. En las zonas cálidas el rendimiento de yuca por unidad de área se ha reducido debido al daño ocasionado por dos plagas, la mosca blanca (*Aleurotrachelus socialis*), y por el chinche subterráneo (*Cyrtomenus bergii*).

Mosca blanca

Las “moscas blancas” o palomillas son insectos diminutos pertenecientes a la familia Aleyrodidae del orden homóptera. Estas son extremadamente dañinas, pues además de alimentarse vorazmente de la savia de las plantas, en muchos casos son eficientes vectores de virus en plantas (Russell 1990 reportado por Arias 1995).

En Colombia la especie más importante en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es *Aleurotrachelus socialis*, Bondar, la cual puede afectar el rendimiento hasta un 79%.

El control de esta plaga puede resultar efectivo mediante el uso de plaguicidas pero es antieconómico y de efectos negativos al medio ambiente, además de la resistencia que estos insectos pueden adquirir en poco tiempo con la aplicación continua de insecticidas.

El CIAT, en colaboración con Corpoica Regional 6 ha venido realizando durante los últimos 12 años evaluaciones con accesiones de yuca para identificar materiales resistentes o tolerantes a esta plaga. Se han evaluado más de 4000 variedades y se han identificado en la actualidad seis materiales promisorios los cuales fueron evaluados por CORPOICA durante los últimos cuatro años. Recientemente se terminó la fase de evaluación en pruebas de eficiencia agronómica ante el ICA, paso previo al lanzamiento de nuevas variedades de yuca para una región determinada.

En estas pruebas de eficiencia que fueron supervisadas por el ICA, se destacaron por su resistencia a mosca blanca los genotipos CG 489-31 y M ECU-72, al no presentar ningún síntoma de daño, y los genotipos CG 489-34, CG489-23 y CG 489-4 con resistencia intermedia, en comparación con la variedad MBRA-12 (tolerante) y con los testigos CMC-40 y la variedad regional “AROMA” (altamente susceptibles). El genotipo CG 489-31, además de ser resistente, superó en 23% y 51%, respectivamente, el rendimiento promedio de los testigos CMC-40 Y AROMA, en dos pruebas realizadas en Nataima donde hubo presencia del insecto durante todo el ciclo del cultivo.

Chinche subterráneo

El chinche subterráneo, es un insecto Hemíptero de la familia Cydnidae, y causa daños en estado ninfal y como adulto, al introducir el estilete a través de la epidermis de la corteza de la raíz, permitiendo la entrada de microorganismos presentes en el suelo, deteriorando las raíces con manchas en forma de viruela, por lo cual afecta la calidad del producto para consumo humano y agroindustrial. Los síntomas del daño aparecen entre las 12 y 24 horas después de la introducción del estilete.

La humedad del suelo es el factor físico que más limita la población del chinche, decreciendo en condiciones de sequía prolongada. El control químico fue probado por Vargas et al (1986), con insecticidas como Dimetoato 48%, Carbofuran 4%, logrando demostrar que el primero, aplicado cada 15 días disminuyó el daño hasta un 30%. Sin embargo esta opción no es viable económica ni ambientalmente.

Las evaluaciones de resistencia o tolerancia genética realizadas por CIAT han mostrado resistencia al chinche en algunos materiales con alto contenido de cianuro, de acuerdo a los ensayos realizados por Riis (1990). Se determinaron daños en yucas dulces de hasta 61 % y en yucas amargas no se detectaron daños en las raíces.

El control químico como única alternativa comercial disponible para su manejo, ha generado graves problemas, relacionados con contaminación ambiental, resistencia del insecto a los insecticidas y altos costos de producción, ubicando a la yuca como un cultivo no competitivo.

El control biológico con insecticidas microbiales es una alternativa que reduce el uso insecticidas químicos, en este sentido CIAT, ha obtenido resultados promisorios para el control del chinche, con nematodos y hongos entomopatógenos. En el caso de los nematodos se evaluaron el *Steinernema carpocapsae* con un 58,6 % de parasitismo después de diez días de inoculado (Caicedo y Belloti 1993) y el *Heterorhabditis bacteriophora*, con parasitismo entre 78 y 84,5 % (Barberena y Belloti 1996). El hongo *Metharrizium anisopliae*, controló el chinche en diferentes instar con un parasitismo entre el 62 y 84 % (Sánchez y Belloti 1996).

CORPOICA, en alianzas estratégicas con CLAYUCA, CIAT y COPALTOL, propone la realización de este proyecto con el objetivo de darle continuidad a los trabajos realizados previamente para promover el desarrollo de sistemas productivos de yuca en los Departamentos de Huila y Tolima que sean rentables, eficientes y sostenibles.

Objetivos

Objetivo general

Mejorar la calidad de vida de los productores yuqueros en los Departamentos de Huila y Tolima, y en otras regiones del país, mediante la introducción de nuevas variedades con resistencia a la mosca blanca y la implementación de técnicas de manejo biológico del chinche subterráneo, que permitan a los agricultores la reducción de pérdidas, aumentos en sus ingresos y un manejo adecuado del ambiente.

Objetivos específicos

- Liberar variedades de yuca con resistencia a mosca blanca (*Aleurotrachelus socialis* Bondar) adaptadas al Valle Alto del Magdalena.
- Multiplicación de semilla sana de las nuevas variedades.
- Evaluaciones comerciales de las nuevas variedades resistentes a mosca blanca.
- Implementar estrategias de manejo de chinche subterráneo con hongos entomopatógenos capas de *Metarrizium anisopliae*.
- Capacitar a los agricultores y asistentes técnicos en el conocimiento y manejo de las nuevas variedades y de las estrategias de control biológico.

Productos y actividades

Producto 1. Liberar variedades resistentes a mosca blanca con alto potencial de rendimiento, buena calidad y adaptadas a las condiciones específicas de las zonas yuqueras del Valle Alto del Magdalena

Actividades

- Multiplicación in vitro de las nuevas variedades.
- Evaluación comercial de las nuevas variedades.
- Liberación e inscripción de las nuevas variedades resistentes.

Producto 2. Implementar estrategias de manejo de chinche subterráneo con hongos entomopatógenos.

Actividad

- Establecer estrategias de control con hongos entomopatógenos.

Producto 3. Capacitación y transferencia de tecnología sobre las características, potencial de rendimiento y técnicas de manejo de las nuevas variedades y sobre los métodos de manejo del chinche subterráneo con técnicas de control biológico.

Actividades

- Talleres en fincas de agricultores.
- Días de campo/Demostraciones de métodos.
- Seminarios
- Publicación y distribución de materiales divulgativos.

Entidades Participantes

Entidad Responsable:

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA, REGIONAL 6.

Investigadores:

Leonardo Rey Bolívar. I.A. MSc. C.I.
Nataima. (Coordinador del Proyecto)
Heber Luis Vargas B., C.I. Nataima

Entidades Colaboradoras:

➤ **Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca – CLAYUCA.**

Investigador: Luis Fernando Cadavid, I.A. MSc.

➤ **Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT.**

Proyecto: Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades – (PE-1)

Investigadores: Dr. Anthony Bellotti, PhD, Líder Proyecto
Bernardo Arias, I.A. MSc

➤ **Unidad de Recursos Fitogenéticos – CIAT.**

Investigador: Dr. Daniel Debouck –Líder
Cooperativa de Algodoneros del Tolima – COOPALTOL
Colaborador : Lenar Lozano.

9.1.6 Utilización de gallinaza como abono organo-mineral para la producción sostenible de yuca.

Meta

Contribuir al desarrollo del cultivo de la yuca en Colombia como una opción agroindustrial que contribuya a generar empleo, ingresos, seguridad alimentaria y manejo racional del ambiente

Propósito

Desarrollar, adaptar y evaluar la viabilidad técnica y económica de sistemas sostenibles de producción de yuca basados en el uso de la gallinaza como fertilizante órgano – mineral.

Antecedentes y Justificación

Desde tiempos inmemorables, los agricultores reconocen el efecto benéfico que los residuos orgánicos y en especial las excretas o estiércoles, tienen sobre las propiedades de los suelos y por ende, sobre la productividad agrícola. La importancia de la materia orgánica en suelos con uso agrícola se observa principalmente en su impacto en las diferentes propiedades del suelo como: estructura, aireación, drenaje, capacidad de retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico. Durante los años 40 se comenzaron a desarrollar y utilizar fertilizantes sintéticos y minerales que fueron desplazando en gran parte los materiales orgánicos; sin embargo, el estiércol no ha perdido su importancia como fertilizante agrícola, por el contrario, en la actualidad, se reconoce la importancia de implementar su uso en prácticas de fertilización, con materiales orgánicos compostados, solos o en combinación con materiales orgánicos, minerales o con fertilizantes inorgánicos, no solo por los beneficios que de por sí traen para la agricultura y la conservación de los suelos, sino por la posibilidad de

emplear los residuos generados por explotaciones intensivas de aves, cerdos o por el beneficio y la industrialización de productos agrícolas tales como la caña de azúcar, el café, entre otros, que hoy por hoy están ocasionando grandes problemas de contaminación ambiental.

El uso indiscriminado de cualquier fertilizante, ya sea de origen orgánico, mineral o sintético, puede causar grandes perjuicios al ecosistema y a los cultivos mismos, ya sea por la presencia de altas concentraciones de elementos en el suelo que luego pasan a las aguas corrientes o subterráneas ocasionando la contaminación de las mismas o por el desbalance nutricional que pueden presentar los cultivos, con la consecuente reducción de las cosechas.

Desde el punto de vista biológico, los estiércoles presentan una gran cantidad de mohos; el estiércol fresco es rico en bacterias (aquellas que viven el sistema digestivo del animal) que con la fermentación se multiplican llegando a predominar sobre los hongos y actinomicetos, luego la población de bacterias se reduce, lo que favorece la multiplicación de otros organismos. En general todos los excrementos animales son un medio óptimo de cultivo para mohos, lo que aumenta la cantidad de bacterias del suelo cuando este es adicionado como fertilizante.

La composición de las excretas animales es variable, está influenciada por varios factores como son la especie, la raza del animal, la edad, la alimentación, el tratamiento dado al estiércol mismo, entre otros. 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 va combinando con las sales minerales lo que genera una asociación que se denomina fertilizante orgánico - mineral, el cual se forma naturalmente en el suelo.

El humus también se puede combinar con los coloides minerales del suelo formando un importante complejo arcillo húmico. Los fertilizantes órgano minerales son pues, una mezcla de residuos orgánicos con residuos minerales.

Estudios de fertilización en diferentes cultivos, demuestran el innegable efecto benéfico de la aplicación de fertilizantes órgano minerales, superando en rendimiento a los cultivos donde se aplicó solo fertilizante orgánico o fertilizante mineral. Esto debido a que el material orgánico potencializa los efectos de los nutrientes minerales al ser puestos a disposición de las raíces de las plantas.

La gallinaza es el residuo de explotaciones pecuarias más utilizado en nuestro medio como fuente de nitrógeno y es la principal fuente de este elemento en la fabricación de fertilizantes orgánicos fermentados además contiene fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro manganeso, zinc, cobre y boro. Además aporta al suelo materiales orgánicos que mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo.

La industria avícola del país genera una cantidad apreciable de gallinaza, en varias regiones del país y un manejo inapropiado puede llegar a generar problemas de índole ambiental. El

desarrollo de tecnologías que permitan utilizar este residuo orgánico como fertilizante, de manera apropiada y eficiente, contribuye al mantenimiento y conservación del medio ambiente y ayudará a los avicultores a generar fuentes adicionales de ingresos.

Para los avicultores y porcicultores que hoy dependen en gran medida de la importación de granos para la alimentación de sus animales, el desarrollo del cultivo de la yuca como una fuente energética es una opción muy interesante ya que les permitirá establecer sistemas de producción con ciclo cerrado y cero impacto ambiental en los cuales la gallinaza se use como insumo agrícola para producir yuca, la cual una vez procesada puede ser utilizada como alimento de los animales.

La presente propuesta busca contribuir al desarrollo de una opción tecnológica para el uso eficiente, rentable y sostenible de la gallinaza y otros materiales orgánicos y minerales, en sistemas de producción intensiva de yuca. Se espera que los beneficiarios de este trabajo serán los productores de aves, cerdos, ganado de leche y carne, y los productores y procesadores de yuca en Colombia y otros países yuqueros de América Latina y el Caribe.

Productos

1. Evaluación de la viabilidad técnica y económica del uso de la gallinaza como fertilizante órgano - mineral en sistemas sostenibles de producción de yuca.
2. Actividades de divulgación, capacitación y disseminación de información a agricultores y productores de yuca, técnicos empresarios, avicultores, porcicultores y otros sectores interesados en el desarrollo de sistemas eficientes y rentables para producción de yuca de una manera ecológica sostenible, empleando materiales orgánicos y minerales disponibles en la región.

Actividades

Producto 1. Evaluación de la viabilidad técnica y económica del uso de la gallinaza como fertilizante órgano - mineral en sistemas sostenibles de producción de yuca.

Montaje y evaluación de ensayos experimentales de producción de yuca con los con las fuentes de gallinaza y el fertilizante químico.

Análisis de resultados

Publicación de resultados

Materiales y métodos

El proyecto se montará en tres regiones con características de suelo diferentes:

1. Montenegro, Quindío.
2. Santander de Quilichao, Cauca.
3. Palmira, Valle del Cauca.

Se realizarán muestras de suelos en cada sitio para caracterización química y física y, de acuerdo a ellos, ajustar los tratamientos seleccionados.

Diseño

Se trabajará con un diseño de parcelas sub subdivididas, con cuatro repeticiones y con cincuenta plantas por parcela como unidades experimentales.

Tratamientos

Cultivares

- Ica Catumare (CM 523-7).
- Verdecita (Mcol 1505).
- HMC-1

Abono Orgánico y químico.

- Gallinaza Incubadora Santander.
- Gallinaza Regional (tomada en cada sitio).
- Mezcla de las dos gallinazas anteriores.
- Abono químico*

*De acuerdo al análisis de suelo y ajuste de la gallinaza.

Niveles

- Testigo.
- 2.0 t/ha de gallinaza seca **.
- 4.0 t/ha de gallinaza seca.

** Las gallinazas tendrán muestras para análisis químico de caracterización y así poder evaluar su poder fertilizante.

Area parcela principal:		$30 * 20 \text{ m} = 600 \text{ m}^2$
Area abono	:	$94 * 5 \text{ m} = 470 \text{ m}^2$
Area Nivel	:	$10 * 5 \text{ m} = 50 \text{ m}^2$
Area útil	:	$90 * 80 \text{ m} = 7200 \text{ m}^2$
Area ensayo	:	$94 * 89 \text{ m} = 8366 \text{ m}^2$
Area de cosecha	:	24 m^2 (24 plantas)

Se cosechará entre los 10 y los 12 meses de siembra y se evaluará la respuesta de las fuentes y niveles midiendo peso raíces y parte aérea fresca, peso raíces secas, porcentaje de materia seca, contenido de HCN total en las raíces.

Se evaluará también cambios en las características químicas y físicas de los suelos mediante muestreo y posterior análisis.

Producto 2. Actividades de divulgación, capacitación y disseminación de información

- Días de campo.
- Seminarios.
- Artículos técnicos y científicos.
- Folleto divulgativo.

Entidades participantes

Entidad responsable

Universidad Nacional De Colombia –Sede Palmira

Investigadores:

Raúl Madriñán Molina. Ing Agrónomo PhD.
(Coordinador del Proyecto)

María Sara Mejía de Tafur. Ing. Agrónoma MSc.
1 Estudiante de postgrado.

Entidades colaboradoras

Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca
– Clayuca.

Investigador: Luis Fernando Cadavid, I.A. MSc

Centro Internacional De Agricultura Tropical – CIAT
Proyecto: Desarrollo de Germoplasma Mejorado de Yuca – (IP-3)

Investigador: Fernando Calle, I.A. MSc

Federación Nacional De Avicultores – FENAVI
(Incubadora Santander y Avícola Los Limones)

9.1.7 Establecimiento de una planta piloto para la producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal y humana mediante el uso de técnicas de secado artificial

Meta

Apoyar el desarrollo del cultivo de la yuca en Colombia como una alternativa Agroindustrial que contribuya a la generación de empleo en las zonas rurales, el ahorro de divisas y la seguridad alimentaria del país

Propósito

Ayudar al sector yuquero de Colombia en el diseño, implementación y evaluación de una tecnología competitiva, rentable y eficiente, para la producción de harina de yuca para uso

en la alimentación animal, a través del establecimiento de una planta piloto que permita un desarrollo tecnológico en escala controlada que sirva de base a los desarrollos posteriores en escala comercial.

Antecedentes/Justificación

Los cambios acelerados que han ocurrido en los últimos años en las estructuras económicas de nuestros países, catalizados por las tendencias al libre comercio y la apertura de mercados, han dado origen a situaciones, que en algunos casos específicos, pueden convertirse en oportunidades para promover el desarrollo del sector agrícola latinoamericano. La yuca y su potencial de convertirse en un componente energético importante en la industria avícola y porcícola de los países de la región, ofrece una de estas oportunidades.

La evolución del sector avícola colombiano es un buen ejemplo para ilustrar esta situación. Durante la década de los años 90, la Avicultura colombiana creció a tasas anuales promedio superiores al 7%. En 1998, el nivel de facturación del sector huevos y pollos en Colombia fue estimado en una suma superior a los dos mil quinientos millones de dólares, representando una contribución al PIB de 3.7%, el cual es superior a la de otros sectores como carbón, petróleo, flores.

Este crecimiento vertiginoso del sector avícola ha generado importantes beneficios, representados en empleos generados en todos los sectores de la cadena que integra: Agricultura, elaboración de concentrados, droga veterinaria, metalmeccánica, equipos e implementos, y empleos para profesionales y técnicos. Sin embargo, la industria avícola colombiana importa 90% de sus necesidades, dependiendo de insumos importados para la fabricación de los alimentos balanceados. En 1998, por ejemplo, se importaron más de 2 millones de toneladas de maíz en Colombia. Esta dependencia creciente de cereales importados origina una sangría de divisas y al mismo tiempo elimina puestos de trabajo en las zonas rurales de nuestros países. Dadas las condiciones climáticas, es muy difícil desarrollar sistemas competitivos de producción de maíz en nuestros países ya que no tenemos los días largos y las diferencias de temperatura de otros países como Estados Unidos, Argentina, Canadá. En estas condiciones, la creciente a la importación de cereales para uso en la alimentación animal tiende a ser mantenida, generando un costo social muy alto para el país representado en las altas tasas de desempleo y las tierras cultivables que se quedan baldías. Los países desarrollados, a la hora de vender sus productos, pretenden que los países en desarrollo solo analicen el costo financiero de la producción local. Siendo más barato el maíz importado, concluyen que a estos países les conviene mucho más traer alimentos baratos.

Existen sin embargo opciones que pueden ser desarrolladas. Una de ellas es la que han iniciado la Federación Colombiana de Avicultores –FENAVI y la Asociación Colombiana de Porcicultores –ACOPOR, en colaboración con CIAT y con activa participación de CLAYUCA. Se trata de la tropicalización de la avicultura colombiana, basada en el desarrollo agroindustrial de cultivos como yuca y batata que pueden transformarse en componentes energéticos de la producción avícola. Esta estrategia está también siendo desarrollada en Venezuela con participación de FENAVI y FEDEPORCINA, y en Ecuador

con la colaboración de PRONACA. El objetivo es el de desarrollar sistemas de producción y procesamiento de yuca, que resulten competitivos, eficientes, sostenibles y rentables. El consumo de harina de yuca, como un sustituto energético parcial de cereales importados, es uno de los cambios importantes que se espera van a ocurrir en los sistemas avícolas de algunos de los países asociados a CLAYUCA. El Consorcio estará trabajando sin descanso para que este objetivo sea una realidad y se potencialicen las oportunidades que el nuevo milenio ofrece para el cultivo de la yuca.

La sustitución de cereales importados por harina de yuca en la formulación de alimentos balanceados para animales es una alternativa que depende de la competitividad que se logre desarrollar para producir y procesar la yuca. Se han logrado importantes avances en los últimos años en relación con la tecnología de producción de yuca a través del desarrollo de variedades de alto potencial de rendimiento, alto contenido de materia seca y buena adaptación a los principales limitantes de tipo biótico y abiótico. De manera paralela a las actividades de mejoramiento genético se han iniciado trabajos para reducir los costos de producción a través de la mecanización de labores como las de siembra y cosecha.

Los avances en desarrollo de tecnologías eficientes, rentables y seguras para el procesamiento de la harina de yuca han sido mas lentos. La metodología tradicional de secado natural en pisos de cemento, ampliamente usada en el Asia ofrece limitaciones debido a la estacionalidad (depende de condiciones climáticas), costos y baja capacidad. Para poder conquistar y consolidar el mercado que se ofrece potencialmente en la industria de alimentos balanceados es necesario tener oferta permanente de volúmenes altos de harina de yuca lo cual solo se podrá lograr con métodos de secado artificial que sean independientes de las condiciones climáticas, que permitan economías de escala en los costos de procesamiento y que garanticen optima calidad en el producto final.

La propuesta presentada aquí busca contribuir al desarrollo de una tecnología de procesamiento de harina de yuca que cumpla estos requisitos. Se espera que los beneficiarios de este trabajo serán los productores, procesadores y consumidores de yuca, en Colombia y otros países yuqueros de América Latina y el Caribe.

Productos

1. Tecnología rentable, eficiente y segura para la producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal y humana.

En el pasado, el CIAT obtuvo considerable experiencia en la tecnología de secado natural de yuca en pisos de cemento, la cual ha sido ampliamente difundida en Colombia y otros países de la región. La creciente demanda por harina de yuca para ser utilizada como sustituto parcial de maíz en la formulación de alimentos balanceados ha originado la necesidad de métodos de secado artificial que permitan mayores eficiencias en el proceso y faciliten la reducción de costos. CLAYUCA ha venido realizando trabajos al nivel de escala piloto para generar una tecnología que atienda estas necesidades. Recientemente se han conseguido resultados excelentes con un proceso novedoso de producción de harina de yuca, en escala de prototipo. Se plantea la necesidad de darle continuidad a estos trabajos, en escala de planta piloto, para hacer los ajustes finales en la tecnología antes de ponerla al servicio del cluster

yuquero/avícola del país y a otros sectores interesados en el uso de la yuca en la alimentación humana.

2. Tecnología rentable, eficiente y segura para la producción de harinas a partir de otras raíces y tubérculos como papa, batata, arracacha, achira y otros, con potencial de ser utilizados en la alimentación humana y animal.

La tecnología de secado artificial que CLAYUCA ha venido desarrollando para la producción de harina de yuca se puede usar, con la misma eficiencia técnica, en el procesamiento de otras raíces y tubérculos, que son ampliamente producidos en el país, y que pueden, a través de la transformación en harinas de uso en la alimentación de animales o alimentación humana, contribuir a la generación de valor agregado en los sistemas de producción de estos cultivos. Se plantea el uso de la planta piloto en el procesamiento de harina de varias raíces y tubérculos, en colaboración con entidades y grupos de productores interesados.

3. Capacitación y disseminación de informaciones relevantes, a grupos de productores, procesadores, consumidores, técnicos, empresarios y otros sectores interesados en el desarrollo de la yuca y de otras raíces y tubérculos de valor comercial.

CLAYUCA está desarrollando una red de colaboradores y entidades interesadas, del sector público y privado, en Colombia y 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 tecnológicos 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 el uso de la planta piloto para actividades de capacitación con productores, procesadores, y otros sectores interesados.

Actividades

Producto 1. Tecnología rentable, eficiente y segura para la producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal y humana

- Construcción de Planta Piloto
- Ensayos de Tecnología de Secado de Harina de Yuca.
- Ajustes en la Tecnología de Secado de Harina de Yuca
- Análisis de Viabilidad Técnica y Económica

Producto 2. Tecnología rentable, eficiente y segura para la producción de harinas a partir de otras raíces y tubérculos como papa, batata, arracacha, achira y otros, con potencial de ser utilizados en la alimentación humana y animal.

- Ensayos de Tecnología de Secado de Harina de Otras Raíces y Tubérculos

- Ajustes en la Tecnología de Secado de Harina de Otras Raíces y Tubérculos.
- Análisis de Viabilidad Técnica y Económica

Producto 3. Capacitación y diseminación de informaciones relevantes, a grupos de productores, procesadores, consumidores, técnicos, empresarios y otros sectores interesados en el desarrollo de la yuca y de otras raíces y tubérculos de valor comercial.

- Eventos de Capacitación.
- Días de Campo.
- Capacitación en Servicio para Técnicos y Productores.
- Elaboración de Materiales de Divulgación.

10. TRABAJOS DE TESIS

CLAYUCA ha buscado alianzas estratégicas con la Universidad del Valle y la Universidad Nacional de Palmira para apoyar trabajos de tesis de ingenieros agrónomos y agrícolas en temas relacionados con la agenda de investigación y desarrollo. En el período cubierto por este informe (junio 1999 – julio 2000) se han iniciado tres trabajos de tesis en los siguientes temas:

Tema: Evaluación técnica y económica de sistemas mecanizados de siembra de yuca en tres zonas productoras de Colombia (Ver capítulo 8.3 de este informe)

Responsables: Martha Liliana García y César Andrés Alcalde

Tema: Evaluación técnica y económica de una planta piloto para la producción de harina de yuca para uso en la alimentación animal (Ver secciones 8.1.2.4 y 9.1.7 de este informe)

Responsables: Paola Andrea Rengifo y Ricardo Florián

Tema: Análisis sectorial y microeconómico del impacto de la introducción de cambios tecnológicos en la producción y el procesamiento de la yuca en Colombia y sus principales regiones productoras. (Este trabajo se describe a continuación en la sección 10.1)

Responsable: Zully Escobar

Tema: Estudio sobre la competitividad en la producción de yuca fresca y seca en Colombia. (Este trabajo se describe a continuación en la sección 10.2)

Responsable: Salomón Pérez

10.1 Análisis sectorial y microeconómico del impacto de la introducción de cambios tecnológicos en la producción y el procesamiento de la yuca en Colombia y sus principales regiones productoras.

Antecedentes y descripción del proyecto

La yuca ha sido siempre un cultivo muy importante en Colombia; es un cultivo de origen local poco exigente y con posibilidades de expansión dentro del país. Es un cultivo que tiene ventajas comparativas como la disponibilidad de tierras, el clima, la calidad del suelo, el apoyo de las instituciones, etc. Sin embargo, en los últimos años, el cultivo se ha visto afectado por su falta de competitividad frente a otros cultivos con los cuales puede competir como sustituto parcial, como es el caso del maíz en la alimentación animal. En ese sentido, instituciones como el CIAT, CLAYUCA (Consortio Latinoamericano y del Caribe para el Desarrollo y la Investigación de la Yuca), en asociación con el Ministerio de Agricultura, se han unido para adelantar estudios que contribuyan a los esfuerzos integrados de productores, consumidores y procesadores para que el fortalecimiento del sector yuquero tenga éxito.

Para mejorar la competitividad del cultivo de la yuca se plantea la necesidad de mejorar tecnológicamente el cultivo de la yuca a través de la introducción de maquinaria y procesos como alternativa para aumentar la producción, reducir los costos y mejorar los rendimientos; esto constituye una manera de incrementar la oferta para la creciente demanda de yuca. La creciente demanda de yuca fresca se debe a que, respecto a otros productos, la yuca tiene la

ventaja de que se le puede dar una gran diversidad de usos finales. En primer lugar la yuca en su forma seca es usada en la fabricación de alimentos balanceados para animales (aves, cerdos, peces), como sustituto parcial de algunos granos; en segundo lugar, se utiliza en la alimentación humana, ya sea en su forma fresca o procesada (croquetas, congelada, precocida, etc.); y en tercer lugar, se utiliza para la fabricación de almidones que pueden usarse para elaborar alimentos de consumo masivo (pandebono, pandeyuca) o para usos industriales (pegantes, adhesivos, etc.).

Por lo tanto, el objetivo principal de la introducción de mejoras tecnológicas es lograr que la producción de yuca fresca y seca sea más competitiva y pueda satisfacer la creciente demanda de yuca por parte de los sectores interesados (industria de almidones, sector avícola y porcícola, industria de procesados, consumo humano. Se busca desarrollar sistemas de producción y procesamiento más competitivos, eficientes, sostenibles y rentables para fomentar la expansión del cultivo y estimular inversiones privadas y públicas.

Uno de los primeros pasos en este proceso es estudiar los cambios tecnológicos en el cultivo, la cosecha, el procesamiento y el desarrollo de la yuca para evaluar sus posibilidades de implementación en las principales regiones productoras de yuca en Colombia (Costa Atlántica, Llanos Orientales, Eje Cafetero, Valle-Cauca, Huila-Tolima y Santanderes)¹.

Las diferentes opciones tecnológicas que se considerarán son las siguientes:

Opción 1. Siembra mecanizada: consiste en introducir una máquina sembradora al proceso de siembra de las semillas de yuca.

Opción 2: Cosecha semi-mecanizada. Consiste en cosechar la yuca con la ayuda de una máquina cosechadora. Esto con fines industriales donde no se requiera que la yuca esté en perfectas condiciones.

Opción 3: Introducción de variedades mejoradas. La introducción de este tipo de variedades permite mejorar los rendimientos y la calidad del cultivo.

Opción 4: Introducción del gen resistente a herbicidas, en variedades de yuca, una técnica muy avanzada que permitiría alcanzar ventajas en términos de disminución de costos en control de malezas, mano de obra y preparación de terreno.

Opción 5: Procesamiento artificial (secado de yuca). Se trata de un proceso de secado continuo con una tecnología que permite operaciones independientemente de las condiciones climáticas.

¹ Costa Atlántica: comprende los departamentos de Atlántico, Bolívar, César, Córdoba, Magdalena y Sucre. Llanos Orientales: compuesta por los departamentos de Arauca, Caquetá, Casanare y Meta. Eje Cafetero: incluye los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda. Santanderes: compuesta por Santander del Sur y Norte de Santander y las otras regiones representan los departamentos que su nombre indica.

Las cuatro primeras opciones comprometen netamente el proceso de producción de yuca y la última se refiere al proceso de secado. La combinación de estas opciones plantea varios tipos de escenarios de cambio tecnológico que se contrastarán con el esquema tradicional:

Producción de Yuca Fresca:

Escenario 1: considera solamente la opción 3.

Escenario 2: combinación de las opciones 1 y 3.

Escenario 3: se trata de la combinación de las opciones 1, 2 y 3 ².

Escenario 4: incluye las opciones 1, 2, y 4.

Producción de Yuca Seca:

En la producción de yuca seca se hará una comparación entre el proceso de secado natural y el de secado artificial para evaluar el impacto de este sistema y sus beneficios en términos de los aspectos mencionados a continuación.

El análisis y la comparación de estos escenarios (con y sin tecnología) permitirá evaluar los impactos, a nivel sectorial y microeconómico, de la introducción de cambios tecnológicos en las principales regiones productoras del país, en aspectos relacionados con: quiénes se verán afectados, quiénes se beneficiarán, cómo se distribuirán los excedentes, qué tipo de generación de empleo habrá, cuánto tiempo tomará la adopción de los cambios, cuáles serían los costos de cambiar, etc.

En ese sentido surgen unos interrogantes:

¿Qué sucede en el ámbito sectorial y microeconómico con la introducción de nuevas tecnologías en las regiones productoras de yuca del país?

¿Qué modificaciones tecnológicas son más necesarias e importantes?

¿Se puede sustituir cierto porcentaje de importaciones de granos sin temor a que la producción de yuca no pueda satisfacer las demandas debido a sus condiciones tecnológicas?

¿Qué regiones pueden adoptar más y mejores tecnologías y eso en qué beneficia a cada productor?

¿Los cambios tecnológicos garantizarán la rentabilidad del cultivo y el bienestar de los agentes involucrados?

En resumen, es primordial analizar los escenarios citados para poder determinar si la yuca puede ser una alternativa de desarrollo industrial y agrícola en Colombia.

Las hipótesis que se manejarán son las siguientes.

² Un supuesto muy importante que se va a manejar en el trabajo es que la utilización de maquinaria en el cultivo ya supone la introducción de variedades mejoradas. Por eso no se considera como un escenario la combinación de las opciones 1 y 2, aunque sí se considera la opción 3 sola porque es posible que algunos productores no puedan introducir maquinaria a su cultivo.

1. se considera que la introducción de nuevas tecnologías en el proceso productivo de yuca implica reducción de costos y/o aumento de los rendimientos pero es necesario determinar en qué medida se dan estos cambios y cuánto tiempo toman.
2. si el cultivo de yuca industrial se incentiva se introduciría más maquinaria y equipo sin reducir la mano de obra actual porque este cultivo no remplazará la producción de yuca tradicional, sino otras actividades agrícolas menos rentables. Además se requerirá más mano de obra calificada directa e indirectamente en otras actividades relacionadas con el cultivo (siembra, cosecha, procesamiento, usos).
3. los encadenamientos que la industria yuquera genera permitirán que se beneficien muchos sectores de la economía nacional como por ejemplo el sector avícola y pecuario pues ellos aumentarían la demanda de yuca y disminuirían la demanda de maíz importado como insumo en la fabricación de alimentos balanceados para animales.
4. se considera que el cultivo de la yuca es de hecho una buena alternativa de desarrollo agrícola para Colombia y en particular para sus regiones; gracias a ese cultivo se puede beneficiar e incentivar el sector agrícola y el sector industrial del país.

Propósito de la investigación

Complementar y actualizar los análisis que se han hecho sobre yuca en Colombia. para mostrar que el cultivo es una buena alternativa de desarrollo agrícola. Además, importante tanto para los agentes públicos como privados interesados en la investigación y el desarrollo del cultivo de la yuca en aspectos relacionados con producción, procesamiento y uso.

Objetivo general

Evaluar los resultados de la introducción de cambio tecnológico en el cultivo de la yuca con el fin de demostrar que este cultivo es un polo de desarrollo tanto para el país en su conjunto como para cada inversionista en particular (público o privado). Además, para las instituciones involucradas es clave evaluar el impacto que el cultivo tiene a escala sectorial y microeconómica para ver si ello cumple con los objetivos de cada una de ellas.

Productos esperados

1. Analizar las tendencias de la producción, el área cosechada, el rendimiento, la demanda, los precios y la estructura de costos del sector yuquero en Colombia en los últimos veinte años.
2. Estudiar las diferentes manifestaciones de cambio tecnológico en la producción de yuca fresca y seca y evaluar el impacto de su introducción en Colombia y sus principales regiones productoras.
3. Hacer un análisis ex-ante del impacto de la introducción de nuevas tecnologías en aspectos relacionados con: beneficios totales, distribución de los beneficios entre los diferentes agentes económicos (consumidores – individuos, empresas -, productores por

zonas, procesadores), generación de empleo y oportunidades de inversión que de ello derivan.

Descripción de la metodología y actividades

Metodología

1. Tendencias de la producción, área cosechada, rendimiento, demanda, precios y estructura de costos del sector yuquero en Colombia en los últimos veinte años

Aquí se trata de evaluar lo que ha pasado en los últimos años con el cultivo de la yuca en Colombia: qué porcentaje de crecimiento ha tenido la producción, cómo ha cambiado el rendimiento, la demanda y los precios, cómo se ha modificado la estructura de costos, cuáles son las tendencias de la mano de obra, de la oferta de empleo, qué factores endógenos y exógenos afectan el cultivo, cómo ha cambiado la retribución a esos factores. Para ello se tomarán dos períodos: un período pre-apertura (1980-1989) y un período post-apertura (1990-2000). Estos períodos evidencian lo que ha ocurrido con el cultivo de yuca en Colombia.

Para examinar estas tendencias se requieren datos por regiones sobre precios de venta y al productor, demanda, estructura de costos tanto laborales como de insumos y costos de producción. Esta información será suministrada en lo posible por el DANE, el CIAT y algunas instituciones que desarrollen actividades que involucren el cultivo de la yuca en el país (Ministerio de Agricultura, CCI, IICA, CORPOICA, CEGA, Fondo DRI, entre otros).

2. Impacto de los cambios tecnológicos en la producción de yuca fresca y seca.

Los cambios tecnológicos son una constante en casi todas las actividades productivas modernas. Para reducir costos, mejorar los niveles de productividad y el tamaño de la producción, se hace necesario introducir mejoras tecnológicas. El objetivo es evaluar qué se busca a nivel económico cuando se introducen cambios tecnológicos. Por ejemplo: en qué porcentaje crecerá la producción, cómo cambiará la demanda de mano de obra, cómo se expandirá el área cultivada, qué tipo de disminución se presentará en los costos de producción, qué tan grande será el aumento en los rendimientos, etc.

Con este fin, se mirarán las estructuras de costos de producción antes y después de introducir el cambio tecnológico y con la ayuda de los técnicos de CIAT se llevará a cabo un proceso de elicitación para averiguar qué pasa si se implanta una tecnología y no otra.

Se evaluarán los diferentes escenarios con y sin tecnología para considerar los cambios que puedan darse en las variables consideradas. Los escenarios considerados ya se mencionaron más arriba.

Se debe hacer un estudio detallado de lo que sucedería si se implementan esas nuevas tecnologías; por eso se necesitan datos actuales del sector en cuanto a: maquinaria y equipo, tecnología, los costos que ella implica, los cambios en términos de costos laborales, de

insumos y de área cultivada, las condiciones agrícolas en las regiones consideradas y las condiciones de los agricultores en las diferentes regiones para saber si ellos pueden implementar la tecnología o no y qué pasaría con ellos en caso de que puedan implementarla y en caso de que no puedan hacerlo.

Algunos de los escenarios citados se complementarán a través de la revisión de los trabajos de campo de los investigadores de CIAT en las regiones consideradas del país, mientras que otros se evaluarán mediante un proceso de *elicitación* con los técnicos de CIAT. Por lo tanto la información para este punto saldrá principalmente de CIAT.

3. Impacto ex-ante de la introducción de tecnología en la producción y el procesamiento de la yuca.

Este tipo análisis permite mirar los resultados de la introducción de las tecnologías mencionadas arriba a nivel del país en el caso de que llegaran a darse definitivamente. Los resultados observados serían: qué pasará con los precios, cómo cambiarán la demanda y la oferta, quién se quedará con los nuevos beneficios, cómo se distribuirán los ingresos, quiénes se verán beneficiados con la introducción de las tecnologías al proceso, qué cantidad de empleo se generará, qué pasará con los agricultores.

Para este análisis se utilizará un modelo de excedentes económicos denominado DREAM (Dynamic Research EvaluAtion for Management) desarrollado por Stanley Wood (IFPRI) y Wilfred Baitx (CIAT/IFPRI). Este es un programa de computador que se desarrolló basándose en los conceptos y métodos enunciados en el libro *Science Under Scarcity*, escrito por J.M. Alston, G.W. Norton y P.G. Pardey y publicado en 1995.

El modelo permite hacer simulaciones útiles para evaluar los cambios en los beneficios totales, la distribución de esos beneficios entre los diferentes agentes económicos (consumidores (empresas), productores por zonas, procesadores), la generación de empleo y las oportunidades de inversión que ello representa, luego de la introducción del cambio tecnológico mencionado.

De lo anterior se desprenden los efectos locales de la investigación y los efectos de desbordamiento, en este caso de la tecnología empleada. Por otra parte, también están los efectos en el bienestar que se calculan a través de la distribución de los excedentes entre los diferentes agentes participantes en la investigación.

Este es el modelo base que se adaptará para obtener los resultados esperados de la investigación. El modelo se puede usar para varias situaciones de mercado y en realidad reduce mucho el tiempo de la investigación. Lo más difícil es la recolección de la información y la construcción de la base de datos. Hecho esto, se analizan los resultados y se presentan de una manera clara y útil para las personas y grupos interesados en conocerlos.

Actividades

1. Tendencias de la producción, área, rendimientos, demanda, precios y estructura de costos.

- Determinar concretamente cuáles serán las fuentes de información y si se tiene disponibilidad hacia ellas.
- Recolección de la información necesaria para los análisis.
- Construcción de una base de datos organizada, actualizada y pertinente para alcanzar los fines citados.
- Hacer unas regresiones semi-logarítmicas simples para mirar los cambios principales y las tasas de crecimiento de las principales variables.
- Mirar y estudiar las principales tendencias de las variables y sacar conclusiones.

2. Impacto de los cambios tecnológicos en la producción de yuca.

- Identificar los cambios tecnológicos que se van a evaluar en el proyecto.
- Contrastar los escenarios con y sin cambio tecnológico.
- Estudiar las estructuras de costos (laborales y de insumos) con y sin tecnología.
- Realizar el proceso de elicitación con el personal técnico del CIAT para averiguar qué pasa si se implanta un cambio y no otro, etc.
- Concluir sobre los principales aportes del producto citado.

3. Impacto ex-ante de la introducción de tecnología en la producción de yuca.

- Actualizar la base de datos necesaria para este producto.
- Desarrollar los modelos de análisis, correr las regresiones y hacer las simulaciones pertinentes.
- Analizar la sensibilidad, las elasticidades de oferta y demanda y los cambios observados.
- Conclusiones generales de los resultados obtenidos y aportes personales.

10.2 Estudio sobre la competitividad en la producción de yuca fresca y seca en Colombia.

Introducción:

Una de las industrias más afectadas por el proceso aperturista de la economía colombiana y por la inestabilidad cambiaria de los últimos años, ha sido la industria avícola debido a su gran dependencia de materias primas importadas como por ejemplo el maíz y el sorgo. Por esta razón, ha sido necesario buscar materias primas sustitutas de origen local como la yuca seca, puesto que este es un «producto que puede incorporarse a las dietas avícolas y porcinas como opción para la fabricación de alimentos balanceados en remplazo del maíz y

el sorgo, por debajo del 70% de su precio y con una mayor calidad energética y aglutinante». (Avicultores, N° 55, Julio 1999. P. 24).

«Las oportunidades de expansión que presenta el cultivo de yuca en Colombia son muchas, puesto que la producción total de concentrados para consumo animal (aves y cerdos) este año se estima en 3'850.000 toneladas, con base en una cifra mínima de crecimiento de 5% anual y en 4'100.000 toneladas, con un crecimiento de 8% anual. Teniendo en cuenta estas cifras la demanda por Maíz y Sorgo equivaldrá a más de 2'200.000 toneladas por año. La agricultura nacional difícilmente podrá contribuir con una cantidad mayor a 600 mil toneladas de Sorgo y 500 mil toneladas de Maíz para alimentación animal. La diferencia tendrá que importarse de países con mayor competitividad en la producción de cereales.

Como la yuca seca puede sustituir total o parcialmente a granos como el maíz y el sorgo, y teniendo en cuenta un nivel de 20% de harina de yuca en alimentos para animales, las necesidades de harina de yuca podrían situarse alrededor de 800 mil toneladas por año³». Teniendo en cuenta el rendimiento promedio por hectárea de yuca en Colombia, que oscila entre 10 y 15 toneladas y una relación de 2.6 toneladas de raíces frescas para obtener una tonelada de harina de yuca, se necesitarían entre 138.5 y 208 mil hectáreas para lograr esta producción.

Pero a pesar que el campo colombiano ofrece una ventaja comparativa en la producción de yuca (disponibilidad y calidad de tierras, climas, instituciones de apoyo, etc.), es necesario evaluar la competitividad de este producto tanto a escala nacional como regional, entendiendo como competitividad la capacidad de las empresas, sectores o regiones de maximizar el ingreso de sus factores de producción en un contexto de competencia internacional; esto permitirá a los agentes e instituciones que, como FENAVI (Federación Nacional de Avicultores) y ACOPOR (Asociación Colombiana de Porcicultores), están interesados en el desarrollo del cultivo de la yuca, observar las oportunidades actuales de éste y sus perspectivas de desarrollo a largo plazo, tanto en Colombia en el ámbito general, como en sus principales regiones productoras (Costa Atlántica, Llanos Orientales, Cauca-Valle, Eje Cafetero, Santanderes y Tolima-Huila).

Por esta razón, el objetivo de esta investigación será determinar qué tan competitiva es la producción de yuca fresca y seca en Colombia, además de identificar entre las regiones productoras cuáles son las más competitivas para éstas, y por otra parte ver cómo la introducción de las siguientes tecnologías: siembra mecanizada, cosecha mecanizada y procesamiento artificial de la yuca pueden afectar su competitividad. Por último, se analizará el impacto que el desarrollo de este cultivo tendrá en los mercados de pollos, huevos y alimentos balanceados para aves.

Como hipótesis de la investigación se plantea que el cultivo de la yuca es competitivo en Colombia, pero algunas regiones son más competitivas que otras debido principalmente a sus condiciones agroecológicas, al tipo de agricultor que predomina en la zona, a la falta de cadenas productivas, entre otros factores que limitan la productividad y la adopción de nuevas tecnologías, que permiten reducir costos y aumentar la producción.

³ Primer Encuentro Técnico Nacional de Producción y Transformación de Yuca

Por último, el desarrollo del cultivo de la yuca para ser usada como sustituto del maíz en la producción de alimentos balanceados para animales, permitirá reducir los costos de producción de estos alimentos y por ende los de huevos y pollos, lo cual incrementará su demanda, tendiendo esto a incrementar su producción.

Objetivos

- Servir como base de información sobre las oportunidades actuales del cultivo de yuca en Colombia y las perspectivas e implicaciones de su desarrollo a mediano plazo.
- Análisis de los factores que determinan la competitividad de la yuca, además de los resultados obtenidos mediante la utilización de los indicadores de competitividad (indicador de precios, indicador de costos, indicador de productividad y cuasirentas).
- Identificar las regiones más competitivas para el cultivo de la yuca en Colombia.
- Hacer un análisis prospectivo de la competitividad del sector yuquero colombiano a mediano plazo, teniendo en cuenta el impacto de la introducción de tecnologías como la siembra mecanizada, la cosecha mecanizada y el procesamiento artificial.
- Observar el impacto que el desarrollo del cultivo de yuca puede tener sobre los mercados de pollos, huevos y alimentos balanceados para aves.

Descripción de la metodología y las actividades

1. Factores que afectan la competitividad del cultivo de la yuca y resultados arrojados por los indicadores de competitividad.

Entre los factores que determinan la naturaleza o intensidad de la competencia del cultivo de yuca, y que se estudiarán, están los sugeridos por Rafael Posada en su artículo «Factores Determinantes de Competitividad a Nivel de Finca⁴», y que se asocian con condiciones internas de cada una de las unidades de producción y de la región donde están ubicadas; ellos son: la calidad de los suelos, la infraestructura, el paquete tecnológico, las interacciones con otros cultivos, el costo de oportunidad de los factores y la oferta tecnológica en la cual es necesario precisar los siguientes elementos:

- Investigación y transferencia agropecuaria: el desarrollo y difusión de variedades con características específicas de productividad y resistencia a plagas y enfermedades.
- El mejoramiento en el manejo agronómico de los cultivos, y en especial en los sistemas completos de producción agropecuaria, tendría un impacto directo en la reducción de los costos de producción.
- Manejo de suelos, con prioridad en las labores de preparación.

Los indicadores de competitividad que se utilizarán son los siguientes:

⁴ Tomado del libro «Competitividad sin Pobreza»

➤ Indicador de precios: se mide como la diferencia entre los precios que reciben localmente los productores y los de sus competidores (importaciones de yuca y/o de maíz como sustituto directo en este caso).

$$IP = P - PM$$

Donde P es el precio del productor local y PM es el precio de las importaciones (yuca, maíz y sorgo).

➤ Indicador de productividad o factor de productividad total (FPT): es la relación entre la producción y un índice de todos los insumos utilizados. Un método corriente para calcularlo es con índice divisa, el cual utiliza los insumos ponderados según su participación, ya sea en los costos totales de producción o en el valor total de los ingresos.

Para calcular este indicador es necesario contar con información sobre los costos de los insumos utilizados en la producción de yuca y los costos totales de producción.

Por otra parte, se utilizará una medida de competitividad alternativa a las anteriores, y que supera algunas limitaciones como son la falta de amplitud, facilidad de comprensión, mensurabilidad, validez y dinamismo.

➤ El indicador alterno propuesto por Reed Hertford y James A. García en «*Competitividad de la agricultura en las Américas*» se refiere al concepto de cuasirentas (CR) de una empresa; se define así: $CR = PQ - CVT$, donde P es el precio recibido por el productor por unidad de producto, Q es la cantidad vendida y CVT son los costos variables totales.

Por dificultades en la recolección de información, la ecuación se puede reformular así: $CR = PR(1 - S)T$, donde R son los rendimientos promedio de todas las empresas del sector, S es la fracción proporcional de los costos variables totales en el valor total de la producción y T es la cantidad promedio de tierra cultivada o cosechada por las compañías incluidas en el valor promedio de R.

Por último es necesario deflactar las CR a través del tiempo por medio de W, para tener: $CR^* = PR(1 - S)T/W$, donde W* es el salario promedio anual que recibe la mano de obra en el sector urbano-industrial, multiplicado por la tasa de empleo urbano-industrial.

Los anteriores indicadores serán utilizados de igual forma en el análisis de la competitividad en la producción de yuca seca.

Otros factores que se tendrán en cuenta son los siguientes:

➤ Características cuantitativas y cualitativas de la demanda final local, es decir, hay que tener en cuenta la demanda de otras industrias además de la de alimentos balanceados, como son la de adhesivos y pegantes, yuca congelada y procesada, entre otras.

* Se esperaría que los salarios urbano-Industriales que suben, aumenten los salarios rurales y disminuyan las cuasi-rentas, quedando el resto igual. Sin embargo, si el ambiente que se estudia es sumamente competitivo, puede esperarse que las explotaciones encuentren maneras de aumentar sus cuasi-rentas si aparecen mejores oportunidades en el sector urbano-industrial, lo que crea una relación positiva entre las cuasi-rentas de los productos agropecuarios y las tasas ajustadas de los salarios urbano-industriales.

- Riesgos del cultivo, condiciones agroecológicas y constancia en la oferta.

Regiones más competitivas para el cultivo de la yuca y la producción de yuca seca.

Aunque determinar si un país es competitivo en un producto o actividad es importante, también lo es mirar dentro de éste cuáles regiones presentan mayores ventajas competitivas. Para esto es necesario contar en lo posible con la información citada anteriormente, pero de carácter regional (Costa Atlántica, Llanos Orientales, Valle - Cauca, Tolima - Huila, Santanderes y Eje Cafetero). Se enfatiza en la siguiente información: precios, costos laborales y de insumos, dotación de factores de producción, condiciones de la demanda final, condiciones agroecológicas, amenaza de sustitutos, precio y característica de los sustitutos, cadenas productivas, tamaño de la producción, riesgos, volumen y constancia de la oferta y la capacidad de cada región para la absorción de las nuevas tecnologías, lo cual depende de sus características físicas, socioculturales, entre otras.

Este análisis permitirá determinar cuáles regiones de Colombia presentan mayores oportunidades y perspectivas para el desarrollo del cultivo de la yuca.

Análisis prospectivo del sector yuquero.

En esta parte del estudio se mirará cómo la introducción de nuevas tecnologías como la siembra mecanizada, la cosecha mecanizada y el procesamiento artificial, pueden afectar los indicadores de competitividad a mediano plazo. Para esto es necesario contar con información sobre las tendencias que tendrán las variables que son necesarias para el cálculo de los indicadores de competitividad y que se nombran en el primer punto.

Impacto en los mercados de pollos, huevos y alimentos balanceados para animales

Debido a que este estudio se centrará principalmente en la utilización de la yuca como sustituto del maíz en la elaboración de alimentos balanceados para animales, es necesario ver cuál será el impacto que esto tendrá en los mercados relacionados como el de pollos, huevos y en sí en el de alimentos balanceados. Para ello es necesario contar con información sobre la estructura de costos, precios, demanda y oferta en cada uno de esos mercados.

Actividades

a. Factores que afectan la competitividad de la yuca y resultados arrojados por los indicadores de competitividad y productividad.

- Determinar de forma más concreta las fuentes y la disponibilidad de la información.
- Recolección de la información necesaria.
- Organizar una base de datos con la información recolectada.
- Cálculo de los indicadores de competitividad y productividad.
- Análisis de la información obtenida y del resultado de los indicadores.

- Concluir con base en los análisis previos.

b. Análisis prospectivo del sector yuquero.

- Actualización de la base de datos.
- Análisis de las tendencias de las variables con base en la información obtenida y cálculo del valor futuro de aquellas variables en que sea posible.
- Cálculo de los indicadores de competitividad y productividad según si la información obtenida lo permite.
- Determinar las nuevas tecnologías que se están aplicando o están en proceso de desarrollo para el cultivo de yuca.
- Analizar el impacto que estas tecnologías podrán tener principalmente en los precios y costos.

c. Regiones más competitivas para el cultivo de la yuca.

- Recolección de la información necesaria por regiones.
- Construcción de una base de datos.
- Hacer un análisis por regiones sobre sus condiciones agroecológicas y su capacidad para adoptar nuevas tecnologías.
- Analizar la información obtenida en cada región.
- Determinar cuáles son las regiones más competitivas para el cultivo de la yuca.

d. Impacto en los mercados de industrias relacionadas

- Recolección de la información.
- Elaboración de una base de datos.
- Cálculo de las elasticidades (precio, oferta y demanda).
- Análisis de los resultados.

11. CONTACTO CON POSIBLES DONANTES

Viaje al Foro sobre la Estrategia Global para el Desarrollo de la Yuca, Roma. Mayo 26-28 del 2000

El objetivo de este viaje fue el de participar en el Foro sobre la Estrategia Global para el Desarrollo de la Yuca organizado por FAO e IFAD. Esta reunión sirvió de punto de encuentro para los sectores yuqueros de Asia, África y América Latina los cuales convergieron en las instalaciones de la FAO en Roma para participar del lanzamiento de la Estrategia Global que FAO e IFAD han venido discutiendo durante los dos últimos años con participación de los sectores yuqueros de diversos países.

Desde la perspectiva de CLAYUCA y sus intereses y objetivos, los resultados de esta reunión fueron un éxito para nuestro Consorcio. Este foro representó la oportunidad de ganar mayor visibilidad internacional, fortalecer los vínculos con representantes del sector yuquero y, especialmente, iniciar contactos con donantes potenciales (CFC/IGG, FAO, IFAD, IFS). Representantes de estas cuatro organizaciones visitaron el stand de CLAYUCA y CIAT y manifestaron su interés en el enfoque que el Consorcio está siguiendo, basado en los vínculos público y privado, esfuerzo multipaises, fondos contrapartida y trabajo basado en la competitividad de la cadena productiva. Esta estrategia no solamente representa la columna vertebral de CLAYUCA sino que también coincide con una de las prioridades que están enfatizando los donantes internacionales.

Algunas de las oportunidades potenciales de financiación que CLAYUCA podría buscar en el futuro son:

➤ **FAO (Programa de Cooperación Técnica)**

Contacto Principal: Marcio Porto

Jefe Servicio de Cultivos y Praderas

División de Producción y Protección de Plantas

e-mail: Marcio.Porto@fao.org

A través de este programa, FAO destina recursos limitados (máximo US\$ 400,000) pero garantizados, con énfasis en aumentos de producción en agricultura, pesca y explotación forestal y en el aumento de los ingresos y el nivel nutricional de pequeños agricultores y trabajadores rurales. La prioridad es atender pedidos de países en desarrollo. Un requisito para este apoyo es que la solicitud debe ser presentada o apoyada por el gobierno de los países afiliados a FAO y en algunos casos por organizaciones regionales o internacionales de las cuales estos gobiernos sean miembros. Este puede ser el caso de CLAYUCA dados los vínculos que se están desarrollando con los sectores público y privado de los países afiliados al Consorcio

➤ **IFAD (International Fund for Agricultural Development).**

Contacto Principal: Jonathan Woolley

Se mencionó que IFAD no está apoyando en la actualidad ningún proyecto en yuca y se sugirió que se podrían buscar algunas opciones en el futuro.

➤ **IFS (the International Foundation for Science).**

Contacto principal: Richard Hall- Secretario Científico,e-mail: richard.hall@ifs.se.

Esta fundación ofrece apoyo a jóvenes investigadores de los países en desarrollo que tengan esfuerzos meritorios de investigación en ciencias biológicas y agrícolas. El apoyo es en forma de becas para financiar proyectos de investigación por un período normalmente entre uno y tres años. El valor de la beca es de USD\$ 12,000 y puede ser renovada dos veces. Los candidatos deben ser nacidos en un país en desarrollo y la investigación debe también desarrollarse en el respectivo país. Los candidatos deben ser menores de 40 años y tener un grado académico equivalente a Maestría.

➤ **CFC/IGG, Comité de Fondos de Cultivos (Common Fund for Commodities en Inglés), en asocio con el Grupo Intergubernamental de Granos (Intergovernmental Grains Group en Inglés).**

Contacto Principal: Andrey Kuleshov

Assistant Project Manager

e-mail: Andrey.Kuleshov@common-fund.org

Este fondo trabaja apoyando la búsqueda de soluciones que sean aplicables a los problemas que los diferentes cultivos presentan en muchos países en desarrollo. Su énfasis es apoyar proyectos que promuevan la productividad y la diversificación de los cultivos. Aspectos como nuevos usos y mercados, control de plagas y enfermedades, aumentos de productividad son de especial atención por parte de CFC. Por primera vez en la historia de este fondo se ha aprobado recientemente un proyecto en yuca, para ser implementado en Africa, y el representante de CFC que estaba en la reunión nos sugirió que CLAYUCA podría presentar un proyecto similar para América Latina. El proyecto aprobado para Africa tiene un valor de 5.6 millones de dólares, es por 5 años y consiste en una mezcla de donación (27%), préstamo (21%) y fondos contrapartida (51%). Toda la información sobre los requisitos y perfil de los proyectos ya fue enviada. En la próxima reunión de Comité Ejecutivo y Técnico de CLAYUCA deberemos discutir sobre esta posibilidad y definir una estrategia a seguir. La próxima reunión para analizar proyectos es en Julio 2000 pero las propuestas tenían que ser entregadas antes del 19 de Mayo o sea que ya no clasificamos. La próxima reunión es Enero 2001 y las propuestas deberán estar listas en Noviembre 2000.

Los contactos con CFC fueron reforzados con la participación de Bernardo Ospina en la reunión "Mesa Redonda Regional sobre Desarrollo de Productos Básicos en América Latina y el Caribe", organizada por CFC en Guatemala, en el período Agosto 14 a 17 de 2000. En esta reunión se discutieron temas relacionados con la estructura del Fondo, las condiciones y requerimientos necesarios para la presentación de propuestas y se realizaron contactos con los oficiales de proyectos responsables del sector de raíces y tubérculos dentro del CFC. Se hizo entrega formal de una propuesta preliminar de un proyecto de investigación y desarrollo de la yuca a ser ejecutado en los países socios de CLAYUCA. Esta propuesta será discutida con el Comité Ejecutivo en la reunión anual y obtenida su aprobación, se espera continuar el proceso de negociación con el CFC.

CLAYUCA, en estrecha colaboración con las diferentes entidades y empresas socias en cada país, los diferentes proyectos de CIAT, CIRAD y el IRD, estará trabajando intensamente en el futuro próximo para tratar de concretar alguna o varias de estas oportunidades potenciales de apoyo financiero.

12. COMUNICACIÓN Y MANEJO DE INFORMACIÓN

12.1 Estrategias de divulgación del trabajo en CLAYUCA

El trabajo de CLAYUCA, realizado en diferentes países y con diversas instituciones, del sector público y privado, implica el establecimiento de mecanismos de difusión y comunicación que respondan a las necesidades que se van dando según la dinámica de trabajo del Consorcio. Para facilitar este proceso se han implementado dos herramientas que tienen por objetivo ayudar a difundir toda la información relevante acerca de los resultados y las actividades incluidas en nuestra agenda de investigación y desarrollo. Estos dos mecanismos de comunicación son: el boletín “Continente Yuquero” y la página web de CLAYUCA.

12.1.1 Continente Yuquero

El boletín Continente Yuquero es una publicación cuatrimestral, de carácter institucional, diseñada con el propósito de facilitar la comunicación entre los países e instituciones afiliadas al Consorcio.

La primera edición del boletín fue entregada en marzo de este año (Figura 12.1.1). En este número se dio a conocer la información general del Consorcio, qué busca, cómo se financia, quiénes y para qué lo conforman. También se dio espacio para la opinión de colaboradores de CLAYUCA en la sección ‘Voces Amigas’; y con ‘Avances’ se dieron a conocer los últimos logros por parte del equipo técnico de Mejoramiento de yuca del CIAT. Además, se presentó la agenda de actividades en la que el Consorcio estaría trabajando este año.



Figura 12.1.1 La primera edición del boletín salió en marzo del 2000

De este primer número se imprimieron un total de 500 ejemplares que se hicieron llegar, tanto a los actuales miembros como a miembros potenciales del Consorcio, y el sector yuquero en general.

En la segunda edición del boletín se hizo un cambio en la presentación (Figura 12.1.2), conscientes de que éste se debe convertir en un medio de información que se integre a las necesidades cambiantes de nuestro entorno. En esta ocasión se trabajaron temas como: los últimos logros en los programas de multiplicación de semilla en Colombia, los avances de la yuca en África, Asia, Latinoamérica y el Caribe, y la Estrategia Global para el Desarrollo de la yuca en Roma. En las ediciones futuras, se tratará de incluir artículos sobre las actividades que se realizan en cada país.



Figura 12.1.2 Para el segundo número del boletín se empleó un nuevo diseño.

12.1.2 Página Web

La página web es otra de las estrategias comunicacionales desarrolladas por CLAYUCA. Su importancia radica en que dando este paso estamos incursionando en una de las nuevas tecnologías con mayor aceptación dentro del marco mundial. Con el diseño de nuestra *web site* nos hemos preocupado por garantizar un acceso dinámico y agradable a la información disponible en nuestras páginas (Figura 12.1.3). Esta estrategia ofrece información de nuestra organización en español e inglés, considerando el público objetivo al cual se dirigen las actividades del Consorcio y el medio que estamos utilizando. Básicamente cuenta con cuatro accesos principales:

- a) Página principal. En este acceso se da una información general sobre el cultivo de la yuca y algunos datos de producción en Latinoamérica y el Caribe.
- b) ¿Qué es CLAYUCA?. Comprende los antecedentes, misión, objetivos, información de los países e instituciones miembros del Consorcio.
- c) CLAYUCA científica. Reúne los puntos de la agenda de investigación de CLAYUCA, artículos científicos, referencias de otros *web site* y enlaces con estos.
- d) CLAYUCA interactiva. Cuenta con un sistema de correo inteligente que permite que el usuario dirija su correspondencia a casillas de correo electrónico enfocadas a temáticas definidas. También cuenta con un enlace que hemos denominado 'Contáctenos' (Figura 12.1.4) en el que se encuentra un formato de suscripción, que facilita el contacto con los usuarios de la página, lo que permite obtener información sobre los visitantes y sus principales áreas de consulta. En este acceso también está disponible el boletín "Continente yuquero".

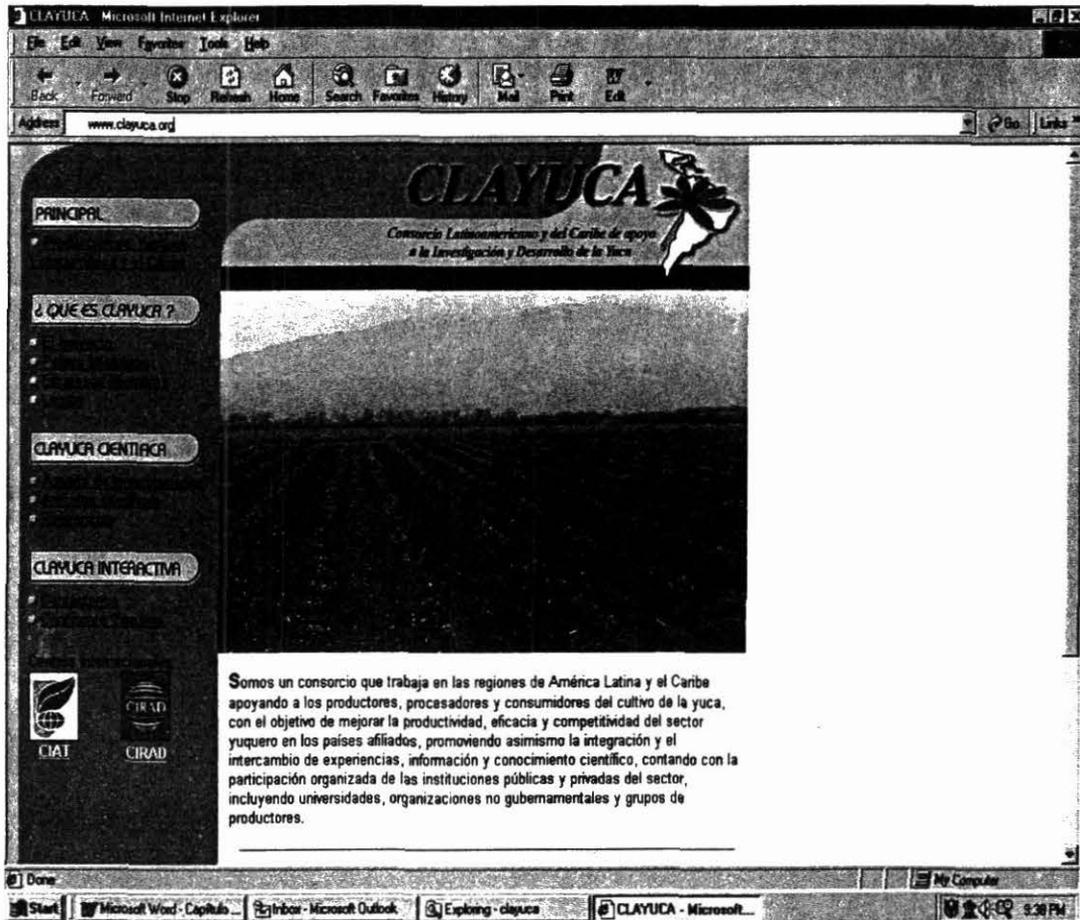


Figura 12.1.3 Página Web del Consorcio.

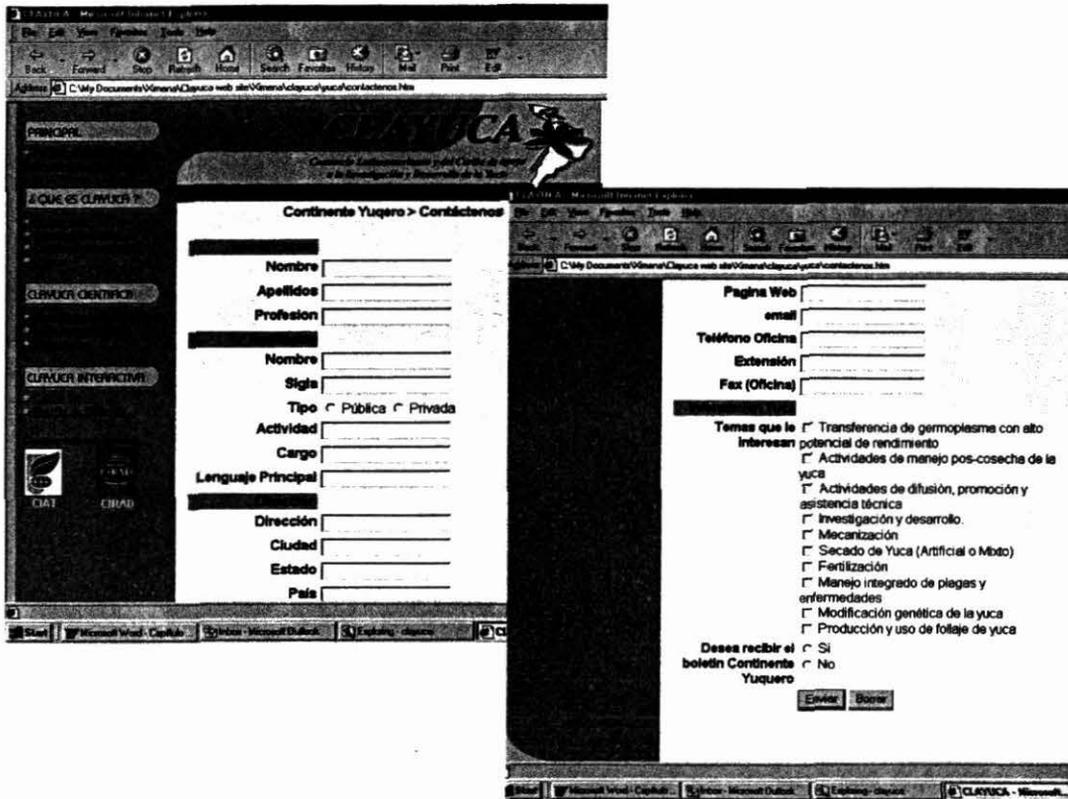


Figura 12.1.4 “Contáctenos” una página para saber de nuestros socios.

12.1.3 Base de datos

Durante el primer año de actividades se ha generado un volumen considerable de información sobre las personas e instituciones del sector yuquero que han mostrado interés en las actividades de CLAYUCA. Esta información se utiliza para crear una base de datos en lenguaje access, la cual está disponible para todos aquellos interesados en el desarrollo de este importante cultivo.

13. Informe financiación de Ejecución de los Proyectos de CLAYUCA

Periodo

22/06/1999 a 31/07/2000

Nota: Estos informes financieros son elaborados por la sección de contraloría de CIAT.
Cualquier información adicional puede ser obtenida en las oficinas de CLAYUCA.

13.1. Estado financiero del 22 de Junio de 1999 al 31 de julio de 2000-08-20

Anexo estamos mostrando informes elaborados por CIAT Contraloría.

13.2. Otros Ingresos

En el primer semestre del 2000, CLAYUCA presento propuestas de proyectos al Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, MADR, y obtuvo financiación adicional por valor de: Col \$ 412,240,000.00

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT
CLAYUCA Venezuela - 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 Julio de 2000
En Dólares Americanos

INGRESOS	Aportes:	FENAVI/FONAV	2,500
		Gobernación Estado de Cojedes	4,000
		Feporcina	2,500
		Facultad de Agronomía Univ. Central	1,000
		TOTAL INGRESOS	10,000

GASTOS	Personal	Temporales	34
	Operaciones	Suministros	132
		Combustible	132

	Servicios	Correo, correo electrónico	61
		Teléfono	2,004
		Transporte, fletes	118
		Fotocopias	35
		Fotografías	20
		Mantenimiento y alquiler computadores	651
		Posters (OT 22955)	320
		Otros	707
	Total servicios		3,916

	Viajes	Nacionales	266
		Internacionales	4,508
	Total viajes		4,774

	Total operaciones		8,822
	TOTAL GASTOS		8,856
	BALANCE		1,144

Subcontralor: _____
 Director Ejecutivo CLAYUCA: _____

Cesar H. Moreno

Bernardo Ospina

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 Julio de 2000
En Dólares Americanos

INGRESOS

Aportes:	PRONACA	15,000
	ETAX S. A.	<u>750</u>
	Total Aportes	15,750
Otros:	Ingresos por servicios	<u>171</u>
	TOTAL INGRESOS	<u>15,921</u>

GASTOS
Operaciones
Suministros

Combustible	49
Laboratorio	<u>1,256</u>
Total suministros	1,305

Servicios

Correo, correo electrónico	52
Transporte, fletes	14
Fotocopias	29
Fotografías	507
Mantenimiento y alquiler computadores	305
Varios	<u>6</u>
Total servicios	913

Viajes

Nacionales	716
Internacionales	<u>2,892</u>
Total viajes	3,608

Total operaciones **5,826**

TOTAL GASTOS **5,826**

BALANCE **10,095**

Subcontralor:

Director Ejecutivo CLAYUCA:

 Cesar H. Moreno



 Bernardo Ospina

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT
CLAYUCA - 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 Julio de 2000
En Dólares Americanos

INGRESOS

Aportes:	FENAVI/FONAV	16,522
	MADR/IICA	70,279
	ACP	5,146
	COOPALTOL	1,636
	CONGELAGRO	1,511
	Industrias PROTON	2,965
	Almidones Nacionales	825
	Hacienda San José - Palmira	1,500
	MEX Y CIA.	1,313
	Secretaría del Norte de Santander	1,500
	Julian Botero	1,500
	Agustín Posada Echavarría	1,500
	Total Aportes	106,397
Otros:	Venta de productos	197
	Ingenio Yuquero del Cauca	7,700
	Secretaría del Norte de Santander	1,068
	Centro Empresarial del Liano	581
	Apoyo Logístico Secretaría del Norte de Santan	351
	Apoyo Logístico Sena	2,768
	Agrofes	904
	CIFAD	734
	Otros Ingresos por servicios	476
	Total Otros	14,779
	TOTAL INGRESOS	121,176

GASTOS

Personal	Temporale LFCadavid, ALisimaco, AFJaramillo	35,675
	Total personal	35,675
Operaciones		
Suministros		
	Oficina	3,337
	Laboratorio	2,869
	Pesticidas	142
	Combustible	1,619
	Yuca para planta picadora	156
	Cuota anual "Almidones Nacionales"	825
	Otros:	652
	Total suministros	9,600

Servicios	
Honorarios	629
Correo, correo electrónico	346
Teléfono	821
Transporte, fletes	238
Contratistas	2,685
Fotocopias	1,466
Fotografías	1,479
Red, Cgnet	542
Publicaciones	113
Mantenimiento y alquiler de computadores	670
Impresos y producciones	799
Laboratorio	266
Siembra	126
Secado	578
Limpieza	63
Corte	29
Bindinas, argollado	48
Subvención estudiantes (MLGarcia, CAAlcalde, MxEscobar)	256
Análisis de suelos y tejidos	498
Otros	616
Total servicios	12,268
Viajes	
Nacionales	6,887
Internacionales	16,682
Total viajes	23,569
Total operaciones	45,437
TOTAL GASTOS	81,112
BALANCE	40,064

Subcontralor:

Cesar H. Moreno

Director Ejecutivo CLAYUCA:



Bernardo Ospina

14. LISTADO DE PAÍSES Y ENTIDADES SOCIAS 1999 - 2000

Ecuador

Entidad Representante

- Procesadora Nacional de Aves, C.A. – PRONACA.

Empresas Socias

- ETAX S.A.

Colombia

Entidad Representante

- Federación Nacional de Avicultores de Colombia - FENAVI/FONAV.

Empresas Socias

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
- Congelados Agrícolas S.A. – CONGELAGRO S.A.
- Cooperativa de Algodoneros del Tolima – COOPALTOL.
- Almidones Nacionales de Colombia, S.A.
- Julián Botero.
- MEX Y CIA. SCA. (Minerales Exclusivos y Cia. SCA).
- Industrias Protón Ltda.
- Asociación Colombiana de Porcicultores - ACOPOR.
- Hacienda San José S.A.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Norte de Santander.
- Agustín Posada.

Venezuela

Entidad Representante

FONAIAP – Rubén Vargas.

Empresas Socias

- Federación Nacional de Avicultores de Venezuela – FENAVI.

- Federación Venezolana de Porcicultura – FEPORCINA.
- Universidad Central de Venezuela - Facultad de Agronomía.
- Gobernación Nacional del Estado de Cojedes.
- Agropecuaria Mandioca C.A.
- Universidad Central de Venezuela - Facultad de Ciencias Veterinarias.
- Ministerio de Producción y Comercio - Caracas.

Cuba

Entidad Representante

INIVIT (Instituto Nacional de Investigación en Viandas Tropicales).

14.1 Comité Ejecutivo tabla 14.1

Tabla 14.1 Comité Ejecutivo de CLAYUCA – 1999-2000.

País	Institución	Representante
Colombia	Federación Nacional de Avicultores De Colombia - FENAVI	Diego Miguel Sierra (Principal)
Cuba	Almidones Nacionales de Colombia	Carlos Hernando Reyes (Suplente)
	Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales – INIVIT	Sergio Rodríguez Morales (Principal) José Gavino Martínez C. (Suplente)
Venezuela	Ministerio de Agricultura y Cria	Rubén Vargas (Principal)
Ecuador	Procesadora Nacional de Aves PRONACA	Alfredo García Manrique (Principal)
	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP	Vicente Novoa Hermosa (Suplente)

Centros Internacionales	Representantes
Centro de Cooperación Internacional en investigación Agronómica para el Desarrollo CIRAD	Guy Henry (Principal) Nadine Zakhia (Suplente)
Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT	Anthony Bellotti (Principal) Elizabeth Alvarez (Suplente)

14.2 Comité Técnico

Tabla 14.2 Comité técnico

País	Institución	Representante
Colombia	Principales	
	Erwin Silva	Industrias Protón Ltda
	Julián Botero	Julián Botero
	Enrique Santos	Coopaltol
	Suplentes	
	Jesús Parada	Secretaría de Agricultura Norte
José Alfredo Hernández	Santander	
Antonio López	CONGELAGRO S.A	
	Acopor	
Cuba	Instituto Nacional de Investigaciones Viandas Tropicales – INIVIT	Mariluz Folgueira Montiel
Venezuela	FEDEPORCINA	Antonio Berardi
	Facultad de Agronomía -UCV	José Mantilla
	Agropecuaria Mandioca	Rafael Laberry
Ecuador	Procesadora Nacional de Aves - PRONACA	Eduardo Magrovejo
	INIAP	Marat Rodríguez
	Universidad Técnica de Manabí	Hernán Caballero
Centros internacionales		Representantes
Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo - CIRAD		Nadine Zakhia
Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT		Hernán Ceballos

LISTA DE ACRÓNIMOS

ABAM	Asociación de Fabricantes de Almidón de Yuca
ACOC	Asociación de Comités Comarcales
ACOPOR	Asociación Colombiana de Porcicultores
AGROEXPO	Feria Internacional Agropecuaria y de Industrias Afines
AGROFES	Agropecuaria FES
AGROVELEZ	Vélez Gómez y hermanos S.A.
ATEDES	Asociación Técnica para el desarrollo
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 Desarrollo de la Yuca
CNPMF	Centro nacional de pesquisa de mandioca y frutas tropicales
CONGELAGRO	Congelados Agrícolas S.A.
COOPALTOL	Cooperativa de Algodoneros del Tolima
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
FLAR	Fondo Latinoamericano y del Caribe de Arroz de Riego
FONAIAP	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Venezuela)
GANTRAP	Grupo de Agroexportadores No tradicionales
IAC	Instituto Agronómico de Campinas
IAPAR	Instituto Agronómico de Paraná
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
IFAD	International Development Research Centre (Canadá)
IIAT	Instituto Internacional de Agricultura tropical
IICA	Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador)
INIVIT	Instituto de investigaciones de Viandas Tropicales (Cuba)
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MEX Y CIA SCA	Minerales exclusivos y CIA. SCA
PRONACA	Procesadora Nacional de Aves, C. A. (Ecuador)
SIT	Sistema de Inmersión temporal
TTDI	Thailand Tapiocca Development Institute
UCV	Universidad Central de Venezuela
UMATA	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria

LISTA DE FUNCIONARIOS Y COLABORADORES

CIAT

Programa: Yuca Mejorada Para el Mundo en Desarrollo IP - 3

Líder: Hernán Ceballos
Martín Fregene

Técnicos:
Fernando Calle
Gustavo Jaramillo
Nelson Morante
Jairo Bedoya
Teresa Sánchez

Secretaria
María Cristina Guzmán

Estudiante en práctica
Gloria Zapata

Programa: Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades PE - 1

Líder: Anthony Bellotti
Elizabeth Alvarez
Lee Calvert

Técnicos:
Germán Llano
Bernardo Arias
Paul Calatayud
Ana Milena Caicedo
Elsa Liliana Melo
John Locke
Carlos Julio Herrera

Secretaria
Josefina Martínez

Programa: Desarrollo de Agroempresas Rurales SN - 1

Líder: Rupert Best
Técnicos:
Verónica Gottret
Carlos Chilito

Programa: **Conservación de los Recursos Fitogenéticos en el Neotrópico**

Líder: Daniel Debouck
Graciela Mafla

CLAYUCA

Director Ejecutivo: **Bernardo Ospina Patiño**

Asistente Administrativa: Amalia Jaramillo.

Sistemas de Producción de Yuca: Luis Fernando Cadavid.

Sistemas de Manejo Poscosecha: Lisímaco Alonso.

Asesora de Comunicaciones: María Ximena Escobar.

Sistemas Mecanizados de Siembra Y Cosecha: Martha Liliana García.
César Andrés Alcalde.

Tesistas Economía: Zully Escobar.
Salomón Pérez.

Tesistas Planta Piloto: Paola Andrea Rengifo.
Ricardo Florián.