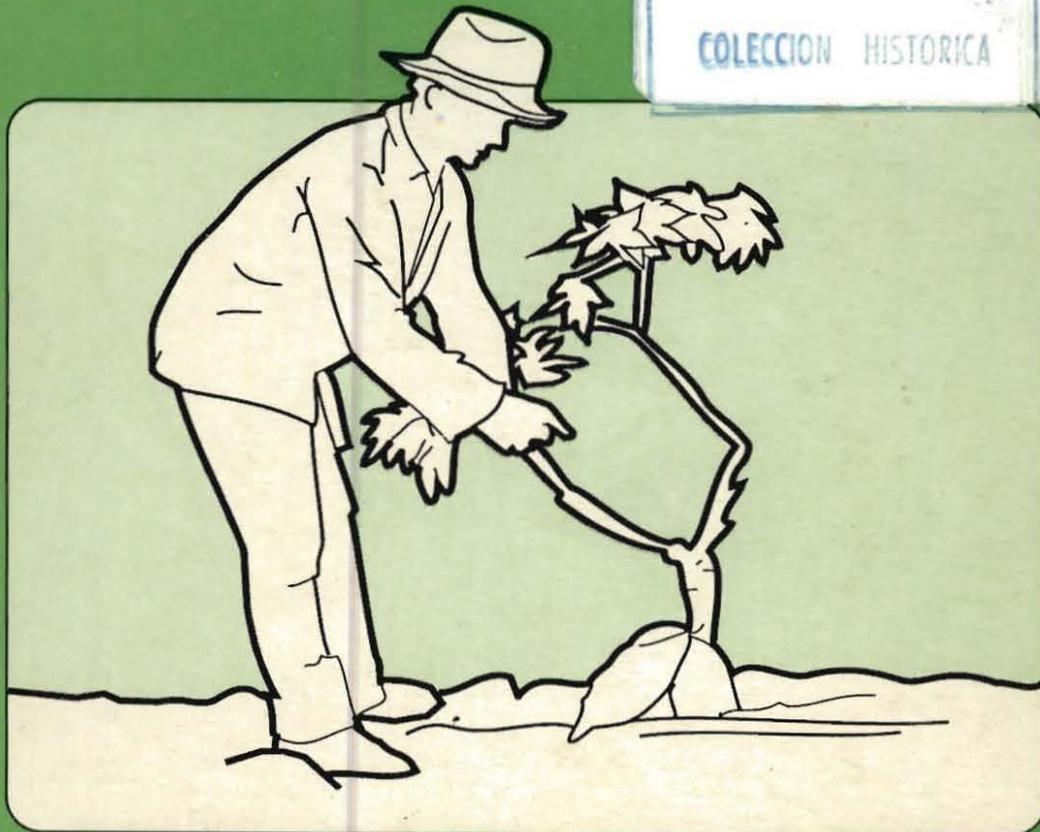


Interfase entre los Programas de Mejoramiento, los Campos de los Agricultores y los Mercados de la Yuca en Latinoamérica

Memorias de la Tercera Reunión de Fitomejoradores de Yuca



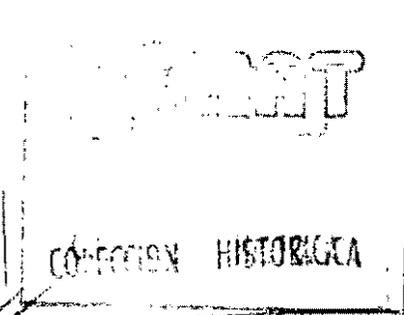
Editor Técnico:
Carlos A. Iglesias

SB
211
.C3
I573
c.3

CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical

5B
211
-63
1573
*3



**INTERFASE ENTRE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO, LOS CAMPOS DE
LOS AGRICULTORES Y LOS MERCADOS DE LA YUCA EN LATINOAMERICA**

Memorias de la Tercera Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca

Carlos A. Iglesias
Editor Técnico

CIAT
15956
18 OCT 1997
20680

CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Documento de Trabajo No. 138
Tiraje: 150
Mayo 1994

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1994.
Memorias de la Tercera Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca.
Iglesias, C. (ed.)
Cali, Colombia. 279 p.

CONTENIDO

	Página
Prólogo	1
Agradecimientos	3
I. SITUACION DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE YUCA EN DIFERENTES REGIONES DE AMERICA LATINA	5
Situación de los Programas de Mejoramiento de Mandioca en la Región Sub-tropical de América Latina <i>Irland L. Gnoatto</i>	7
Situación de los Programas de Mejoramiento de Yuca en la Región Andina <i>Francisco Hinojosa y Flor M. Cárdenas</i>	25
Situação dos Programas de Melhoramento da Mandioca no Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste) <i>Eloisa M. Ramos e Milton da Costa Mota</i>	37
Situación de los Programas de Mejoramiento de Yuca en Centro América y el Caribe <i>Miguel Soza Vásquez</i>	55
II. EVALUACION DE CLONES AVANZADOS DE YUCA A NIVEL EXPERIMENTAL	67
Estructura General de los Programas de Mejoramiento de Yuca en América Latina <i>Carlos Iglesias</i>	69
Pruebas Regionales para la Evaluación de Clones de Yuca <i>Elton Santos</i>	77
Análisis de Estabilidad y Estratificación de Ambientes en Yuca <i>Sergio Rodríguez</i>	87

	Página
III. EVALUACION DE CLONES AVANZADOS CON LA PARTICIPACION DE AGRICULTORES	113
La investigación Participativa Aplicada en Mejoramiento de Yuca: Una Visión General <i>Luis A. Hernandez y Carlos Iglesias</i>	115
Evaluación de Clones Bajo Diferentes Sistemas de Producción <i>Antonio J. López</i>	139
Introducción de Diversidad Genética Mejorada a Nivel de Campo <i>Carlos Iglesias</i>	151
IV. MULTIPLICACION DE VARIEDADES DE YUCA SUPERIORES	159
Esquemas de Producción de Estacas de Yuca <i>Javier López</i>	161
Técnicas de Multiplicación de Material de Siembra de Yuca y su Almacenamiento <i>Magaly García y Sergio Rodriguez</i>	171
Manejo Agronómico de Lotes de Multiplicación de Semilla de Yuca <i>Javier López</i>	181
V. LIBERACION DE CLONES DE YUCA Y SU MONITOREO	191
La Importancia de los Estudios de Adopción e Impacto: El Caso del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia <i>María Verónica Gottret y Guy Henry</i>	193
Historico das Principais Variedades de Mandioca da Região Sul do Brasil <i>Teresa Losada Valle</i>	225
Metodología para la Liberación de Clones y Monitoreo en la República de Cuba <i>Sergio Rodriguez y Magaly García</i>	237

	Página
Estudio de Caso: Variedad de Yuca INIAP-Portoviejo 650 <i>Francisco Hinojosa, Flor M. Cárdenas, Hugo Alvarez y Gloria Cobeñas</i>	243
Prioridades Futuras de un Programa de Mejoramiento de Mandioca <i>Wania M. G. Fukuda</i>	261
VI. SITUACION DE LA RED PANAMERICANA DE FITOMEJORADORES DE YUCA	271
Mecanismos y Actividades Relativos al Funcionamiento de la Red <i>Carlos Iglesias</i>	273
Lista de Participantes	277

PRÓLOGO

Un conocimiento profundo de las necesidades, objetivos y circunstancias de los agricultores lleva normalmente a generar tecnologías apropiadas y con mejores posibilidades de adopción. Así, la transferencia y la adopción comienzan informalmente cuando el agricultor ensaya y evalúa un componente tecnológico en pruebas establecidas en sus fincas. Las nuevas variedades de yuca, componentes importantes de una tecnología mejorada, son seleccionadas por los mejoradores en base a producciones estables durante varios años y en diferentes localidades; teniéndose en cuenta además la tolerancia a plagas, enfermedades y factores edafoclimáticos adversos. Sin embargo, las nuevas variedades no siempre son bien adoptadas, lo que contrasta con las variedades locales. Estas últimas están ampliamente difundidas en las áreas de cultivo del país a pesar de que sus producciones promedios sean muchas veces inferiores a la de los materiales experimentales.

Para que la tecnología y su transferencia tengan éxito, es necesario emplear métodos que tengan en cuenta las opiniones de los productores. La investigación participativa en mejoramiento de yuca aparece como una alternativa promisoría. Se trata de una metodología complementaria de la investigación tradicional, que integra los criterios de los productores y de los mejoradores, maximizando la eficiencia en la selección de variedades.

El sistema de multiplicación de material de siembra es también un componente importante para asegurar una adecuada distribución de los clones seleccionados en una región. Aún cuando sólo se tengan variedades locales, la mejora en la calidad y disponibilidad de material de siembra puede determinar avances tanto ó más importantes que los logrados por la introducción de nuevas variedades.

Considerando el sistema integral de producción, comercialización y procesamiento de yuca, las variedades seleccionadas con la participación de los productores, deben satisfacer las necesidades exigidas por los canales de mercadeo y procesamiento. Es importante entonces evaluar la capacidad de la yuca para competir con otros productos alternativos y las limitaciones a su entrada en diferentes mercados.

El presente seminario tuvo como objetivo general el de intercambiar ideas y experiencias en la áreas de investigación, transferencia y difusión de nuevas variedades de yuca, proponer estrategias para lograr mayores beneficios en su adopción, y examinar la demanda que existe de variedades para generar productos alternativos. Participaron en el seminario, representantes de los sistemas de investigación y desarrollo agropecuario de América Latina, relacionados con el area de mejoramiento y distribución de variedades de yuca.

Los objetivos específicos del seminario fueron:

1. Examinar la capacidad operativa de los programas de mejoramiento de América Latina.
2. Resumir los esfuerzos de investigación sobre el desarrollo de nuevas variedades de yuca en América Latina.
3. Resumir y discutir las experiencias en evaluación de variedades de yuca para satisfacer la demanda de agricultores, procesadores y consumidores.
4. Analizar las experiencias y estudiar alternativas para la liberación de nuevas variedades de yuca, así como las estrategias para la multiplicación y distribución de semilla.
5. Revisar los objetivos y analizar la situación actual de la Red Panamericana, a los efectos de planificar actividades relacionadas con el funcionamiento de la misma.

La reunión se llevó a cabo en Villa Clara, Cuba, en Noviembre de 1993; organizada por el INIVIT y con la financiación y el apoyo logístico del CIAT. Las ponencias y discusiones fueron organizadas en diferentes módulos. El propósito de esta publicación es el de presentar los distintos componentes para que ellos puedan servir como guía de acción para los fitomejoradores de yuca de América Latina.

AGRADECIMIENTOS

El éxito de este seminario se debe a una activa participación del grupo de fitomejoradores convocados. Sin embargo, existen muchos aspectos logísticos que ayudaron a concretar dicho éxito. Particular agradecimiento merece todo el personal del INIVIT por su amabilidad y disposición de servicio. Gracias al apoyo brindado por el Programa de Apoyo al Desarrollo Institucional del CIAT se logró concretar la participación de muchos de los fitomejoradores. Finalmente, se agradece la valiosa colaboración de María Cristina Zuluaga por su apoyo durante la edición y publicación de este documento.

I. SITUACION DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE YUCA EN DIFERENTES REGIONES DE AMERICA LATINA

Objetivo: Presentar el estado actual de los diferentes programas, la capacidad para generar, recibir y evaluar germoplasma de yuca y los logros más recientes.

SITUACION DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE MANDIOCA EN LA REGION SUBTROPICAL DE AMERICA LATINA

Irland L. Gnoatto¹

RESUMEN

Este trabajo describe el estado actual de los programas de mejoramiento de las regiones subtropicales de América Latina (Argentina, Paraguay, Sur de Brasil y Bolivia). El análisis expuesto proviene de las evaluaciones que efectuaron fitomejoradores de mandioca de cada país (y/o región) en particular. Para cada región se considera la importancia del cultivo, las limitantes que inciden en los programas de mejoramiento, los programas de investigación en ejecución, la base genética, parámetros de evaluación y el potencial de impacto de los programas desarrollados. Cada uno de los aspectos es analizado para cada país, efectuándose algunas consideraciones de orden general.

INTRODUCCION

El cultivo de la mandioca se realiza en un amplio rango de condiciones ecológicas, existiendo en una diversidad de clones con adaptación específica a las condiciones de crecimiento.

Iglesias (1992) señala que el desafío para la red Panamericana y el programa de mejoramiento de mandioca del CIAT es desarrollar una metodología eficiente para la obtención de poblaciones y cultivares con adaptación lo suficientemente amplia para las principales áreas actuales y potenciales de producción. Por otra parte, visto el amplio rango de condiciones de producción y la imposibilidad de obtener un genotipo con adaptación a todos los ambientes, se subdividieron los ambientes de producción de mandioca, de forma tal que la variación entre zonas delimitadas fuera mayor que la variabilidad dentro de ellas. Esta clasificación pudo realizarse en base a la relación que existe entre factores climáticos, edáficos y biológicos, lo cual permitió asociar tipos de clima, suelo y enfermedades dentro de una zona edafo-climática más o menos definida (Hershey, 1991).

La región subtropical comprende regiones de Brasil, Paraguay y Argentina, y se ubica entre los meridianos 48° y 61° de longitud Oeste y entre los paralelos 22° y 32° de latitud Sur, incluyendo además una parte de Bolivia. En esta región el cultivo de la

¹ Coordinador Area de Investigación en Agronomía, INTA Estación Experimental Agropecuaria El Colorado, C.C. No. 5- (3603) El Colorado (Formosa) - Argentina.

mandioca abarca una superficie aproximada de 522.700 hectáreas, con una producción de 8.306.000 tn/año (Tabla 1).

Tabla 1. Valores calculados del número de productores, superficie cultivada, producción y rendimiento de raíces de mandioca en la región Subtropical de América Latina.

País	Productores	Superficie cultivada (ha)	Producción ton/ha	Rendimiento ton/ha
Sur de Brasil *	325.000	285.000	4.900.000	17.0
Paraguay *	230.000	175.600	2.600.000	14.8
N.E. Argentina *	26.000	14.600	148.000	10.5
Bolivia **	-	47.000	658.000	14.0
TOTAL	581.000	522.700	8.306.000	

FUENTE:

* IBGE. Levantamiento Sistemático de Producción Agrícola, Sept. 91. Censo Agropecuario 1991 MAG, Paraguay. INDEC, Bs,As., 1991.

** Lenis, J. y Alvarado, A. Memorias de la Segunda Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. Documento de Trabajo No. 112, p.5. CIAT, Colombia, 1992.

Este trabajo se elaboró a partir de una encuesta confeccionada por el CIAT (Colombia), y completada por fitomejoradores de Argentina, Paraguay², sur de Brasil³ y Bolivia⁴. Dicha encuesta consideró aspectos relacionados a limitantes de los programas de investigación, base genética, parámetros genéticos referidos a las raíces e impacto de lo desarrollado en mejoramiento. Este trabajo presenta el estado actual de los programas de mejoramiento de mandioca en la región subtropical de América Latina.

² Ing. Agr. César A. Caballero, Técnico del Servicio de Extensión Agrícola. Proyecto de Generación y Validación de Tecnología de Producción e investigación en Mandioca, Asunción (Paraguay).

³ Mario Takahashi, IAPAR, Instituto Agronómico de Paraná, Estado de Paraná (Brasil), Waldomiro Montagner, IPAGRO, Fundación de Ciencia y Tecnología, Río Grande do Sul (Brasil). Marcio Ender/Mauro Lavina, EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuaria y Difusión de Tecnología, Santa Catarina (Brasil).

⁴ Ing. Agr. Juan Lenis. Técnico Programa de Yuca, IBTA/Chaparé (Bolivia). Ing. Agr. Mario Ballon, Jefe Planificación IBTA/Chaparé (Bolivia), Ing. Agr. Gerardo Rodríguez, Coordinador Development Alternativas, IBTA (Bolivia).

ESTADO ACTUAL DEL ESQUEMA DE MEJORAMIENTO DE MANDIOCA EN LA REPUBLICA ARGENTINA

Importancia del cultivo

En el Nordeste de Argentina la producción de mandioca se concentra en las provincias de Misiones, Formosa, Corrientes y Chaco. Misiones produce casi el 75% de la producción total del país, seguida de Formosa con el 16%, Corrientes 6,5% y Chaco 2,5%.

La superficie cosechada de mandioca varía a través del tiempo entre 16.000 y 26.000 has. Casi el 40% de la producción total argentina se destina a la alimentación humana en forma fresca, mientras que el 30% se destina a la alimentación animal. El 30% restante se dedica a la producción de almidón para la industria alimenticia. Los rendimientos promedios por hectárea son de 10.243 kg, considerando el período 69/70 a 86/87.

La mandioca tiene una importancia mayor a nivel de pequeños productores. Las cuatro provincias mencionadas tienen una población total de 2.200.000 habitantes, de los cuales el 42% es rural y la mayoría de éstos laboran en fincas pequeñas. Existen aproximadamente 50.000 explotaciones de hasta 25 has., disponiendo de unas 600.000 hectareas para la agricultura comercial (algodón, tabaco, yerba mate, maíz, frutales y hortalizas), donde el cultivo de mandioca se encuentra muy generalizado entre estos productores. El cultivo adquiere importancia en este ámbito de productores, como alimento básico en la dieta familiar, dando seguridad alimentaria con su aporte energético.

Limitantes

Del análisis de las limitantes que afectan al cultivo de la mandioca, se detectaron componentes de alta importancia en términos de producción y productividad, y de importancia media a baja en cuanto a consumo. Dichos limitantes son principalmente determinadas por causas biofísicas y sociales, y en menor grado por razones económicas y políticas.

Programa de Investigación

En Argentina no existe un programa de investigación específico para el cultivo de mandioca. Se desarrollan actividades de investigación ordenadas en planes de trabajos y proyectos, de la misma manera que en experimentación adaptativa y transferencia de tecnologías. Las áreas temáticas donde se desarrollan actividades son: mejoramiento, agronomía y procesamiento.

Tabla 2. Sitios, repeticiones, áreas sembradas y cosechadas de la estructura básica del esquema de mejoramiento de la República Argentina.

Etapa	Sitios	Repeticiones	Area plantada p/parcela (m ²)	Area cosechada p/parcela (m ²)
Semilla sexual				
F ₁				
F ₁ C ₁				
Campo de Observación	1 *	1	20m ²	10m ²
Ensayo Preliminar de Rendimiento	1 *	4	20m ²	10m ²
Ensayo de Rendimiento	1**	3	20m ²	10m ²
Pruebas Regionales				

*: El Colorado (Formosa)

** : Puerto Rico (Misiones)

En total trabajan siete investigadores en las actividades de investigación y diez extensionistas en experimentación adaptativa y transferencia. En el área de mejoramiento trabajan cinco técnicos y dos en el área de agronomía. Se recibe un regular apoyo en términos de asesoramiento y financiación, con bastante énfasis en capacitación. Existe una buena colaboración con otras instituciones como el CIAT (Colombia), IAPAR y EPAGRI de Brasil; interaccionando principalmente con los técnicos de la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes.

La capacidad del esquema de mejoramiento en Argentina es parcialmente suficiente en calidad de recursos humanos e insuficiente en cantidad de los mismos. Así como en recursos físicos y financieros. La estructura básica de mejoramiento se detalla en la Tabla 2.

Se han liberado variedades que responden especialmente a las siguientes limitantes: materia seca, productividad, contenido de HCN, calidad culinaria, facilidad de cosecha y resistencia a bacteriosis. Las mismas fueron introducidas de otras regiones de condiciones edafoclimáticas similares, evaluadas en estaciones experimentales (El Colorado y Cerro Azul) y difundidas a través del servicio de extensión y los mismos productores. Las variedades liberadas responden a una alternativa de producción para todas las áreas más importantes de cultivo en Argentina, especialmente los cultivares Pomberí, Canó, Concepción y Yerutí Guazú.

En Puerto Rico (Misiones) existe un programa de multiplicación de semilla de las variedades que se han liberado. En El Colorado (Formosa) se está organizando la multiplicación de materiales con mayor demanda por parte de los productores, y en

apoyo a los emprendimientos agroindustriales que se están concretando en el km 100 y Buena Vista en la provincia de Formosa. Los usuarios beneficiados con el material de multiplicación pertenecen a Cooperativas en Misiones, e integrantes de consorcios en Formosa.

La evolución del equipo de trabajo de investigación en mejoramiento de mandioca, desde 1988 a 1993, se detalla en la Tabla 6.

En el Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE) perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de Corrientes, se genera información sobre los mecanismos involucrados en la embriogénesis somática y se desarrollan sistemas *in vitro*, que posibilitan la regeneración de plantas de mandioca a partir del cultivo de láminas foliares, utilizando cultivares regionales.

Base Genética

La base genética utilizada comprende genotipos regionales adaptados a zonas específicas y genotipos con potencial de adaptación de regiones agro-ecológicas similares, originarios de otros países, especialmente Paraguay y Sur de Brasil.

El mantenimiento del acervo genético es muy importante en Argentina, así como el desarrollo de una base genética para regiones específicas.

Dada la importancia de la incidencia de bacteriosis y pudriciones radicales deben ser consideradas para el trabajo de mejoramiento. Es de menor importancia la incidencia de ácaros, trips, gusano cachón, piojo, mosaicos, súper alargamiento y cuero de sapo.

Parámetros genéticos referidos a las raíces

Las raíces de la planta de mandioca tienen como característica principal la capacidad de almacenamiento de almidón, razón por la cual es el órgano de la planta que hasta el momento ha tenido un mayor valor económico.

Para las actividades de mejoramiento los parámetros de mayor importancia son aquellos referidos a: menor contenido de ácido cianhídrico (HCN), mayor porcentaje de materia seca (%), mejor calidad culinaria, mayor número de raíces comerciales por planta, y menor deterioro fisiológico. Otros parámetros de cierta consideración son la facilidad del arranque y de pelado, como así como el aprovechamiento forrajero (integral).

Impacto del Esquema de Mejoramiento desarrollado

Los trabajos de mejoramiento realizados han resultado relativamente importantes en cuanto a rendimiento, muy importantes con relación al mercado, resultando prácticamente irrelevantes con referencia al área sembrada. No se dispone de información sobre la

importancia relativa del beneficio de los trabajos de mejoramiento, con relación a agricultores, procesadores y consumidores.

Con relación a las investigaciones realizadas en mejoramiento, los aspectos de monocultivo y mecanización, cultivos asociados y rotaciones y las pruebas en la estación experimental son de mucha importancia. Especial relevancia toma la investigación con participación de los agricultores y extensionistas, donde la oferta y la demanda son de una importancia intermedia o superior.

ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MANDIOCA EN BOLIVIA

Importancia del Cultivo

La mandioca se cultiva en cuatro grandes regiones: Chapare, Santa Cruz, Yungas y Pando-Beni, en su mayoría para autoconsumo. Se comercializa en fresco en los mercados rurales y en pequeña escala en los mercados urbanos. Durante ciertos períodos del año compite con la fuerte producción de papa de los valles, lo que provoca la caída en los precios (Lenis, L. y Alvarado, A., 1992).

El área de mandioca cultivada en Bolivia se estima en 47.000 hectareas, con un incremento anual del 4% y un rendimiento promedio de 14 Tn/ha. (Cordecruz, et al, 1982).

Los agricultores cultivan la mandioca empleando variedades locales, que se cosechan a partir de los 8 meses, según las necesidades (Lenis, 1988).

Las raíces son destinadas a la alimentación humana (cocidas en vapor de agua, fritas o asadas y en refresco fermentado -chive-). En pequeña escala se utiliza la raíz fresca en la alimentación animal, principalmente cerdos y vacunos (Lenis, L. y Alvarado, A., 1992). A partir de 1992 se incrementó su uso en la alimentación animal en forma de raíces frescas y harinas.

Limitantes

La amplia diversidad edafo-climática de las regiones productoras de mandioca demanda trabajos de mejoramiento dirigidos a ambientes específicos, limitando el aprovechamiento de germoplasma seleccionado en algún ecosistema del país. Se han identificado limitantes de importancia media en producción y productividad, siendo más importantes las limitantes en cuanto a consumo. Se destacan razones biofísicas y sociales, que determinan las limitantes señaladas, siendo de mayor importancia los aspectos económicos y políticos. Dichas limitantes demoran el logro de resultados.

Programa de investigación

En Bolivia existe un programa específico de investigación en mandioca, siendo de alta prioridad las áreas de mejoramiento, agronomía y procesamiento, dándose baja prioridad a los trabajos en las áreas de patología, entomología y mercadeo. Las actividades de mejoramiento se centralizan en la introducción, recolección y selección de variedades de Bolivia, Colombia (CIAT) y Costa Rica.

En el programa trabajan tres investigadores los cuales reciben apoyo parcial en las áreas de capacitación y asesoramiento, por parte del programa de yuca del CIAT. La capacidad del programa de mejoramiento es relativamente insuficiente en cuanto a recursos humanos, físicos y financieros. La estructura básica del programa permite realizar actividades específicas, las cuales se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Sitios, repeticiones, áreas sembradas y cosechadas de la estructura básica del Programa de Mejoramiento de Bolivia.

Etapa	Sitios	Repeticiones	Area plantada p/parcela (m ²)	Area cosechada p/parcela (m ²)
Semilla sexual	-	-	-	-
F ₁	-	-	-	-
F ₁ C ₁	-	-	-	-
Campo de Observación	1	1	5	3
Ensayo Preliminar de Rendimiento	1	2	5	3
Ensayo de Rendimiento	2-3	3-4	30	12
Pruebas Regionales	4-5	4	36	16

Se han liberado variedades que responden, prioritariamente, a las siguientes limitantes de producción: a) productividad, b) contenido de materia seca, c) contenido de HCN, d) calidad culinaria, e) color del peridermo de la raíz, y f) color de la pulpa raíz. Dichas variedades fueron introducidas de otras regiones y difundidas por el propio productor, representando una alternativa de producción para la región.

Existe un programa de multiplicación de semilla para las variedades liberadas con un área de multiplicación de 16 hectareas (6 has. en estación experimental más 10 has. con productores), en la región del subtrópico húmedo del Chapare. El material de siembra se distribuye a los productores y procesadores de yuca en el Chapare.

Al comparar la evolución de la masa crítica participante en los trabajos de investigación en yuca entre 1988 y 1993, se destaca el incremento de personal, especialmente aquel

dedicado a la elaboración de trabajos de tesis. (Tabla 6).

Base Genética

La base genética utilizada en el esquema de mejoramiento proviene de: a) genotipos regionales adaptados a zonas específicas y, b) genotipos con buen potencial de regiones agroecológicas similares en otros países. El mantenimiento de la variabilidad del acervo genético resulta muy importante, de la misma manera que el desarrollo de bases genéticas para zonas edafoclimáticas específicas.

En cuanto a las limitantes de la producción son muy importantes los trabajos que permiten superar problemas de pudriciones radicales y estrés de temperatura, y de baja importancia los referentes a ácaros, trips, gusano cachón, piojo, mosaicos, súperalargamiento, cuero de sapo y condiciones de estrés de humedad.

Parámetros genéticos referidos a las raíces

Es de mucha importancia para el programa de mejoramiento conducido en este país lograr menor contenido de ácido cianhídrico (HCN), mayor porcentaje de materia seca, mejor calidad culinaria, mayor número de raíces comerciales por planta, menor deterioro fisiológico, color del peridermo y de la pulpa adecuados a la demanda.

Impactos de los programas de mejoramiento desarrollados

El programa de mejoramiento desarrollado en Bolivia ha tenido un impacto muy importante en términos de rendimiento (tn/ha) y en mercado, y poco importante respecto al área sembrada.

El desarrollo del programa ha beneficiado en un 80% a los agricultores, procesadores y consumidores y en un 100% a los intermediarios. No existiendo evaluaciones específicas sobre esta situación. Con referencia a las investigaciones realizadas debe de tener especial consideración la modalidad de monocultivo y los cultivos asociados a la mandioca. La participación del agricultor y del extensionista en el proceso de investigación debe cobrar mayor importancia para evaluar aspectos de oferta y demanda de tecnología.

ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MANDIOCA EN PARAGUAY

Importancia del Cultivo

La mandioca en Paraguay se produce en todas las regiones del país, constituyendo un elemento importante en la dieta básica de la población. Es considerada como el principal

cultivo de subsistencia de la familia rural.

De las 299.259 fincas existentes en el país, alrededor de 229.500 cultivan mandioca, con una superficie media de 0,8 hectarea por finca. La superficie cultivada con mandioca es de 183.600 hectareas, con un rendimiento promedio de 15,3 tn/ha, resultando en una producción total de más de 2:800.000 toneladas de raíces frescas (Alvarez, L.A., et al., 1993).

La mandioca es un cultivo infaltable en la mayoría de las explotaciones agropecuarias del país. El 85% de la producción se destina a consumo humano y animal (porcinos, vacunos y aves) a nivel de finca; el 12% se comercializa en forma fresca y el 3% es destinado a la elaboración de almidón con fines alimenticios y fariña (Alvarez, L.A. et al., 1993).

El proceso de comercialización de raíces frescas de mandioca en el Paraguay comprende a los mercados de Asunción y otras ciudades importantes del país. La mandioca para el mercado capitalino proviene de la zona de mayor producción; el departamento de Caaguazú. Así mismo, el consumo diario a nivel nacional corresponde a 470 gramos por persona, o sea 172 kg/año; siendo a nivel rural 415 kg/año y 127 kg/año a nivel urbano (Caballero, C.A. y Bogado, S.F., 1992).

Limitantes

La mandioca presenta limitantes en cuanto a la producción y productividad calificadas de importancia media. Las limitaciones de producción están asociadas especialmente con la superficie cultivada a nivel de finca. Se mencionan razones biofísicas, económicas y políticas, a un mismo nivel de importancia (medio), como los factores determinantes de las limitantes señaladas.

Con referencia a las limitaciones para el desarrollo de la investigación en mandioca, Caballero y Bogado (1992) destacan: "la falta de apoyo institucional, la necesidad de especialización de los técnicos en fitomejoramiento y agronomía, y el apoyo de más técnicos que se dediquen a la investigación del cultivo".

Programa de investigación

En Paraguay existe un programa de investigación específico en mandioca, siendo de prioridad media las áreas de mejoramiento, agronomía y procesamiento, y de baja prioridad patología y entomología. Otro aspecto de importancia del programa es el área de utilización, especialmente los temas de almacenamiento de raíces frescas y secado de trozos de raíces para alimentación animal (bovinos y cerdos).

Tabla 4. Sitios, repeticiones, áreas sembradas y cosechadas de la estructura básica del Programa de Mejoramiento de Paraguay.

Etapa	Sitios	Repeticiones	Area plantada p/parcela (m ²)	Area cosechada p/parcela (m ²)
Semilla sexual	Caazapá	-	1.000	
F ₁	"	-	1.500	
F ₁ C ₁	"	-	1.500	3,5 (5 pntas.)
Campo de Observación	"	-	2.000	3,5 (5 pntas.)
Ensayo Preliminar de Rendimiento	-	-	-	-
Ensayo de Rendimiento	-	-	-	-
Pruebas Regionales	-	-	-	-

Cinco investigadores trabajan en el programa los cuales reciben apoyo procedente del CIAT (Colombia) en términos de asesoramiento, capacitación y financiamiento para algunas actividades.

La capacidad del programa de mejoramiento es parcialmente suficiente en cuanto a calidad de recursos humanos, e insuficiente con respecto a recursos físicos, financieros y cantidad de recursos humanos. La estructura básica del programa de mejoramiento permite desarrollar varias actividades relevantes en el área, las cuales se presentan en la Tabla 4.

Se han liberado variedades que responden a las siguientes limitantes de producción: porcentaje de materia seca y arquitectura de la planta; las variedades liberadas fueron el producto del trabajo del programa de mejoramiento. Las mismas representan una alternativa para todas las áreas productoras de mandioca, no existiendo un programa de multiplicación para las variedades que se liberan.

El equipo de investigación en mejoramiento de mandioca en Paraguay ha experimentado un incremento entre 1988 y 1993 conforme se detalla en la Tabla 6.

Base Genética

La base genética utilizada para el mejoramiento de mandioca, proviene de genotipos regionales adaptados a zonas específicas y de aquellos con buen potencial en regiones agroecológicas similares. Además, desde 1990 se reciben 2500 semillas sexuales provenientes del CIAT, a fin de incrementar la variabilidad genética vista la necesidad de incorporar resistencia y/o tolerancia a bacteriosis.

En el Paraguay la bacteriosis ocurre en todo el país, con una mayor incidencia en los departamentos de Itapúa, Alto Paraná y Caaguazú. En cultivares de buena producción, pero susceptibles a la enfermedad, las pérdidas pueden ser totales (Fukuda et al, 1992).

Resulta muy importante el mantenimiento de la variabilidad del acervo genético en el país, como así también el desarrollo de bases genéticas para zonas edafoclimáticas específicas.

En los trabajos de mejoramiento es muy importante superar la limitante de susceptibilidad a bacteriosis, y tiene relativamente poca importancia las pudriciones radicales, gusano cachón y barrenador del tallo, siendo irrelevantes las limitantes referidas a ácaros, trips, piojo, mosaicos, superalargamiento, cuero de sapo y condiciones de estrés de humedad.

Parámetros genéticos referidos a raíces

De acuerdo a los objetivos y metas del programa de mejoramiento, los siguientes parámetros son de mucha importancia: menor contenido de ácido cianhídrico (HCN), mayor porcentaje de materia seca (%), mejor calidad culinaria, mayor número de raíces comerciales por planta, menor deterioro fisiológico y mayores rendimientos (tn/ha).

Impactos de los Programas de Mejoramiento Desarrollados

Los logros en mejoramiento de mandioca han resultado muy importantes con relación a rendimiento (tn/ha) y poco importantes con referencia a mercados y área sembrada (ha). No se dispone de información relacionada a la importancia relativa del beneficio de los programas de mejoramiento para con los agricultores, procesadores, consumidores, etc.

En el desarrollo de ensayos de investigación en mejoramiento deben de considerarse los sistemas de monocultivo y asocio (con maíz para consumo) con una importancia intermedia, en tanto que las pruebas en la estación experimental son de mucha importancia. La participación del agricultor en el proceso de investigación es muy importante y la del extensionista de importancia intermedia.

ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA MANDIOCA EN EL SUR DE BRASIL

Importancia del Cultivo

La región Sur del Brasil comprende los estados de Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul. En todos ellos la mandioca es un cultivo de importancia, especialmente a nivel de pequeños agricultores y para agroindustrias de productos derivados de la mandioca. A nivel de fincas es un importante componente de la alimentación animal.

La región Sur del Brasil produce el 22% del total de Brasil, siendo la segunda región

geográfica después del Nordeste, en términos de volumen de mandioca producida. El volumen de cosecha es de 291.358 hectareas, según datos de 1989. Sin embargo, esta región tiene la mayor productividad promedio por unidad de superficie, llegando a 16,4 tn/ha, de rendimiento en raíces frescas.

Dentro de esta región, la mayor superficie sembrada corresponde al estado de Río Grande do Sul con 137.000 has., seguido de Paraná con 85.000 has y Santa Catarina con 70.000 has. Los rendimientos más altos están en Paraná con 22 tn/ha, seguido de Santa Catarina con 17 Tn/ha y por Río Grande do Sul con 13 tn/ha.

De toda la producción de la región Sur, el 16% se dedica a la alimentación humana directa, mientras que el 80% a la alimentación animal, principalmente a nivel de finca. El resto va a la industria de almidón y fariña.

Limitantes

Las limitantes que existen en el cultivo de la mandioca, valoradas por su importancia y las razones que la determinan son fundamentales para definir objetivos y metas del programa de mejoramiento. Resulta de baja importancia la limitante de producción para el Sur de Brasil; en tanto que la productividad tiene alta importancia para el estado de Paraná y media para los demás estados. Los problemas asociados con el consumo son de alta importancia para Río Grande do Sul, media para Santa Catarina y baja para Paraná. Las limitantes biofísicas y sociales son de media importancia, siendo más relevantes los aspectos políticos y económicos.

Programa de Investigación

Existe un programa de investigación específico para mandioca, siendo de alta prioridad el área de mejoramiento para Río Grande do Sul y Santa Catarina. El área de agronomía es de alta prioridad para Paraná y de la misma manera el área de patología para Santa Catarina. Las áreas de entomología, procesamiento, economía y manejo de residuos industriales resultan de media a baja prioridad.

Trabajan en mandioca aproximadamente once investigadores, recibiendo apoyo de programas internacionales, especialmente en las áreas de mejoramiento (convenio IFAD/CIAT/EMBRAPA) y entomología (CIAT, Colombia) en el estado de Santa Catarina, del IFAD en Río Grande do Sul y del IFAD, Comunidad Económica Europea y Banco Mundial en Paraná.

Los recursos humanos son insuficientes -en calidad y cantidad- en Paraná, parcialmente suficientes en calidad en Santa Catarina y Río Grande do Sul e insuficientes en cantidad para estos estados. En cuanto a recursos físicos, en Río Grande do Sul son suficientes y en Paraná y Santa Catarina parcialmente suficientes. Los recursos financieros son insuficientes en Paraná y parcialmente suficientes en Santa Catarina y Río Grande do Sul.

Tabla 5. Sitios, repeticiones, áreas sembradas y cosechadas de la estructura básica del Programa de Mejoramiento del Sur de Brasil (estados de Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul).

Etapa	Sitios			Area plantada p/parcela (m ²)			Area cosechada p/parcela (m ²)		
	P	SC	RGS	P	SC	RGS	P	SC	RGS
Semilla sexual	1	2	-	5	-	-	4	-	-
F ₁	2	1	-	20	-	-	8	-	-
F ₁ C ₁	1	-	-	20	-	-	8	-	-
Campo de Observación	-	1	-	-	3,75	-	-	3,75	-
Ensayo Preliminar de Rendimiento	3	3	-	20	3,75	-	8	3,75	-
Ensayo de Rendimiento	-	3	1	-	14,4	-	-	4,32	-
Pruebas Regionales	-	4	-	-	25,92	-	-	11,52	-

P = Estado de Paraná; SC = Estado de Santa Catarina; RGS = Estado de Río Grande do Sul.

La estructura base del programa de mejoramiento del Sur de Brasil se detalla en la Tabla 5. En la región del Sur de Brasil, todos los proyectos de mejoramiento se basan en la introducción y evaluación de variedades. Santa Catarina está desarrollando un programa de mejoramiento a partir de semillas botánicas, con el objetivo de obtener nuevos clones resistentes a bacteriosis, superior contenido de materia seca, buena productividad y adaptación a los diversos ecosistemas del estado. De una manera general, los objetivos principales de los trabajos de mejoramiento para la región Sur son la resistencia a bacteriosis y tolerancia al frío (Fukuda, 1992).

Los programas de mejoramiento han liberado variedades y las mismas tratan de responder a las siguientes limitantes de producción: productividad, bacteriosis y pudrición radical en el estado de Río Grande do Sul; tolerancia a bacteriosis en el estado de Paraná y resistencia a bacteriosis, productividad y porcentaje de materia seca en el estado de Santa Catarina.

Las variedades liberadas fueron el producto del trabajo de programas de mejoramiento, como así también variedades introducidas de otras regiones y difundidas por los mismos productores. Las mismas representan una alternativa de producción para cada estado y para toda la región Sur.

Existe un programa de multiplicación de semilla de las variedades que se han liberado, con un área de multiplicación de 3 hectareas en la estación experimental de Taquarí (Río Grande do Sul), que distribuye el material a 100 productores, aproximadamente en cinco municipios. En las estaciones experimentales de EPAGRI (Itajaí, Ituporanga, Urussanga), en el estado de Santa Catarina, se dispone de un área de multiplicación de semilla de 4 hectareas que beneficia a 50 productores/año.

La evolución del equipo de trabajo de investigación en mejoramiento de mandioca en las tres instituciones principales del sur de Brasil, entre 1988 y 1993 se muestran en la Tabla 7.

Tabla 6. Detalle de equipos de trabajo de investigación en mejoramiento de mandioca en Argentina, Bolivia y Paraguay, 1988-1993.

	Argentina		Bolivia		Paraguay	
	1988	1993	1988	1993	1988	1993
Director del Programa de Mejoramiento	1	1	-	-	1	1
Fitomejorador	2	4	-	-	2	4
Especialista en Mejoramiento	-	1	1	1	-	-
Asistente	1	2	1	5*	-	-
Auxiliar de Campo	4	6	-	-	1	3
Obrero	8	14	2	2	6	12

*: Personal temporal en elaboración de trabajos de tesis.

Base Genética

La base usada en los esquemas de mejoramiento proviene de genotipos adaptados a zonas específicas y de material con buen potencial en regiones agroecológicas similares de otros países. El mantenimiento de la variabilidad del acervo genético en los programas de mejoramiento resulta muy importante, de la misma manera que el desarrollo de bases genéticas para zonas edafo-climáticas específicas.

En los programas de mejoramiento son muy importantes los trabajos que permiten superar las limitantes de bacteriosis y gusano cachón (Santa Catarina y Paraná), pudrición radical (Río Grande do Sul), superalargamiento y antracnosis (Paraná), y pudrición y almacenamiento de ramas (Santa Catarina), y de baja a irrelevante importancia lo referente a: ácaros, trips, piojo, mosaicos y cuero de sapo. A partir de la diseminación del *Baculovirus erinnys* los ataques de gusano cachón son mejor controlados, principalmente en Santa Catarina, reduciendo la prioridad de esta plaga en planes futuros de investigación.

Tabla 7. Detalle de equipos de trabajo de investigación en mejoramiento de mandioca en el Sur de Brasil (estados de Santa Catarina, Río Grande do Sul y Paraná).

	Santa Catarina		Río Grande do Sul		Paraná	
	1988	1993	1988	1993	1988	1993
Director del Programa de Mejoramiento	1	1	-	-	1	1
Fitomejorador	2	1	2	1	1	1
Especialista en Mejoramiento	-	1	-	-	1	1
Asistente	1	1	-	-	1	1
Auxiliar de Campo	-	-	4	4	2	2
Obrero	4	5	-	-	10	7

Parámetros genéticos referidos a las raíces

La importancia de los parámetros de producción de raíces, presenta diferentes valoraciones, solamente el mayor porcentaje de materia seca (%) es de mucha importancia para toda la región Sur. Es importante identificar los problemas en cada región dentro de ecosistemas definidos, a los efectos de tener una mayor eficiencia. La calificación de la importancia que merecen los parámetros referidos a las raíces, de los tres estados, se presenta en la Tabla 8.

Impactos de los Programas de Mejoramiento Desarrollados

Los programas de mejoramiento desarrollados, con relación a las variedades tradicionales, han sido poco importantes en rendimiento (tn/ha) para Santa Catarina y Paraná, y muy importantes para Río Grande do Sul. Con relación a mercado resultaron poco importantes en Santa Catarina y Río Grande do Sul y muy importantes en Paraná. Las áreas sembradas fueron de importancia media en Santa Catarina y Paraná e irrelevantes en Río Grande do Sul. No se dispone de estimaciones sobre la importancia relativa del beneficio que han tenido los programas de mejoramiento para los agricultores, procesadores, consumidores, etc.

Vistas las investigaciones realizadas, la modalidad del monocultivo es de mucha importancia para la región Sur de Brasil, de la misma manera que las pruebas en estación experimental. La modalidad de cultivo asociado es de poca importancia en Santa Catarina y Río Grande do Sul y de importancia intermedia en Paraná. La participación del agricultor y del extensionista en actividades de investigación en Río Grande do Sul tienen poca importancia, en cuanto que la oferta resulta muy importante y la demanda de importancia intermedia en relación a las prioridades de investigación. En Paraná tienen importancia intermedia la participación del agricultor y del extensionista; de la misma

Tabla 8. Calificación de la importancia de los parámetros referidos a las raíces en el Sur de Brasil (Estados de Paraná, Río Grande do Sul y Santa Catarina).

	Paraná			Río Grande do Sul			Santa Catarina		
	N	P	M	N	P	M	N	P	M
Menor contenido de ácido cianhídrico (HCN)		X				X		X	
Mayor porcentaje de materia seca (%)			X			X			X
Mejor calidad culinaria		X			X			X	
Mayor número de raíces comerciales por planta			X		X				X
Menor deterioro fisiológico		X			X			X	
Color de la película			X					X	
Color de la pulpa		X							X
Facilidad de pelado			X						
Facilidad de arranque			X						X
Precocidad			X						

N = ninguna; P = poca; M = mucha.

manera que la oferta, apareciendo con mucha importancia la demanda. En Santa Catarina la participación del agricultor tiene poca importancia, en cuanto que la participación del extensionista, la oferta y la demanda presentan importancia intermedia.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, I.A., Casaccia, R., Villalba, M., Alvarez, E., Espinoza, M.A. y Leguizamon, R. 1993. Diversificación agrícola - Rubros complementarios. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción, Paraguay. p.35.
- Caballero, C.A. y Bogado, S.F. 1992. Mejoramiento de la mandioca en Paraguay. In Iglesias, C. y W. Fukuda (eds.). Memorias de la Segunda Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. CIAT. Documento de trabajo N°112:91-98.
- Cordecruz, Cao, Maca y Ubgem, 1982. Diagnóstico Agropecuario del Departamento Santa Cruz. Tomo I. Santa Cruz, Bolivia. 347 p.

Fukuda, W. 1992. Melhoramento da Mandioca no Brasil. In Iglesias, C. y W. Fukuda (eds.). Memorias de la Segunda Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. CIAT. Documento de Trabajo. N°112:15-31.

Fukuda, Ch, et al. 1992. Manejo integrado de Bacteriosis en Mandioca; Unidades de Aprendizaje para la Capacitación Tecnológica de Producción de Mandioca 4:1-101. Proyecto de Formación de Capacitadores convenio CIAT-BID-Módulo Empedrado (Corrientes), Argentina.

SITUACION DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE YUCA EN LA REGION ANDINA

Francisco Hinojosa G.
Flor María Cárdenas de Mera¹

RESUMEN

Este documento describe la situación de la yuca en Ecuador, Perú, Colombia y Venezuela; su importancia en la alimentación y la agroindustria; su producción y productividad.

Se describen actividades en fitomejoramiento, en donde se consideran algunas etapas para el desarrollo de nuevas variedades de yuca. El esquema de selección y evaluación se basa en experiencias del Programa de Yuca del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Los países mencionados llevan adelante las etapas principales para el desarrollo de nuevos cultivares. Las actividades están orientadas a la obtención de clones que se adapten bajo diferentes condiciones edafoclimáticas, tolerancia a plagas y enfermedades, elevados rendimientos de raíces frescas, materia seca y buena calidad, principalmente.

También se mencionan los principales problemas que afectan a este cultivo, así como el estado de los programas de mejoramiento en donde se ha obtenido logros importantes y existen algunas limitantes para la investigación en yuca.

ANTECEDENTES

La yuca, en Ecuador, Perú, Colombia y Venezuela constituye un cultivo tradicional que se remonta a épocas anteriores a la conquista. Más del 70% de la producción nacional en estos países se destina al consumo fresco, mientras que el resto se emplea en la alimentación animal y la agroindustria. En estos países es cultivada principalmente por pequeños agricultores, con rendimientos promedios de 9.5, 11.0, 10.0 y 8.6 ton/ha, respectivamente.

Se estima que en Ecuador la superficie cosechada se ha mantenido en los últimos ocho años por encima de las 20.000 hectareas, de las cuales se sembró 37% en la costa, 31.2% en las zonas bajas de la sierra y el resto en otras regiones del país. Perú siembra aproximadamente 37.000 hectareas, un 80% de la producción se obtiene en la

¹ Ingenieros Agrónomos, INIAP, Apartado 13-01-100, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

región de la selva y el porcentaje restante en las regiones de la costa y sierra. Colombia cultiva aproximadamente 200.000 hectareas (1989), y cerca del 60% de la yuca se produce en la región Caribe (López, 1983); y Venezuela cultiva 39.000 hectareas, en tres regiones bien definidas (cuenca del lago de Maracaibo, llano oriental y centro oriental y la Guayana).

Los bajos rendimientos de raíces frescas en estos países se deben principalmente a daños causados por plagas, enfermedades, al uso de variedades que no satisfacen las expectativas de los agricultores y al desconocimiento o no aplicación de tecnologías para el cultivo.

Se puede indicar que para lograr satisfacer la demanda potencial estimada de yuca, Colombia requeriría una producción de 2:681.000 TM de yuca, lo que implicaría un área sembrada de 268.100 ha con los rendimientos actuales. Ecuador necesitaría 353.000 TM de raíces de yuca, lo que se lograría en un área de 35300 ha, con el rendimiento promedio de 10 TM/ha.

Desde inicios de la década del 80, Colombia y Ecuador comienzan a desarrollar procesos industriales para elaborar trozos secos de yuca y almidones; Venezuela moderniza la agroindustria del casabe y desarrolla plantas procesadoras de almidón, mientras que Perú utiliza la yuca para la extracción de almidón a pequeña escala.

Varios derivados pueden elaborarse a partir de los trozos secos de yuca. La harina integral es utilizada en alimentos balanceados de aves y camarones, o en pelleteado, dado su poder aglutinante. La harina integral tamizada es empleada en el mercado de aglomerado de madera, donde se usa como material de relleno o "llenador". La harina no integral o sin cáscara es utilizada en el mercado de alimentos para camarones, donde cumple una función igual a la de la harina integral. La harina no integral sin cáscara y tamizada para consumo humano (secado natural efectuado en bandejas, o en secador artificial) es un producto utilizado en fábricas de fideos o pastificios y panaderías. Los afrechos de harina que son subproductos obtenidos al tamizar las harinas se usan como fuente de fibra en elaboración de alimentos balanceados para bovinos, porcinos y aves.

En cuanto a almidones, se elaboran varios tipos. Por un lado el fermentado o agrio que se emplea en la fabricación de diferentes panes con queso, debido a sus propiedades funcionales muy específicas (poder de panificación) y aromas característicos. Por otro lado, el almidón dulce donde se distinguen tres tipos: el limpio, para consumo humano, que se utiliza en la elaboración de pan de yuca y galletas; el chillón (secado en piso), y el corriente (sin desmanchar) que tiene varios usos, como pegamento en la industria cartonera y textilera, y así como aglutinante y energético en la elaboración de pellets para camarones. Además los subproductos resultantes como cachaza o mancha se utilizan en la industria de pegamentos y el bagazo o afrecho se usa para balanceado de aves, ganado y camarones. La cáscara es empleada en la alimentación de bovinos.

Para incrementar la producción del cultivo de la yuca y la producción de derivados, en estos países es importante la adaptación de nuevas tecnologías de pre- y post-cosecha ajustada a la exigencia de los agricultores y a la demanda existente.

ACTIVIDADES EN FITOMEJORAMIENTO

La diversidad genética es la base del mejoramiento de un cultivo y un aspecto clave para el fitomejorador. Tanto la yuca como las especies afines presentan una amplia variación genética; por lo que es importante su preservación a través de la formación de bancos de germoplasma.

Los recursos fitogenéticos, tienen un valor y potencial económico y de uso igual a otros recursos como son los energéticos, mineros, forestales o naturales en general. Desde el punto de vista de mejoramiento de plantas los recursos fitogenéticos representan, la fuente de genes que permiten al mejorador de plantas obtener nuevas y mejores variedades.

A nivel de los países de la región se ha puesto énfasis en la colección y conservación de germoplasma de yuca. En Ecuador se mantiene 99 materiales en la Estación Experimental Portoviejo del (INIAP). La Estación Agrícola de La Molina tiene una colección de 296 materiales en Perú y en el Programa Nacional de Yuca en la Estación Experimental. El Porvenir hay 164 genotipos. En Colombia el Programa de Yuca del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) posee una colección de 5035 cultivares, en tanto que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) tiene su propio banco de germoplasma básico. En Venezuela el laboratorio de Bioplanta mantiene una colección de 32 cultivares promisorios de yuca; además se menciona al Instituto de Agronomía con 356 materiales y al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), el cual mantiene un banco de germoplasma para el que esta fomentando el desarrollo del cultivo a nivel nacional.

En estos bancos se conservan materiales locales y algunos introducidos de otros países. La conservación se realiza en campo con renovación anual. En Colombia, el CIAT mantiene un duplicado de su colección *in vitro*, los otros países preveen en un futuro la utilización de este sistema. La caracterización se hace en base a la lista de descriptores elaborada por IBPGR, tomándose en cuenta características morfológicas y agronómicas.

Acosta (1992), menciona que la condición de especie *monoica* altamente prolífica, con estructura floral de fácil manipulación y la posibilidad de utilizar propagación vegetativa, permiten la aplicación de prácticamente todos los métodos de mejoramiento existentes en otros cultivos.

Los programas orientan sus selecciones en base a serie de objetivos como respuesta a prácticas agronómicas, estabilidad frente a diferentes condiciones edafoclimáticas, elevados rendimientos de raíces, contenido de materia seca, buena calidad culinaria, propiedades especiales de almidones como viscosidad y gelatinización, etc. Venezuela selecciona cultivares mejorados de yuca dulce y amarga, en tanto que los otros países dan mucha importancia a la selección por el menor contenido de ácido cianhídrico (HCN). En esta región además se consideran la tolerancia de los materiales a plagas y enfermedades en especial a ácaros y añublo bacterial. En el Cuadro 1 se presentan los principales problemas del cultivo algunos de los cuales se pueden solucionar con el uso de variedades tolerantes.

Los países de la región han adaptado el esquema de selección y evaluación de genotipos de yuca a sus necesidades (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Problemas entomológicos y fitopatológicos que más afectan al cultivo de yuca. 1993.

País	Plagas	Enfermedades	País	Plagas	Enfermedades
Ecuador	Acaros <i>Mononychellus sp.</i> <i>Tetranychus sp.</i> <i>Oligonychus sp.</i>	La mancha parda <i>Cercosporidium sp.</i> El añublo pardo fungoso <i>Cercospora sp.</i>	Colombia	Acaros <i>Mononychellus sp.</i> <i>Tetranychus sp.</i> <i>Oligonychus sp.</i>	Cuero de sapo Añublo bacterial <i>Xanthomonas campestris pv. manihotis</i> Virus
	Chizas <i>Phytophaga sp.</i>	Pudriciones de estacas <i>Erwinia sp.</i>		Trips <i>Frankliniella sp.</i>	
	Mosca de la fruta <i>Anastrepha sp.</i>	<i>Botryodiplodia sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>		Mosca Blanca <i>Trialeurodes sp.</i> <i>Bemisia sp.</i> <i>Aleurotrachelus sp.</i>	Micoplasmas Pudriciones radicales
	Mosca del cogollo <i>Silba sp.</i>	<i>Rhysopus sp.</i>		Chinche subterráneo de la viruela <i>Cyrtomerus bergi</i>	
		Agalla bacterial del tallo <i>Agrobacterium sp.</i>		Piojo harinoso <i>Phenacoccus sp.</i>	
		Pudriciones radicales suaves <i>Phytophthora sp.</i> <i>Pythium sp.</i> Pudriciones radicales secas <i>Rosellinia sp.</i>		Chinchilin <i>Orthoporus sp.</i>	
Perú	Acaro <i>Tetranychus sp.</i>	Hongos	Gusano cachón <i>Eriyis ella</i>		
	Gusano cachón <i>Eriyis ella</i>	Micoplasmas	Venezuela	Acaros Gusano cachón <i>Eriyis ella</i>	Añublo bacterial <i>Xanthomonas campestris pv. manihotis</i> Mancha parda <i>Cercosporidium henningsii</i>
	Hormigas cortadoras de hojas <i>Atta sp.</i>		Taladrador del tallo <i>Chilominia clarki</i>		
	Nemátodo de la raíz <i>Heloidogyne sp.</i>		Barrenador de los brotes <i>Lonchaea chalybea</i>		
		Hormigas cortadoras de hojas <i>Atta sp.</i>			

Cuadro 2. Etapas de mejoramiento a partir de colección de banco de germoplasma o semilla sexual, características evaluadas el tamaño de parcela, número de sitios y provisiones de multiplicación de semilla.

Etapa	Características	Sitios y Replicaciones	Multiplicaciones
Semilla sexual			
F_1	Enfermedades	1 sitio 1 pta.	
F_1C_1	Enfermedades	1 sitio 1 pta.	
Campo de Observación	+ ind. cos. + % MS + HCN	1 (2)s., 6 plts.	
Ensayo Preliminar de Rendimiento	+ rendimiento + tipo de planta	2 (3) s., 20 plts.	
Ensayo de Rendimiento (2 años)	+ calidad culinaria	2 (3) s., 25 plts. 3 reps.	200
Pruebas Regionales	+ aceptación por agricultores	6 (10) s., 64-100 plts. 3-4 reps.	2000

Cuadro 3. Descripción de etapas de selección de clones de yuca.

Etapa	Descripción		Diseño	
F_1	Plantas procedentes de semillas sexuales.	1 planta/genotipo	o	
F_1C_1	1a. generación clonal del F_1 ; plantas procedentes de una estaca/planta del F_1 , sin selección a los 5-6 meses.	1 planta/genotipo	o	
Campo de Observación (C.O.)	Seleccionadas del F_1 o F_1C_1 .	1 surco de 5-7 plantas cosecha de 3 centrales 1 repetición	o :o: :o: :o: o	
Ensayo Preliminar de Rendimiento (E.P.R.)	Seleccionadas del C.O.	4 surcos de 5 plantas; cosecha de las 6 centrales; 1 repetición	o o o o o o o o o o o:o o:o o:o o:o o:o o:o o:o o:o o:o o:o o:o o:o o o o o o o o o o o	
Ensayo de Rendimiento (E.R.)	Seleccionadas del E.P.R.	5 surcos de 5 plantas;	Rep. 1	Rep. 2

FUENTE: CIAT, 1991.

Del banco de germoplasma se seleccionan progenitores según las características deseables y el potencial de adaptación. En yuca muchas de las características importantes son altamente heredables y el efecto aditivo de genes es muy significativo. La propagación vegetativa del cultivo y el modo aditivo de herencia en algunas características de importancia sugieren que el esquema de hibridación y selección puede ser relativamente sencillo. Los progenitores son plantados en bloques de cruzamientos para producir semilla F_1 , que da origen a poblaciones segregantes para las características de interés. Los cruzamientos entre variedades se realizan en el CIAT.

Perú ha trabajado con introducción de semillas sexuales desde CIAT, y algunas obtenidas en la estación experimental agrícola La Molina. A partir de la primera generación clonal (F₁C₁) en Colombia, el ICA también interviene en las evaluaciones. Estos materiales se evalúan en sitios representativos de los principales ecosistemas, con especial énfasis en adaptación y tolerancia a plagas y enfermedades. Los otros dos países no incluyen esta etapa en su esquema, sino que las evaluaciones se inician a partir del campo de observación (C.O.), con materiales seleccionados de los progenies F₁ introducidos y/o materiales locales.

En la etapa de C.O., son evaluadas características agronómicas, con énfasis en índice de cosecha, materia seca, tipo de planta, tolerancia a plagas y enfermedades, y contenido de HCN. En Ecuador y Venezuela además se evalúan en esta etapa características morfológicas y se realizan análisis bromatológicos considerando también la calidad culinaria. En el CIAT entre 15 y 20% de los genotipos evaluados en C.O. pasan a la etapa de ensayos preliminares de rendimientos (E.P.R.).

En la etapa de E.P.R. se le da mayor énfasis al rendimiento de raíces como criterio de selección, seleccionando los mejores genotipos para los ensayos de rendimiento (E.R.). En Colombia se escogen entre 30-40 genotipos, en esta fase y Ecuador de 8 a 11 lo que esta en función a la disponibilidad de materiales.

Los E.R. consisten en pruebas repetidas en dos o tres sitios, y además de las características evaluadas anteriores se determina la calidad culinaria. Los clones que se seleccionan durante dos evaluaciones consecutivas a nivel de ER son candidatos para formar el grupo de clones élites. Estos son usados como progenitores para nuevos cruzamientos o como variedades para pruebas regionales o de investigación participativa.

En las pruebas regionales (P.R.), se considera que deben incluirse entre 5 a 10 clones seleccionados; utilizándose varias repeticiones con parcelas de 64 a 100 plantas, cosechándose de 36 a 64 plantas centrales. En Ecuador los ensayos regionales incluyen a las pruebas de rendimiento, y se realizan en 5 o más sitios, tomando como repetición las localidades y trabajando con los materiales seleccionados en la etapa de E.P.R. Se siembran 28 plantas por parcela, cosechándose 10 plantas, pudiéndose aumentar las repeticiones hasta tres por ensayo de acuerdo a disponibilidad de semilla. En esta etapa también se efectúan pruebas agronómicas y de post-cosecha en colaboración con los departamentos técnicos de apoyo.

Adicionalmente, a las etapas mencionadas se efectúan otras. Así, de acuerdo al país tenemos que el ICA en Colombia considera la multiplicación de semilla, el prelanzamiento y la entrega a agricultores. La multiplicación de semilla se efectúa en centros de investigación y en finca de agricultores. En esta etapa también, se puede hacer en campo de agricultores el prelanzamiento de la nueva variedad. En esta última etapa, se efectúa un seminario de sustentación de la nueva variedad y un día de campo para la entrega de la misma. El INIAP (Ecuador), posterior a las pruebas regionales, considera otras

etapas como validación y entrega a agricultores. En cuanto a la validación, se tiene en cuenta la tecnología del agricultor y la propuesta por la institución. Las parcelas constan de 290 plantas, cosechándose 135. Estos trabajos sirven además para la realización de días de campo, en donde se efectúa charlas con demostraciones prácticas, evaluación de las tecnologías y pruebas de calidad, con la participación de agricultores. Esta etapa puede ser efectuada paralelamente a la de pruebas regionales. Previo a la entrega de la variedad a los agricultores se elabora información técnica sobre el nuevo cultivar, sirviendo de base para la publicación de un plegable. La multiplicación de semilla se realiza a partir del cuarto año, con intervención de agricultores, Unión de Asociaciones de Trabajadores Agrícolas Productores y Procesadores de Yuca (UATAPPY) e instituciones de desarrollo a demás del INIAP.

En Perú produce semilla básica en estaciones experimentales y este material llega al agricultor a través de los extensionistas.

En Venezuela, a partir de los resultados obtenidos en ensayos regionales, se desarrollan proyectos que integran producción de semilla y raíces frescas, procesamiento y comercialización. Dentro del contexto nacional, Asesora Bioplanta está desarrollando conjuntamente con otras empresas privadas un proyecto en escala comercial para efectuar un sistema de producción escalonado de semilla de yuca desde 1987.

ESTADO DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO

De la información consultada, se tiene que el INIAP de Ecuador, el ICA de Colombia y el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) de Venezuela mantienen programas de investigación que incluyen a la yuca dentro de programas de raíces y tubérculos; en tanto que el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) del Perú consta de un programa nacional de investigación en yuca. Además, en estos países existen otros organismos que hacen trabajos de investigación en yuca.

El área en la cual se trabaja con mayor prioridad es en mejoramiento, seguido de agronomía; para lo cual existen en Ecuador y Colombia más de diez investigadores. Venezuela y Perú no reportan número de técnicos, sin embargo se considera que los recursos humanos son suficientes tanto en cantidad como en formación para investigar en cada uno de esos países. En la región los recursos físicos se consideran de insuficientes a parcialmente suficientes y los financieros son insuficientes.

Las investigaciones están apoyadas por otros programas nacionales e internacionales; destacándose en este último caso el CIAT, de quien se recibe mayormente asesoramiento, insumos y capacitación, siendo su aporte financiero restringido. Es necesario indicar que al momento existe un perfil del proyecto para mejorar la diversidad genética en los sistemas de producción de yuca de las principales zonas productoras de Colombia, Ecuador y Venezuela, presentado al Instituto Interamericano de Cooperación

para la Agricultura (IICA), con el propósito de obtener apoyo financiero.

En Colombia, la base genética usada en el esquema de mejoramiento proviene de genotipos regionales adaptados a zonas específicas, en tanto que en los otros países además de esto realizan introducción de genotipos con buenos potenciales en regiones agroclimáticas similares. Se considera muy importante el desarrollar una base genética adaptada a zonas edafoclimáticas específicas en cada país, así como el mantenimiento de la variabilidad genética.

Como producto de las investigaciones realizadas, se tiene que en Ecuador, el INIAP ha liberado la variedad de yuca INIAP-Portoviejo 650 para el trópico proveniente de una introducción del CIAT; y que responde principalmente a limitantes de contenido de materia seca y productividad. Para varias regiones del Perú se han liberado variedades con fines industriales (alto contenido de materia seca) y de consumo en fresco (productividad), tales como Sandy LM, Lucero LM y Rumimaqui, que son producto de un programa de mejoramiento e introducciones. En Colombia el trabajo conjunto del ICA y el CIAT ha dado como resultado la entrega a los agricultores de las variedades Manihocas P/11, P12 y P13; ICA Catumare, ICA Cebucan, ICA Costeña e ICA Negrita. Estos materiales corresponden a una alternativa de producción para una región dada y responden a limitantes como: acidez del suelo, resistencia a plagas y enfermedades, productividad y estabilidad en la producción. En Venezuela la variedad más cultivada para consumo fresco es la Llanera, se menciona además el uso de variedades amargas con fines agroindustriales como la Chapapotera. No se informa sobre el uso de variedades mejoradas.

Las variedades entregadas están siendo adoptadas por los agricultores de las zonas para las cuales fueron desarrolladas, lo que indica que reúnen características deseables y que se ajustan a las necesidades de los agricultores. Las nuevas variedades influyen en la mejora de la productividad, en la eficiencia del secado, en los ingresos económicos y en una mayor oferta del producto. Razones por las cuales hay una demanda por semilla, de acuerdo a seguimientos realizados.

Sin embargo, la lentitud de propagación y el bajo índice de multiplicación, hacen que el abastecimiento de semilla sea deficiente. Se requiere de una estrecha cooperación entre investigadores, extensionistas y agricultores para hacer más eficiente los sistemas de producción de material de siembra. Es necesario desarrollar y ajustar los métodos de multiplicación y definir estrategias.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Acosta, J. 1992. Mejoramiento genético de la yuca en México. In: Iglesias, C. y W.M.G. Fukuda (Eds.). Memorias de la II Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 67-

- Coll, H., M. Bravato, y C. Zapata. 1992. Sistema de producción escalonada de semilla de yuca en Venezuela. In: Iglesias, C. y W.M.G. Fukuda (Eds.). Memorias de la II Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 107-115.
- De la Torre, J. 1991. Algunas observaciones sobre la producción de yuca en Colombia. In: Hernández, L.A. (Ed.). Participación de los productores en la selección de variedades de yuca. Memorias de un Taller en el CIAT, septiembre 3 a 6 de 1991. Cali, Colombia. p. 14-19.
- Domínguez, C.E. (Compilador). 1985. Yuca: Investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (CIAT-PNUD). Cali, Colombia. 660.
- Eguez, C. y V. Ruiz. 1992. La agroindustria de la yuca en Manabí, Ecuador. In: Scott, G.; J.E. Herrera; N. Espinoza; M. Daza; C. Fonseca, H. Fano y M. Benavidez (Eds.). Desarrollo de productos de raíces y tubérculos. Vol. II. América Latina, Memorias del taller sobre procesamiento, comercialización y utilización de raíces y tubérculos en América Latina 8-12 abril, 1991. En ICTA, Villanueva, Guatemala, CIP, Lima, Perú. p. 243-249.
- FONAIAP (Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 1985. Informe Anual 1984. Estación Experimental Monagas. Maturín, Venezuela. 190 p.
- _____. 1989. Esquema de reestructuración institucional. Maracay, Venezuela. 28 p.
- Hernández, L.A. 1991. Participación de los agricultores en la evaluación de variedades de yuca. In: Hernández, L.A. (Ed.). Participación de los productores en la selección de variedades de yuca; Memorias de un taller en el CIAT, septiembre 3 a 6 de 1991. Cali, Colombia. p. 40-48.
- Hinostroza, F. 1991. El cultivo de la yuca en Ecuador. In: Hershey, C. (Ed.). Mejoramiento genético de la yuca en América Latina, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 71-81.
- _____. y Alvarez, H. 1991. Pruebas de variedades de yuca en Ecuador. In: Hernández, L.A. (Ed.). Participación de los productores en la selección de variedades de yuca. Memorias de un taller en el CIAT, septiembre 3 a 6 de 1991. Cali, Colombia. p. 20-28.
- _____. 1992. Mejoramiento de la yuca en Ecuador. In: Iglesias, C. y W.M.G. Fukuda (Eds.). Memorias de la II Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca.

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. p. 55-66.
- Iglesias, C. 1990. Mejoramiento genético y selección de variedades. Charla para el curso básico multidisciplinario realizado en CIAT. Septiembre 2 al 14 de 1990. Cali Colombia. 8 p. (mimeografiado).
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 1991. El Departamento de Recursos Fitogenéticos del INIAP (Objetivos, bases y fundamentos). Boletín promocional No. 14, Quito, Ecuador. p. 8.
- _____. 1992. . Inventario tecnológico 1994-1998. Programa de Tubérculos y Raíces Tropicales. Estación Experimental Portoviejo. Manabí, Ecuador. 102 p. (mecanografiado).
- López, A.J. 1993. Aumento y mejora de la diversidad genética en los sistemas de producción de yuca de las principales zonas productoras de Colombia, Ecuador y Venezuela. Perfil de proyecto. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia. 7 p. (mimeografiado).
- Luna, J.M. 1991. El cultivo de la yuca en Colombia. In: Hershey, C. (Ed.). Mejoramiento genético de la yuca en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 43-69.
- Manzano, A.H. 1991. Oportunidades y limitaciones para el desarrollo y adopción de nuevas variedades de yuca en Colombia. In: Hernández, L.A. (Ed.). Participación de los productores en la selección de variedades de yuca. Memorias de un taller en el CIAT, septiembre 3 a 6 de 1991. Cali, Colombia, p. 2-13.
- _____. 1992. Mejoramiento de la yuca en Colombia. In: Iglesias, C. y W.M.G., Fukuda (Eds.). Memorias de la II Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 32-42.
- Montaldo, A. 1979. La yuca o Mandioca. Cultivo, industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. Serie libros y materiales educativos No. 38. Editorial IICA, San José, Costa Rica. 386 p.
- Montaldo, A. y F. Quintero. 1982. Introducción y manejo del germoplasma de yuca en Venezuela. In: Roca, W., C. Hershey y O. Malamud (Eds.). I Taller Latinoamericano sobre Intercambio de Germoplasma de Papa y Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 211-218.
- Solorzano, A. 1982. Evaluación y difusión de variedades promisorias de yuca en Perú. In: Toro, J.C. (Ed.). Evaluación de variedades promisorias de yuca en América Latina y el Caribe. Memorias de un taller celebrado en Cali, Colombia, 10-14

mayo, 1982. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 73-81.

Valencia, E. 1982. Reglamentación cuarentenaria sobre la semilla de papa y yuca en Perú. In: Roca, W., C. Hershey y O. Malamud. (Eds.). Taller Latinoamericano sobre Intercambio de Germoplasma de Papa y Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 65-71.

SITUAÇÃO DOS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO DA MANDIOCA NO BRASIL (NORTE, NORDESTE, CENTRO OESTE, SUDESTE)

Eloisa Maria Ramos Cardoso
Milton Guilherme da Costa Mota¹

RESUMO

A mandioca no Brasil como planta fornecedora de alimento, tem acompanhado as populações rurais desde sua colonização, permanecendo ainda hoje, como a principal fonte energética para uma parcela significativa da população. A maior participação da demanda de raízes ainda é para a alimentação humana, consumida "in natura" ou sob a forma de farinha. Esta última, de elevado consumo no norte e nordeste brasileiro, que destinam 90% a 68% da produção de raízes respectivamente para fabricação deste produto (Cardozo & Teixeira, 1983; Fukuda, 1992). As pesquisas desenvolvidas na área de melhoramento genético têm procurado identificar os fatores limitantes ao desenvolvimento da mandioca e recomendar genótipos mais produtivos e adaptados as condições específicas. O esforço da pesquisa em gerar tecnologia para o cultivo da mandioca nas últimas décadas, entretanto não tem correspondido a um incremento na produtividade a nível de agricultor. O rendimento médio nos últimos 20 anos, nas diferentes regiões, indica que não houve ganhos significativos em produtividade, como resultado esperado desses conhecimentos gerados. A nível experimental, os resultados têm sido excelentes, com valores muito acima das produtividades regionais. O presente trabalho objetiva mostrar o estágio evolutivo do melhoramento, as dificuldades enfrentadas para o crescimento da cultura no país e o impacto dos resultados a nível de produtor.

INTRODUÇÃO

Em todas as regiões brasileiras existem condições edafoclimáticas favoráveis e desfavoráveis á produção agrícola. Entretanto, em grande parte delas, o cultivo da mandioca ocorre em áreas marginais, onde existem problemas de solo, clima e fitossanitários para o desenvolvimento da cultura. Como em muitas dessas áreas a mandioca vem sendo cultivada desde antes do descobrimento do Brasil, provavelmente ocorreu um processo de seleção natural de genótipos com resistência ou tolerância a

¹ Enga Agra, M.Sc, Fitotecnia; Engo Agro, PhD Melhoramento, EMBRAPA/CPATU, Belém, 66017-970, Belém, Pará, Brasil.

esses fatores estressantes. No entanto, até o momento tem-se convivido com baixos níveis de produtividade.

As pesquisas desenvolvidas na área de melhoramento genético têm procurado identificar, nas diferentes áreas de produção, os fatores limitantes ao desenvolvimento da mandioca e recomendar genótipos mais produtivos e adaptados as condições específicas.

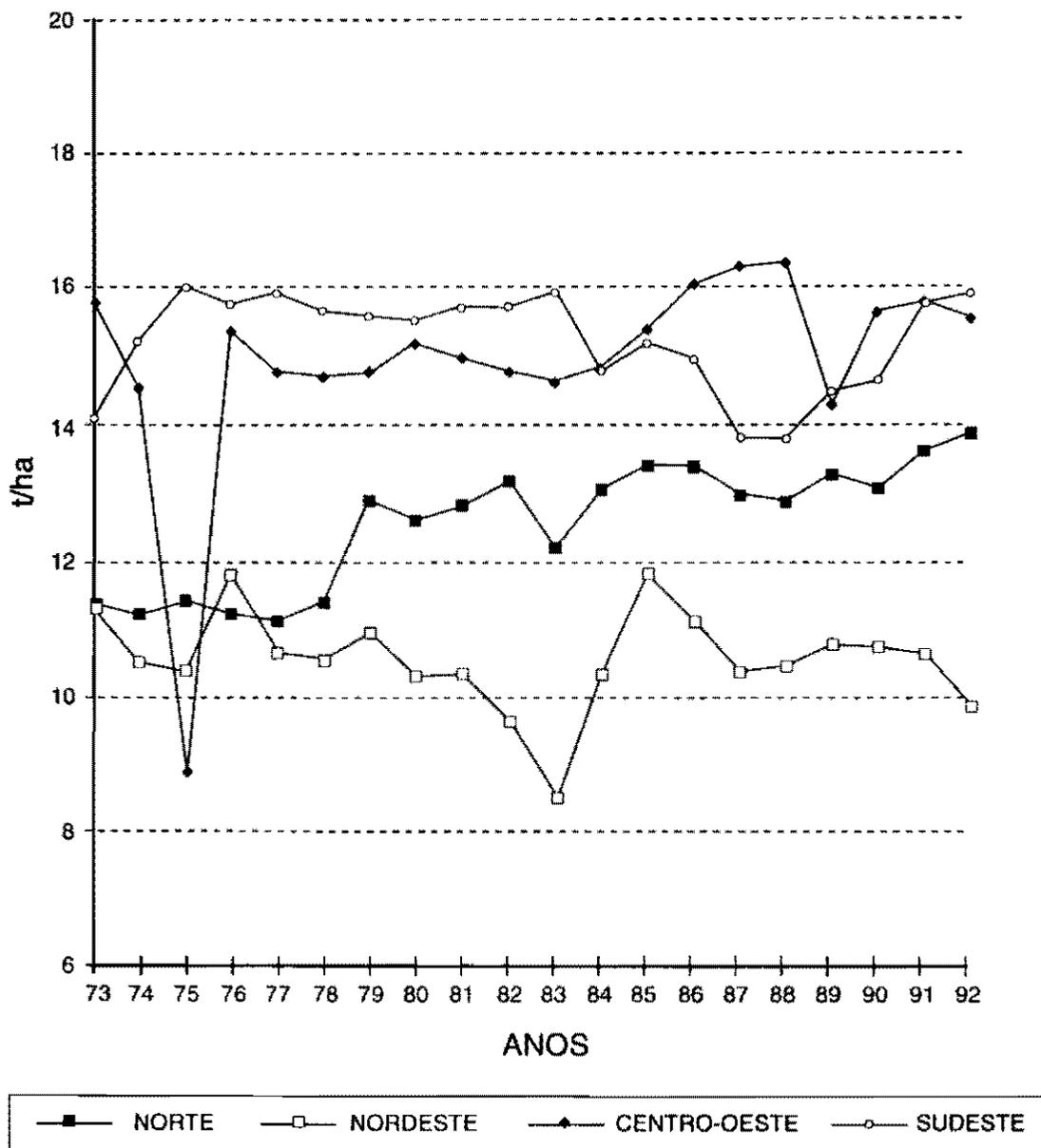
ASPECTOS GERAIS DA CULTURA NO BRASIL

A mandioca no Brasil, como planta fornecedora de alimentos, tem acompanhado as populações rurais desde sua colonização, permanecendo ainda hoje, como a principal fonte energética para uma parcela significativa da população. A maior proporção da demanda de raízes, ainda é destinada a alimentação humana, consumida "in natura" ou sob a forma de farinha. Esta última, de elevado consumo no norte e nordeste brasileiro, onde 90% e 68%, respectivamente, da produção de raízes é utilizada na fabricação deste produto (Teixeira & Cardoso, 1983; Fukuda, 1992).

O uso de raízes na alimentação animal é uma prática comum nas diferentes regiões brasileiras, porém, com maior intensidade na região Sul, onde 80% da produção é destinada à alimentação de bovinos e suínos (Ibañez-Meier et al., 1987, citado por Fukuda, 1992). Outra forma de aproveitamento das raízes, em menor escala, é para a produção de fécula. A fécula tem participação na indústria de carnes embutidas, de papel/papelão, na indústria têxtil, entre outras (Silva, 1989), destacando-se a região Sudeste que destina 36% da produção de raízes para este fim (Fukuda, 1992).

A conhecida rusticidade da planta que lhe permitem adaptar-se às diferentes condições e facilidades de cultivo, tem de alguma forma contribuído negativamente para o avanço tecnológico da cultura e, conseqüentemente, para que o rendimento nacional se mantenha baixo (11,7 t/ha). Entretanto, observa-se no país, diferenças significativas entre as regiões brasileiras quanto à produtividade, reflexo do nível tecnológico diferenciado utilizado e das diferentes condições ambientais. A região Sudeste é a que detém o rendimento mais elevado (17,0 t/ha), contrastando com a Nordeste, cuja produtividade é de 9,5 t/ha (Fig. 1).

Os dados estatísticos levantados no período de 1973 a 1992 indicam decréscimos na produção brasileira de raízes. As maiores mudanças ocorreram na região Sudeste, cujas áreas de plantio de mandioca foram reduzidas (Fig. 3 e 4). Sómente no Estado de São Paulo houve uma redução de 70% que, segundo Lorenzi e Dins (1983), deve-se à perda do mercado de farinha de raspas na indústria de panificação e massas, aliado ao êxodo rural ocorrido. Observa-se ainda nas Figs. 3 e 4 um acréscimo na produção da região Norte, como resultado do maior rendimento e incorporação de novas áreas de cultivo por processos de colonização recentes em vários estados, principalmente em



Fontes: Anuário... (1974 - 1990)
 Levantamento... (1991 - 1993)

Figura 1. Rendimento médio de raízes de mandioca nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

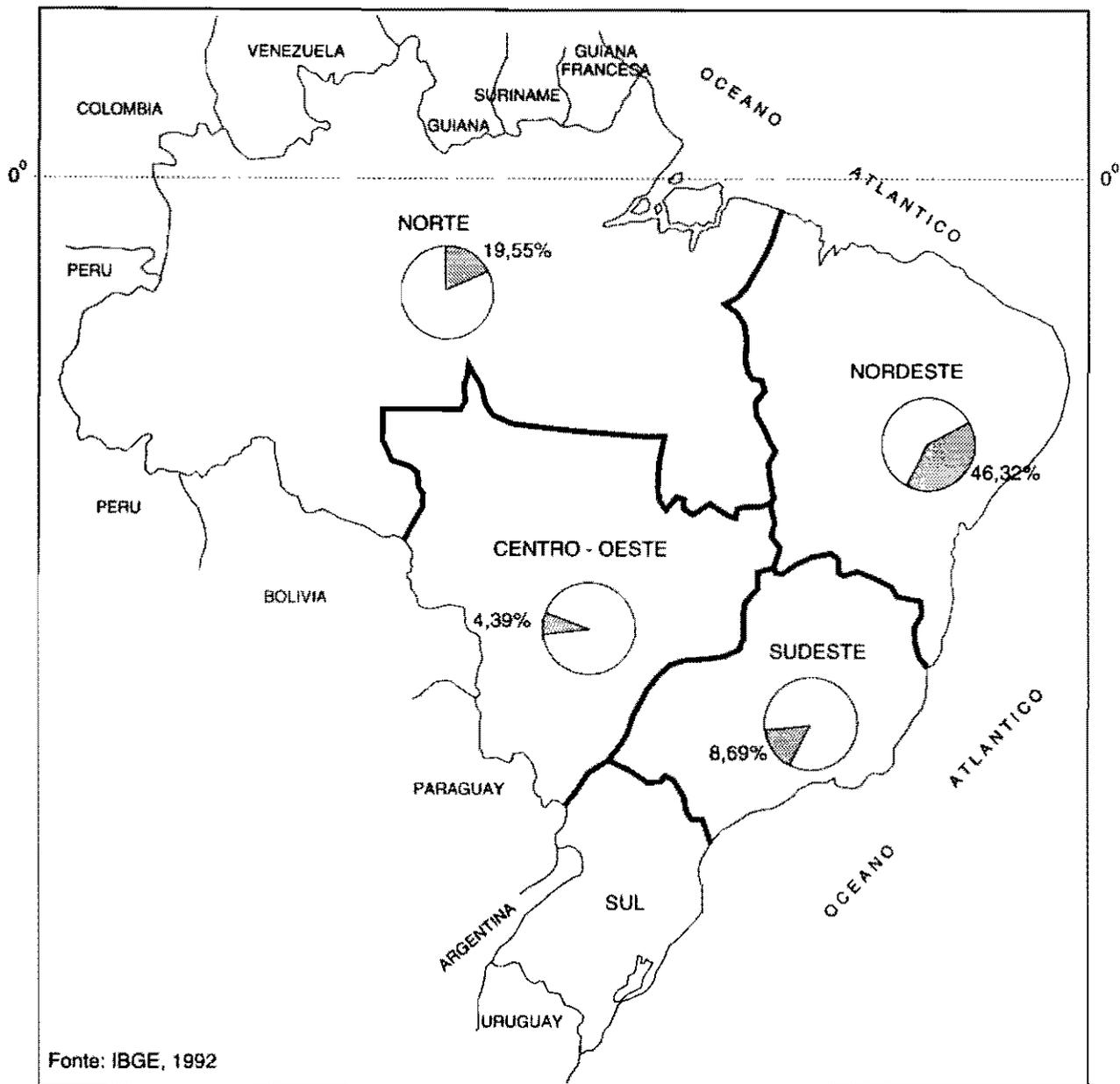
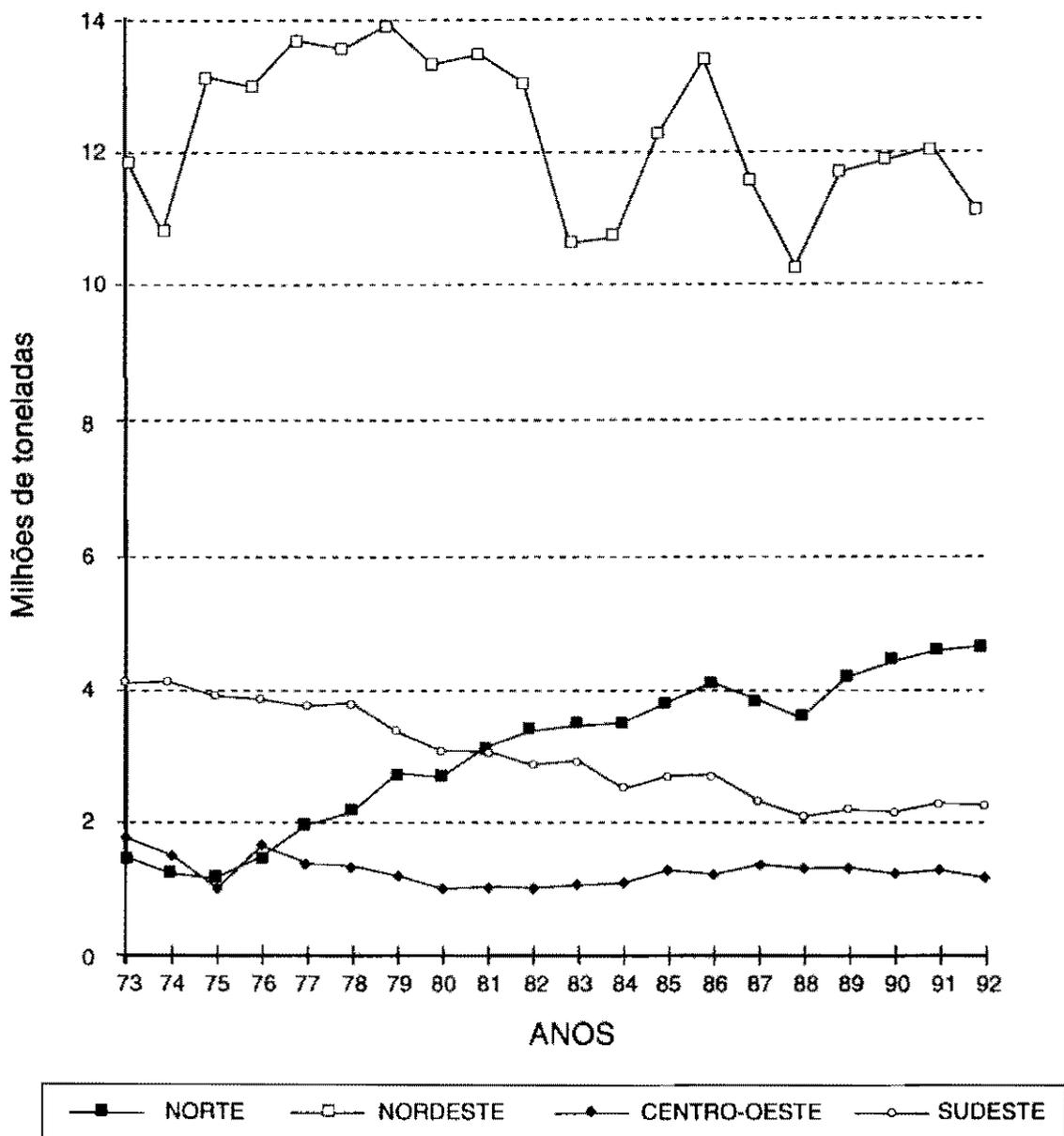
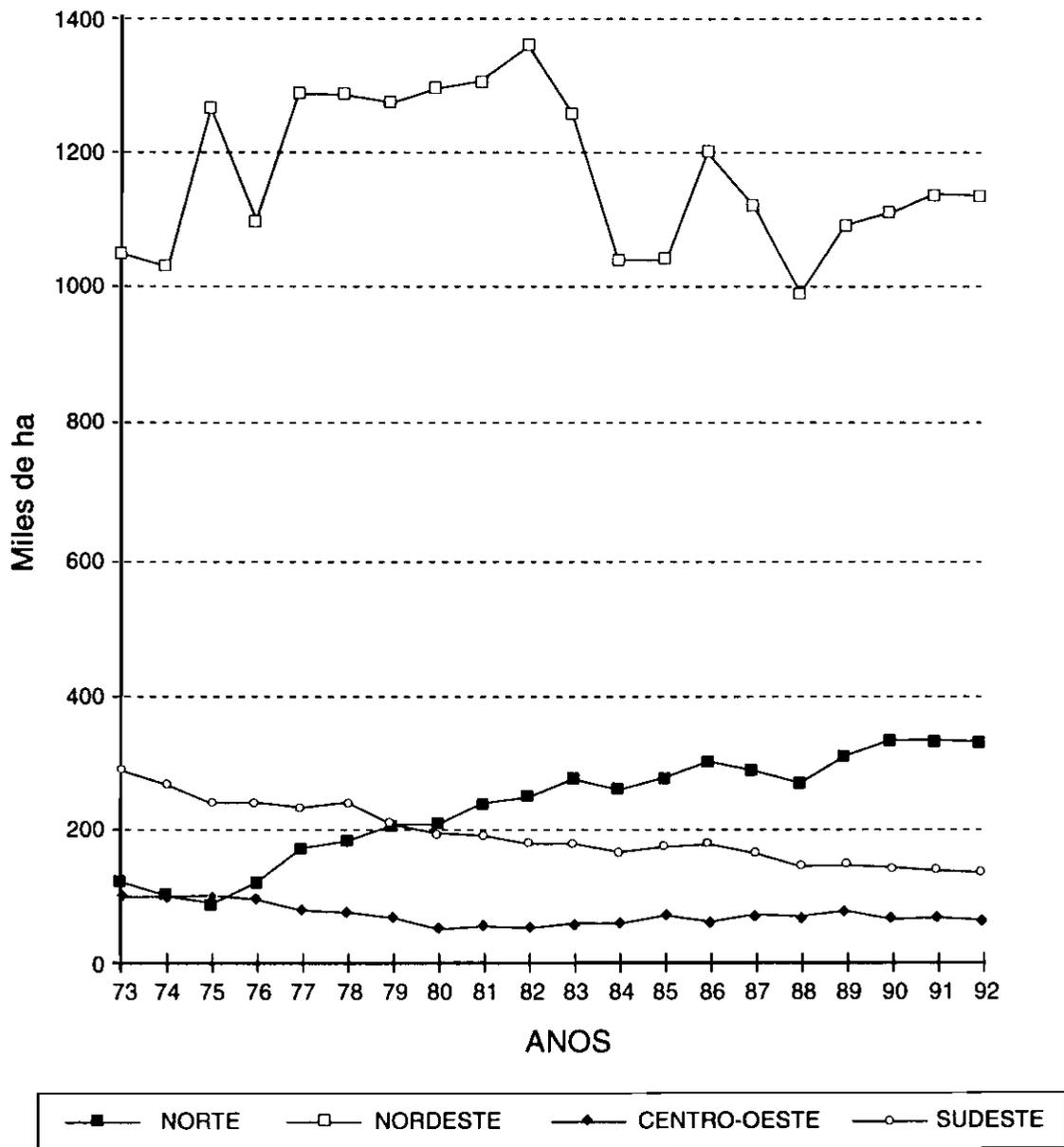


Figura 2. Participação das regiões fisiográficas na produção brasileira de mandioca.



Fontes: Anuário... (1974 - 1993)
 Levantamento... (1991 - 1993)

Figura 3. Produção de raízes de mandioca nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.



Fonte: Anuário... (1974 - 1993)
 Levantamento... (1991 - 1993)

Figura 4. Área plantada com mandioca nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

Rondonia e Pará. A região Norte aumentou a área cultivada neste período em 165%, passando de 123,397 ha. para 327.575 ha.

PROBLEMAS QUE AFETAM A PRODUÇÃO DA MANDIOCA

O esforço da pesquisa em gerar tecnologias para o cultivo da mandioca, nas últimas décadas, não tem correspondido a um incremento na produtividade, a nível de agricultor. O rendimento médio nos últimos 20 anos, nas diferentes regiões (Fig. 1), indica que não houve ganhos significativos em produtividade. A nível experimental, os resultados têm sido excelentes, com valores muito acima das produtividades regionais.

E possível que algumas tecnologias disponíveis não estejam identificadas com as necessidades vivenciadas pela maioria dos produtores, ou até mesmo, que a metodologia empregada na transferência dessas tecnologias não tenham sido eficientes. Entretanto, é importante que se analise alguns aspectos que interferem no sistema produtivo, impedindo um melhor nível tecnológico nas áreas de cultivo.

Problemas econômicos e políticos

A política de desenvolvimento agrícola não tem oferecido alternativas que considerem as peculiaridades do pequeno produtor. A mandioca é a cultura mais prejudicada pela falta de apoio ao sistema produtivo e de comercialização, necessitando urgentemente que este setor se organize, buscando mercados alternativos que estimulem o aumento da produção através de expansão da área cultivada e, principalmente do incremento da produtividade.

O pequeno volume de recursos referentes à política de garantia de preços mínimos (PGPM), aplicado aos derivados da mandioca (Tabela 1), é reflexo do tratamento diferenciado que o governo tem dispensado aos produtos agrícolas. Os produtos da mandioca ficam prejudicados, não obstante, a importância socioeconômica que a cultura apresenta como produtora de alimentos. No período compreendido entre 1977 a 1988, a distribuição de recursos do PGPM para farinha e fécula da mandioca variou de 0,1% a 1,3%, em relação ao total de recursos investidos com produtos agrícolas.

Essa medida, aliada ao tabelamento de preços mínimos, muitas vezes abaixo do custo de produção, tem desestimulado os agricultores no investimento de tecnologias que permitam a expansão das áreas cultivadas, e maiores retornos em produtividade. A realidade hoje, é que a maior parte da demanda das raízes está reservada a produção de farinha de mesa, principal produto dos pequenos produtores do norte e nordeste, com forte presença na agricultura de subsistência.

Outra forma diferenciada de tratamento que prejudicou o mercado da mandioca, principalmente no sudeste, foi o subsídio dado ao trigo por mais de 20 anos, reduzindo

Tabela 1. Valores em porcentagem por culturas beneficiadas com recursos do PGPM* no período de 1977-1988.

Ano	Derivados da Mandioca**	Soja + Algodão	Milho	Arroz	Feijão	Outros produtos	Total
1977	0,3	46,6	15,7	24,0	1,0	12,4	100,0
1978	1,0	52,7	5,5	13,2	5,4	22,2	100,0
1979	0,3	52,8	6,5	11,3	2,4	26,7	100,0
1980	0,1	51,6	6,6	15,2	0,5	26,0	100,0
1981	0,1	42,4	13,3	14,6	3,0	26,6	100,0
1982	0,3	37,6	18,2	12,0	15,4	16,5	100,0
1983	0,3	44,0	15,7	17,6	3,7	18,7	100,0
1984	0,1	29,4	17,2	22,9	10,0	20,4	100,0
1985	0,4	39,8	11,6	21,5	6,8	19,9	100,0
1986	1,3	41,7	15,4	29,4	2,0	10,2	100,0
1987	0,3	33,0	28,0	32,4	4,3	2,0	100,0
1988	0,1	24,0	21,2	43,5	2,5	8,8	100,0

PGPM - Política de Garantia de Preços Mínimos
 FONTE: Informativo CEP

artificialmente o preço. Essa medida praticamente excluiu a mandioca do mercado de massas e panificação, desestruturando as fábricas de derivados de mandioca, e propiciando o cultivo de outras culturas nas áreas ocupadas com mandioca (Furtado, 1983).

As características intrínsecas de produtora de fécula permitem que a mandioca atenda aspectos tecnológicos e industriais, abrindo espaço para entrada nos mercados, interno e externo. Entretanto, é importante o auxílio do governo na resolução dos problemas enfrentados pelos produtores, principalmente quanto á criação de mecanismos de apoio á cultura, permitindo que o sistema de produção atinja níveis mais elevados de sustentabilidade econômica.

Problemas agronômicos

As áreas de produção de mandioca apresentam características regionais próprias. É comum a escolha de áreas menos adequadas, devido a que os solos mais férteis estarem reservados para as espécies mais exigentes. Como cultura de subsistência, a mandioca é cultivada em monocultivo ou consorciada com outras culturas alimentares. Nestas condições, verifica-se o pouco uso de tecnologias por parte dos produtores, cujo conhecimento empregado nos sistemas de produção tem sido transmitidos de geração para geração. Ainda hoje, encontram-se com frequência no norte do país, casas de farinha que utilizam o "tipiti", utensílio usado pelos índios para prensar a massa.

A mandioca se constitui num dos componentes da agricultura itinerante, praticada pelos pequenos agricultores da região Norte. Após dois a três anos de cultivo na mesma área,

as baixas produtividades forçam seu deslocamento para novas áreas, iniciando novo processo de desmatamento e queima da vegetação natural, indesejável sob a ponto de vista de sustentabilidade ecológica. Esta técnica é a única forma que os pequenos produtores descapitalizados de Amazonia e com baixo nível cultural têm acesso. Hoje, porém, já existe uma conscientização da comunidade científica para desenvolver sistemas agrícolas mais sustentáveis sob a ponto de vista econômico, social e ecológico.

No nordeste, as condições culturais dos produtores, os níveis de tecnologia praticados e as condições climáticas desfavoráveis têm prejudicado a produção e a produtividade, não havendo mudanças significativas ao longo dos anos. Da mesma forma que no norte, estas características evidenciam o caráter de subsistência da cultura na região (Conceição, 1981).

Na região Centro-Oeste, a mandioca apresenta pouca importância econômica. O plantio é praticado em pequenas áreas como cultura de subsistência, onde verifica-se um baixo nível tecnológico no preparo de área e no cultivo, resultando em baixo rendimento (Correa, 1983). Entre os problemas fitossanitários, a bacteriose com características endêmicas na região, constitui um dos fatores de desestímulo à produção.

A região Sudeste é a que apresenta maiores níveis de tecnologia, resultado do trabalho de pesquisa desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), no Estado de São Paulo. Nos demais estados, evidencia-se o caráter de subsistência da cultura desenvolvido por pequenos produtores, diferindo pouco das outras regiões (Furtado, 1983). A bacteriose é um problema sério enfrentado nas áreas de cultivo, prejudicando sensivelmente a produção de raízes, sendo que algumas áreas plantam cultivares recomendadas.

ALGUNOS ASPECTOS DO MELHORAMENTO DA MANDIOCA NO BRASIL

A literatura sobre o melhoramento da mandioca no Brasil mostra o início dessa atividade em 1935 pelo IAC. Os primeiros estudos iniciaram-se com a formação de uma coleção de variedades nativas e a seguir coletaram-se sementes botânicas de polinização aberta em genótipos com características agrônomicas conhecidas. Ainda nesta década, foram feitos os primeiros cruzamentos controlados, com o objetivo de reunir em um mesmo clone, os caracteres interessantes encontrados em diferentes cultivares, o que resultou na seleção de um grupo de cultivares promissoras para diversas formas de uso. Dentre os caracteres buscados nos trabalhos de melhoramento, destacam-se o rendimento em matéria seca, qualidade culinária e resistência à bacteriose.

Na região Norte, os primeiros trabalhos de melhoramento iniciaram-se em 1964 no Instituto Agrônomo do Norte (IAN), com a instalação de uma coleção de cultivares regionais e introduzidos do nordeste brasileiro. Nos anos subsequentes, esta coleção foi ampliada com germoplasma nativo e exótico, com maior participação do primeiro. Os

estudos desenvolvidos, permitiram a seleção de cultivares adaptadas as condições ambientais do trópico úmido, com características superiores em produtividade, rendimento industrial e precocidade (Albuquerque, 1969).

No nordeste, as pesquisas na área de melhoramento tiveram início em 1969 pela Escola de Agronomia da Bahia, com a implantação de um banco de germoplasma e obtenção de 45 clones a partir de sementes oriundas de um campo de polinização aberta.

Em 1974, com o advento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foi reconhecida a importância histórica e socioeconômica da mandioca com a criação do Centro de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), que passou a coordenar as pesquisas no País, de forma integrada entre as várias regiões brasileiras.

A partir deste período, a base genética dos programas de melhoramento foi ampliada com a implantação de várias coleções regionais e estaduais, que permitiram a identificação de materiais promissores para utilização nos trabalhos de melhoramento desenvolvidos a nível regional.

SITUAÇÃO ATUAL DO MELHORAMENTO

Apesar da valiosa contribuição do melhoramento genético à evolução da cultura da mandioca no Brasil, ainda são necessários ajustes para que esta possa atender, com mais eficiência as demandas próprias do meio rural. Para se ter uma visão global do melhoramento no país, visando encontrar soluções que o torne mais eficiente, aplicou-se um questionário para especialistas em mandioca nas diferentes regiões, cujas informações são apresentadas a continuação.

Região Norte

O cultivo da mandioca ainda é realizado num processo tradicional, consorciado com outras culturas alimentares. Os produtores na sua maioria, utilizam as cultivares locais e nenhum insumo químico. Tal sistema de produção, aliado à baixa fertilidade da maioria dos solos da região e à pressão de reutilização de uma mesma área em um curto espaço de tempo, vem contribuindo para os baixos níveis de produtividade alcançados pela cultura. Por outro lado, a falta de uma política voltada para o apoio aos pequenos produtores que permita o acesso à tecnologia disponível, colabora para que sejam mantidos os baixos níveis de produtividade. Ultimamente, agravando o quadro de produtividade, está havendo ocorrência em escala significativa, de podridão das raízes em áreas mais antigas de produção de mandioca.

A pesquisa agrícola na região é feita pela EMBRAPA através das seguintes unidades descentralizadas: Centro de Pesquisa Agroflorestal Amazonia Oriental (CPATU), Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazonia Ocidental (CPAA), e dos Centros de Pesquisa

Agroflorestais (CPAF's) dos Estados do Amapá, Roraima, Acre e Rondonia. Os projetos de pesquisa envolvem prioritariamente, as áreas de melhoramento, fitotecnia e em menor escala, entomologia e processamento. Reconhecendo a necessidade de transferência de tecnologia para os produtores, tem havido ênfase nas atividades de difusão de tecnologia.

Além do apoio do governo brasileiro, os programas tem recebido ajuda do Centro Internacional de agricultura Tropical (CIAT), principalmente em assessoramento. O apoio financeiro e de capacitação tem sido pequeno, havendo necessidade de se ampliar as ações nestes segmentos para que os programas possam ganhar mais consistência. A carência de pessoal técnico-científico, recursos físicos e financeiros criam sérias dificuldades de manutenção da programação atual, deixando algumas áreas importantes descobertas. Ao todo, estão envolvidos diretamente com pesquisa de seis a dez pesquisadores, não existindo especialistas em melhoramento genético.

Tradicionalmente, os programas de melhoramento genético vêm trabalhando com genótipos regionais, como decorrência de uma preocupação antiga de coleta de cultivares locais, caracterização e avaliação em bancos de germoplasma. Entretanto, esta base genética precisa ser mantida e ampliada através de coletas sistemáticas para diferentes áreas ecológicas existentes na região, acompanhadas de processos de caracterização que utilizem, não só taxonomia numérica e morfológica, mas também, análise de isoenzimas e DNA. Ressalte-se a necessidade de criar condições para o uso de técnicas de biotecnologia moderna para conservação de germoplasma da Amazonia. O CPATU vem desenvolvendo esforços de treinamento de pessoal e criação de infra-estrutura que permitam uma atuação na área de biotecnologia.

A cultura da mandioca possui alguns problemas que afetam a produtividade, além daqueles anteriormente citados. Entre outros destacam-se a podridão radicular e o excesso de umidade no solo devido a intensa pluviosidade. Destaca-se ainda, o ataque de ácaros e trips, e em algumas áreas, a presença de mandarová. Visando encontrar soluções para estes problemas através de melhoramento, tem-se procurado desenvolver cultivares que apresentem resistência á podridão radicular, precocidade de produção e resistência ás condições de stresse de umidade e pragas.

Na seleção para maior produtividade, tem sido considerados com maior ênfase, os seguintes parametros nos programas de melhoramento: percentagem de matéria seca, número de raízes por plantas, comprimento e diametro das raízes, teor de amido, índice de colheita, distribuição das raízes e arquitetura da planta. Com relação a qualidade do produto, os parametros considerados são: qualidades culinárias, deteriorização fisiológica pós-colheita e cor da polpa.

Em 1990 foram lançada pelo CPAA, as cultivares IM 175 e IM 158 para o ecossistema várzea, com características de resistência á podridão radicular e com produções médias de 19 t/ha e 33 t/ha, num ciclo de seis a oito meses, em condições de campos

experimentais. Dois anos após, foi lançada a cultivar Amazonas- EMBRAPA-8, com resistência á podridão, apresentando produção média de 25 t/ha (com um ciclo de sete a oito meses).

O CPATU, através de avaliações em áreas de produtores, selecionou cinco cultivares com resistência á podridão e produtividade acima da média regional. Estas cultivares encontram-se instaladas em unidades demonstrativas, recebendo acompanhamento das pesquisadores e dos produtores e extensionistas.

Apesar dos programas de melhoramento terem indicado cultivares com potencial de produção e outras características agronômicas desejáveis, não houve um programa de multiplicação dessas cultivares para facilitar o processo de difusão e fomento. Recentemente, para facilitar a adoção de cultivares resistentes á podridão radicular, o CPATU vem desenvolvendo atividades de multiplicação em áreas de produtores.

Os benefícios derivados dos programas de melhoramento, principalmente a maior produtividade, atingem mais os agentes de comercialização do produto do que os consumidores e agricultores, uma vez que é forte a presença dos intermediários no processo de comercialização. Entretanto, não foi ainda feito um estudo sobre o impacto das tecnologias geradas na região, principalmente das cultivares.

Como na região a produção da mandioca se dá em sistemas consorciados, a maioria dos ensaios é instalado visando respostas para este tipo de sistema. Apesar dos ensaios preliminares de avaliação serem conduzidos nas estações experimentais, o processo de avaliação final conta com a participação de agricultores e extensionistas.

Região Nordeste

Nesta região, os fatores socioeconômicos e políticos têm influencia importante para que o desempenho da cultura alcance níveis indesejáveis, com reflexos no baixo rendimento da cultura e no consumo dos produtos.

As áreas de pesquisa que têm recebido prioridade máxima nos programas desenvolvidos na região são: fitotecnia, patologia e entomologia, junto a melhoramento. O número de pesquisadores trabalhando nos programas excede a dez, entretanto são poucos os pesquisadores envolvidos com melhoramento da cultura.

Além de recursos oriundos do governo brasileiro, através do Programa Nacional de Mandioca, os programas de pesquisa têm recebido forte apoio do CIAT, principalmente de assessoramento e capacitação de pessoal, juntamente com recursos financeiros e insumos. Apesar disso, os recursos físicos e financeiros á disposição dos programas de melhoramento, são considerados insuficientes.

A base genética usada nos programas de melhoramento advém, principalmente, de genótipos regionais adaptados a zonas específicas. Tradicionalmente, tem sido dada muita importância à manutenção da variabilidade genética, através da instalação de bancos ativos de germoplasma. Para maior desempenho dos programas de melhoramento, é de grande importância o desenvolvimento de bases genéticas adaptadas para zonas edafoclimáticas específicas, considerando a forte interação/genótipo ambiente existente na espécie.

Além dos aspectos edafoclimáticos que em algumas áreas são limitantes à cultura da mandioca, os programas de melhoramento têm procurado soluções para os seguintes fatores limitantes: ácaro, piolho, mosaico, podridão radicular e condições de estresse à seca. Com relação à produtividade, os seguintes parâmetros referentes às raízes são considerados de maior importância: porcentagem de matéria seca e número de raízes por planta. Aspectos como teor de ácido cianídrico, qualidades culinárias e deteriorização fisiológica são de menor importância no processo de seleção.

As cultivares lançadas pelos programas de melhoramento, apresentam respostas positivas a fatores limitantes da cultura na região, tais como produtividade e resistência a doenças e pragas, se constituindo em alternativas para o aumento da produção. Considerando as informações contidas nas Figs. 1 e 3, não se detectou alguma indicação significativa de impacto das cultivares sobre o rendimento e área plantada. Também não existe na região nenhum estudo específico sobre quais segmentos da produção da mandioca recaem os benefícios oriundos dos programas de melhoramento.

Como a maioria dos sistemas de produção são consorciados, os ensaios desenvolvidos nos programas de melhoramento visam obter cultivares que apresentem respostas mais eficientes neste sistema. Para tanto, são instalados ensaios nas estações experimentais, com a participação de extensionistas, e em menor nível dos produtores, no processo de avaliação das cultivares. No desenvolvimento dos programas de melhoramento, fatores como oferta e demanda do produto no mercado têm sido levados em consideração.

Região Centro-Oeste

Na região Centro-Oeste, as limitações de cultivo estão relacionadas com a produção, produtividade e consumo; contribuem para isso, tanto fatores biofísicos como socioeconômicos e políticos.

Existe na região um programa de pesquisa delineado para as áreas de melhoramento, agronomia e patologia, que está sendo desenvolvido por um grupo de seis a dez pesquisadores lotados nas unidades da EMBRAPA e na Universidade Federal de Brasília.

A base genética usada nos programas de melhoramento é formada por genótipos regionais adaptados a zonas específicas e de genótipos com potencial de adaptação, provenientes de regiões agroecológicas semelhantes. É considerada prioridade alta a

identificação de genótipos com resistência genética à bacteriose. Em escala menor de prioridade, estão outros fatores bióticos como resistência à ácaro e percevejo de renda, além de resistência a condições de déficit hídrico.

Em relação aos parâmetros referentes à raiz, há uma preocupação em selecionar cultivares com as seguintes características: menor teor de ácido cianídrico, maior percentagem de matéria seca, melhor qualidade culinária, maior número de raízes comercializáveis por planta e ausência de cintas nas raízes.

Como nas demais regiões, apesar do programa ter indicado cultivares mais promissoras para a região Centro-Oeste, o impacto ao nível de produtores está abaixo da expectativa. Menos de 1% da área cultivada utiliza o material recomendado, entretanto existe uma conscientização, ao nível de pesquisador, da importância deste segmento. Há necessidade de serem criados mecanismos mais eficientes na transferência de tecnologia, para que as informações geradas atinjam seu objetivo final, resultando em melhores produtividades. Uma das falhas nesta transferência está na disponibilidade de material de plantio das cultivares recomendadas em quantidades satisfatórias para atender um número representativo de produtores, e no acompanhamento ao nível de campo, da aceitação pelos produtores.

Região Sudeste

Esta região tem as áreas de produção mais tecnificadas, principalmente no Estado de São Paulo e sul de Minas Gerais, onde há cultivos comerciais em grande escala. A expansão da cultura pode ocorrer em função de ações políticas e econômicas que possibilitem a retomada do mercado de farinhas panificáveis (misturada à farinha de trigo), desenvolvimento de novos produtos (por exemplo congelados) e aumento do consumo dos derivados tradicionais como a fécula.

Os programas de pesquisa desenvolvidos levam em conta aspectos como oferta e demanda do produto. As áreas de pesquisa que têm recebido prioridade máxima nestes programas são: melhoramento, fitotecnia, patologia e processamento industrial. O número de pesquisadores envolvidos nas diferentes áreas de pesquisa com mandioca é superior a dez, mas apenas três em tempo integral. O número de pesquisadores trabalhando com melhoramento não tem mudado desde 1983, embora a situação nesta região seja melhor do que nas demais, pois a qualidade dos recursos humanos existentes é considerada suficiente. Esta região é a única que não tem recebido apoio internacional através do CIAT, possuindo bons recursos físicos e razoáveis recursos financeiros.

No desenvolvimento de programas de melhoramento, tem havido muita preocupação com a manutenção da variabilidade genética, através de instalação de bancos de germoplasma com genótipos regionais adaptados a locais específicos. Apesar disso, o desenvolvimento de bases genéticas para áreas edafoclimáticas específicas não tem alta

prioridade nos programas de melhoramento desta região.

O desempenho da cultura apresenta alguns fatores limitantes para os quais os programas de melhoramento vêm buscando respostas como: resistência a doenças, qualidade de raiz, arquitectura da planta e densidade populacional. Com respeito aos parâmetros de raízes utilizados nos processos de seleção, têm sido considerados: o teor de ácido cianídrico, percentagem de matéria seca, qualidades culinárias, cor de película e facilidade de colheita.

As cultivares lançadas apresentam bons níveis de produtividade e resistência a doenças, e particularmente nesta região, apresentam respostas para maior rendimento industrial, buscando atender as exigências das indústrias que utilizam o produto. Também existe preocupação com a seleção de cultivares que satisfaçam o mercado de consumo da mandioca "in natura". Apesar dos programas de melhoramento terem gerado cultivares a partir de germoplasma disponível na região, tem sido recomendado para os produtores cultivares oriundas de programas em outras regiões.

Um forte programa de multiplicação das cultivares em lançamento, é levado á efeito nesta região, principalmente no Estado de São Paulo, contribuindo para facilitar a difusão e o fomento das cultivares. Neste Estado, os campos de multiplicação totalizam cerca de 10 ha, e estão localizados próximo das áreas de maior produção e tem como usuários as associações produtores rurais e industriais com liderança no setor.

O impacto das cultivares lançadas pelos programas de melhoramento em relação ás cultivares tradicionais, têm sido importante sobre a produtividade da cultura, mercado consumidor a área plantada. Com respeito aos benefícios oriundos dos programas de melhoramento, beneficiaram-se os agricultores que tem alta produtividade e menores riscos de incidência de bacteriose, a indústria de transformação que pode obter maiores rendimentos industriais e derivados de melhor qualidade e maior preço, é os consumidores que tem para consumo "in natura" raízes com melhores qualidades culinárias a preços menores. Não se dispõem de estudos quantificando os benefícios advindos da substituição de variedades.

Os ensaios de avaliação foram desenvolvidos com objetivo de obter respostas de cultivares ás condições de monocultivo, sistema predominante nesta região. A maioria deste ensaios são instalados nas estações experimentais, embora exista a participação equilibrada de extensionistas e produtores em menor escala.

CONCLUSÃO

De modo geral, os baixos índices de desempenho da cultura da mandioca no Brasil tem origem no nível cultural e organizacional dos pequenos produtores e na ausência de uma

política agrícola que os favoreça.

A podridão radicular e a bacteriose constituem problemas importantes vivenciados pelos produtores e que traduzem-se em baixos níveis de produtividade, que limitam a produção na maioria das regiões estudadas.

Devido à falta de um processo de difusão e fomento mais eficiente, as cultivares indicadas pela pesquisa têm tido pouco impacto sobre o rendimento médio regional, expansão do mercado e área plantada. Como distintos órgãos são responsáveis pela pesquisa, fomento e extensão no Brasil, e a interação na maioria das vezes, não é satisfatória, o que se tem visto na prática é que a pesquisa encerra-se com a geração da tecnologia, não havendo comprometimento entre os segmentos, quebrando-se o elo indispensável para obter resultados com eficiência.

Apesar da louvável iniciativa de propiciar variabilidade genética ampla para dar sustentação aos programas de melhoramento, ainda persiste o problema de identificação das diferentes entradas nos bancos de germoplasma. Tal situação, gerada pela multiplicidade de nomes que uma mesma cultivar recebe, em diferentes locais ou mesmo regiões, tem dificultado as ações de manutenção dos bancos de germoplasma, caracterização, avaliação e uso eficiente em programas de melhoramento. A perfeita caracterização e identificação das cultivares através de técnicas de análise multivariada, análise de isoenzimas e de DNA deverão se constituir no futuro próximo, em atividades primordiais para que a eficiência dos programas de melhoramento seja aumentada.

Considerando a grande importância da cultura no país e o pequeno número de pesquisadores existentes, é necessário criar condições para treinamento de novos pesquisadores.

LITERATURA CONSULTADA

Albuquerque, M. de. 1969. A mandioca na Amazonia. SUDAM, Belém, 227 p.

Anuário Estatístico do Brasil. 1993. IBGE. 1974-1993. Rio de Janeiro.

Camara, PG.M. de S.; Godoy, O.P.; Marcos Filho, J. & Lima, U. de A. 1981. Mandioca: Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. Extensão Agroindustrial, 4. Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia - Coordenadoria da Indústria e Comércio [S.L].

Cardoso, E.M.R. 1986. Situação atual da mandioca na Amazonia. In: Anais do Simpósio do Trópico Umido, Belém. EMBRAPA/CPATU, Belém. p. 85-96. v.3. (Documentos, 36).

- Conceição, A.S. da 1981. A mandioca. Nobel, 32 p. São Paulo.
- Correa, H. 1983. A cultura da mandioca na região Centro-Oeste. In: A cultura da mandioca nas regiões brasileiras. Sociedade Brasileira de Mandioca. Brasília, D.F. 148 p.
- Fukuda, W.M.G. 1992. Melhoramento de mandioca no Brasil. In: Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. CIAT, Cali, Colombia. p. 15-31.
- Furtado, M.I. 1983. A cultura da mandioca na região Sudeste. In: A cultura da mandioca nas regiões brasileiras. Sociedade Brasileira de Mandioca. Brasília, DF. 148 p.
- Lorenzi, I.O. & Diaz, C.A. de. C. Cultura da mandioca. Boletim Técnico. CATI, No. 211-41p.
- Normanha, E.S. 1971. O trabalho de melhoramento da mandioca no Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. O Agrônômico. São Paulo. 23. 91-100.
- Porto, M.C.M. 1986. Reflexos da política agrícola na cultura da mandioca no Brasil (1986). Revista Brasileira da Mandioca, 5(2): 35-53.
- Silva, M.G. 1989. Mandioca: Falta de recursos deixa produtor perplexo. Informativo CEP 9(24): 7-9.
- Teixeira, P.E.G. & Cardoso, E.M.R. 1983. A cultura da mandioca na Região Norte. In: A cultura da mandioca nas regiões brasileiras. Sociedade Brasileira de Mandioca. Brasília, D.F. 148 p.

SITUACION DE LOS PROGRAMAS DE YUCA EN CENTRO AMERICA Y EL CARIBE

Miguel Sosa Vásquez¹

RESUMEN

La situación, el desarrollo y el estado actual de los programas de mejoramiento de yuca en Panamá, República Dominicana y México es variable, como consecuencia de limitaciones económicas, de política estatal, falta de apoyo institucional y en menor proporción por razones biofísicas y sociales. Existe limitado personal técnico trabajando y se necesita disponer de más recursos físicos. En los tres países no existen programas consolidados de multiplicación de semillas de las variedades liberadas; razón ésta que ha impedido que los trabajos de mejoramiento hayan tenido el impacto requerido a nivel de campo y de mercado. Los programas de mejoramiento de yuca están incluidos dentro de los programas de Raíces y Tubérculos y su énfasis principal es la obtención de variedades adaptadas a ecosistemas específicos. Estos tres programas son apoyados por el Programa de Yuca del CIAT en capacitación y envío de material genético. Manifiestan además, cierto interés en obtener resistencia a las principales plagas y enfermedades en sus respectivos países. Se utiliza el esquema de selección de clones recomendados por el CIAT y como resultado se han realizado liberaciones de variedades.

La situación del programa de mejoramiento de yuca en Cuba, es diferente a la de los otros programas, debido a que no tiene limitaciones económicas marcadas, ni de recursos humanos y físicos. Cuenta con campos de multiplicación de semillas básicas y se le da mucha participación a los agricultores en la ejecución de los trabajos experimentales de mejoramiento. El programa cubano ha tenido impacto entre los agricultores al aumentar la productividad de la yuca, por el uso de las variedades liberadas. Las pruebas experimentales que realizan, toman en cuenta la demanda y la oferta del rubro en el mercado.

MEJORAMIENTO DE LA YUCA EN LA REPUBLICA DOMINICANA

En República Dominicana se trabaja en mejoramiento de yuca dentro del Programa de Investigaciones de Raíces y Tubérculos del Centro Sur de Desarrollo Agropecuario, (CESDA), de la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA). El mismo funciona con

¹ Ing. Agr., Encargado del Programa de Raíces y Tubérculos, Secretaría de Estado de Agricultura Centro Sur de Desarrollo Agropecuario, CESDA, San Cristobal, República Dominicana.

muchas limitaciones debido al reducido apoyo económico que recibe y los pocos técnicos que se dedican a los trabajos de investigación y mejoramiento del cultivo. El Ministerio de Agricultura esta aportando bajos niveles de inversión para las actividades de investigación y extensión agrícola en general. Sin embargo, las mismas requieren de continuidad y períodos largos de tiempo para mostrar sus resultados. Debido a esto, el cultivo de la yuca no ha recibido la debida atención de parte de los fitomejoradores.

No obstante el programa de investigaciones en yuca del Ministerio de Agricultura, con sede en el CESDA (Provincia de San Cristóbal), mantiene un banco de germoplasma con las principales variedades nativas y con las líneas introducidas en 1991 desde el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica.

De las introducciones procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) se seleccionaron en la década pasada los clones CMC 40 y MCoI 1684 por su buena capacidad de producción y por su resistencia intermedia al ataque del añublo bacterial (*Xanthomonas manihotis*) y el clon ICA-HMC 1 por su buena productividad. Estas variedades fueron entregadas a productores líderes e innovadores quienes las han sembrado en diferentes zonas del país.

El programa de mejoramiento de yuca realizó la caracterización de las principales variedades criollas de yuca clasificando sus principales características morfológicas. De los cultivares criollos el programa de mejoramiento ha seleccionado y recomendado algunos a los productores de diferentes zonas del país y ha promovido la siembra de campos de multiplicación de semillas en las estaciones experimentales del CESDA y en los asentamiento agrarios del Instituto Agrario Dominicano (IAD) para su posterior distribución entre los agricultores. Entre los clones recomendados se destacan: a) la variedad Zenón (CL 05) por su buena capacidad de producción, calidad culinaria, rango amplio de adaptación y por su tolerancia al ataque del añublo bacterial y al deterioro fisiológico. Los agricultores del Cibao Central han sembrado y preferido esta variedad desde hace aproximadamente 17 años y es utilizada para la exportación. b) Las variedades Americanita (CL 04) y Machetazo Bajita (CL 06), las cuales se caracterizan por su buena calidad culinaria, productividad, precocidad y por ser tolerantes al ataque de ácaros (*Tetranychus sp* y *Mononychellus tanajoa*).

Estas tres variedades se originaron en la parte central de la región norte (Cibao Central), donde fueron difundidas por los mismos agricultores. El programa de mejoramiento después de evaluarlas en diferentes partes y seleccionarlas, las recomendó y las está promoviendo para su siembra en diferentes regiones del país.

El rendimiento promedio actualmente alcanzado por el cultivo de la yuca en el país es de 6143 kilogramos por hectárea, el que está muy por debajo del potencial que tiene el cultivo. Se siembra un promedio anual de 23.500 hectáreas. El país tiene un potencial para sembrar 40.000 hectáreas anuales, en caso de llegar a implementarse proyectos agro-industriales (elaboración de harina y almidón a partir de la raíz, forraje y harina de

yuca de hojas).

En República Dominicana, alrededor del 90% de la producción de yuca se utiliza para consumo humano fresco, siendo muy poca la yuca que se utiliza en la fabricación de harina y almidón por falta de agroindustrias que la procesen. Estas limitaciones de productividad, producción y consumo se deben a razones de política institucional y económicas. La institución tiene bajos niveles de inversión en las actividades de investigación, producción de material de siembra de buena calidad y manejo del cultivo en general. Esto impide la aplicación de prácticas agronómicas de bajos costos, generadas y adaptadas por los programas de investigación. A esto se le debe de agregar la falta de mecanismos adecuados de comercialización, que resultan en una falta de incentivos en los productores, al no tener garantía de obtener precios justos al aumentar su producción y productividad.

El programa mejoramiento genético del cultivo de la yuca en la República Dominicana tiene los siguientes objetivos:

- a) Continuar identificando el material genético nativo e introducido del banco de germoplasma.
- b) Introducir líneas y variedades desde el CIAT y de otros centros de investigación adaptadas a diferentes ecosistemas del país donde se fomenta la siembra de yuca y para que sirvan como progenitores en el mejoramiento del material nativo.
- c) Continuar evaluando las variedades nativas e introducidas en las diferentes regiones del país.
- d) Mantener a nivel de campo las colecciones nacionales e internacionales de yuca y entregarlas al nuevo laboratorio de cultivo de tejidos de la Secretaría de Estado de Agricultura para mantenerlas *in vitro*.
- e) Selección a partir de progenies provenientes de hibridación sexual, de cultivares con altos rendimientos y tolerancia a enfermedades, plagas y adaptación a zonas donde se cultiva yuca bajo condiciones marginales.

Los estudios realizados por el programa de yuca han determinado que existen más de 30 variedades nativas de yuca cultivadas a nivel comercial, siendo la mayoría de ellas de tipo dulce utilizadas para consumo humano (Tabla 1).

En cuanto a la estrategia y manejo de germoplasma, el material recolectado es caracterizado y evaluado en el campo experimental del CESDA en San Cristóbal y es enviado al laboratorio de cultivos de tejidos de Duquesa, en Santo Domingo para su conservación y observación. Los clones promisorios son seleccionados en base a

Tabla 1. Principales variedades de yuca producida en la República Dominicana

No. de cultivar	Nombre común de la variedad
CL 01	Maliciosa Blanca
CL 02	Cogollo Morado
CL 03	Señorita esta en la mesa
CL 04	Americanita
CL 05	Zenón
CL 06	Machetazo bajita
CL 07	Blanquita de la Loma
CL 08	Mantequilla
CL 09	Machetazo alta
CL 10	Tres ganchos o Sanjuanera
CL 11	Dame más
CL 12	Tallo blanco
CL 13	Llanera mocana
CL 14	Amarilla
CL 15	Chayo mía
CL 16	La niña
CL 31 (amarga)	Bejaran
CL 32 "	Agua de coco
CL 33 "	Agria dulce
CL 34 "	Facundo
CL 35 "	Brava
CL 36 "	Clara cema
CL 37 "	La blanca
CL 38 "	La Brujita

calidad, productividad y resistencia a plagas y enfermedades, y son enviados a otras estaciones experimentales del país para su evaluación. Por la limitación de recursos económicos y humanos, en los últimos años no se está llevando a cabo ningún plan de hibridaciones, contándose con el apoyo del CIAT y del CATIE para el envío de variedades y clones.

Actualmente se está trabajando en las áreas de mejoramiento y de agronomía, dándole prioridad al mantenimiento de la variabilidad genética y planificando desarrollar bases genéticas para zonas edafoclimáticas específicas del país.

La investigación que se ha realizado ha tenido en cuenta al cultivo de yuca en monocultivo, haciéndose la mayoría de las pruebas en las estaciones experimentales del CESDA y del CENDA, sin la participación directa del agricultor, previéndose seguir esa misma línea por facilidad operativa. Por limitaciones económicas y de personal no se está dando prioridad a las áreas de patología, entomología y procesamiento.

En cuanto al nivel de capacitación del personal que trabaja en investigación y mejoramiento de yuca se considera suficiente; sin embargo, su cantidad es reducida

debido a la deserción de muchos técnicos especializados y entrenados en el CIAT y en otras instituciones. Estos han pasado a trabajar a otras áreas del sector agrícola en los últimos cinco años, dado los bajos incentivos existentes en el área de las investigación agropecuaria y especialmente en la de raíces y tubérculos.

Hasta el año de 1991 la Secretaría de Estado de Agricultura contaba con dos centros principales de investigación, que tenían programas de yuca y realizaban los trabajos de mejoramiento genético en ese cultivo. Estos centros eran el Centro Sur de Desarrollo Agropecuario (CESDA) en San Cristóbal y el Centro Norte de Desarrollo Agropecuario (CENDA) en Santiago de los Caballeros, y trabajaban en estrecha coordinación.

A finales de 1990 se transfirió el CENDA al sector privado, entregándolo a la Universidad Católica Madre y Maestra (UCMM) de Santiago. Los técnicos que laboran en el Programa de Yuca pasaron a laborar en otras áreas, y esa institución no ha continuado con los trabajos de mejoramiento de yuca.

Debido a esto el Ministerio de Agricultura sólo cuenta con el programa de investigación de yuca del CESDA, el cual está encargado de realizar toda la investigación dentro del sector estatal. Este centro trabaja en estrecha coordinación con el laboratorio de cultivos de tejidos de Duquesa, que pertenece a la Secretaría de Estado de Agricultura, y con el Instituto Agrario Dominicano que se encarga de realizar la reforma agraria.

Tabla 2. Esquema de evaluación y selección de clones de yuca utilizados por el CESDA, República Dominicana.

Etapa	Descripción	Diseño
F ₁	Plantas procedentes de semillas sexuales.	Una planta por genotipo
F ₁ C ₁	Plantas procedentes de una estaca por planta del F ₁ , sin selección a los 5-6 meses.	Una planta por genotipo
Campo de Observación (CO)	Seleccionadas del F ₁ o F ₁ C ₁	Un surco de 5-7 plantas; cosecha de tres centrales; una repetición.
Ensayo Preliminar de Rendimiento (EPR)	Seleccionadas del C.O.	Cuatro surcos de 5 plantas; cosecha de las seis centrales; una repetición.
Ensayo de Rendimiento (ER)	Seleccionadas del E.P.R.	Cinco surcos de 5 plantas; cosechando las nueve centrales 2 repeticiones.
Prueba Regional	Seleccionadas del E.R.	Ocho surcos de 8 plantas; cosechando de 24-30 centrales 4 repeticiones.

También es necesario señalar que la Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA), creada en 1987 por el Consejo Nacional de Hombres de Empresas del sector privado, inició en el año de 1992 un proyecto de yuca con base en la entidad educativa privada de nivel medio, Instituto Agrónomo Salesiano de la Provincia de la Vega en la región norte. Se iniciaron trabajos de recolección de clones e instalación de una colección de yuca en terrenos del Instituto Agrónomo, en la ciudad de La Vega. Existen planes de realizar trabajos de investigación para evaluar variedades y promover el aumento de la productividad de yuca y de otros rubros de exportación.

El programa de mejoramiento ha adoptado las técnicas de mejoramiento genético y de selección de variedades a partir de semillas sexuales recomendadas por el CIAT, las que se muestran en la Tabla 2.

En los ensayos de evaluación de germoplasma las variables o parámetros evaluados son: porcentaje de germinación, vigor inicial, resistencia a plagas y enfermedades, altura de la planta, altura de la primera ramificación, niveles de ramificación, facilidad de cosecha, longitud de raíces, longitud del pedúnculo, color de las raíces, color de la pulpa, forma de la raíz, número de raíces totales, número de raíces comerciales, raíces podridas, peso de raíces, peso del follaje y contenido de ácido cianhídrico.

Las limitaciones más importantes del programa de mejoramiento de yuca en la actualidad, son las siguientes:

- a) Carencia de recursos económicos para ejecutar y darle continuidad a los trabajos de mejoramiento.
- b) Falta de apoyo institucional.
- c) Carencia de recursos humanos capacitados en suficiente cantidad.
- d) Falta de integración con los agricultores para evaluar los materiales promisorios.

Entre los logros y avances obtenidos en el mejoramiento del cultivo de la yuca en la República Dominicana, se puede señalar los siguientes:

- a) Establecimiento de bancos de germoplasma con clones nacionales y extranjeros en el CESDA y en el laboratorio de cultivos de tejidos de Duquesa donde están en cultivo *in vitro* y a nivel de campo.
- b) Realización de trabajos de identificación y de clasificación morfológica de las principales variedades criollas de yuca y de las introducidas.
- c) Selección, adaptación y evaluación de producción de las principales variedades criollas e introducidas en diferentes regiones del país.

d) Identificación de las plagas y enfermedades de mayor importancia económica que atacan al cultivo.

e) Liberación, recomendación, promoción y difusión de las mejores variedades nativas e introducidas en diferentes regiones del país. Entre las variedades nativas recomendadas están: Zenón (CL 05); Americanita y Machetazo Bajita, (CL 06) y entre las introducidas CMC 40; M Col 1684 (amarga); ICA-HMC 1 e ICA-HMC 2.

f) Definición y descripción de las tres zonas edafoclimáticas o ecosistemas, representativos de las principales regiones productoras de yuca de la República Dominicana y donde se esta fomentando su producción.

g) Adopción del esquema de evaluación y selección propuesto por el CIAT.

h) Se han seleccionado variedades tolerantes a las principales plagas y enfermedades que atacan a la yuca (ácaros, añublo bacterial y superalargamiento).

Se pretende en el futuro, difundir variedades seleccionadas, en las zonas productoras y obtener nuevas líneas a partir de introducción de clones desde el CIAT con potencial de adaptación a los tres diferentes ecosistemas del país.

MEJORAMIENTO DE LA YUCA EN PANAMÁ

El cultivo de la yuca en Panamá presenta limitantes en cuanto a productividad, producción y consumo debido principalmente a razones económicas y en menor grado a razones políticas, sociales y biofísicas. Hay en el país un programa de investigación en yuca que incluye a este cultivo dentro de raíces y tubérculos, y en el que trabajan de 4 a 5 investigadores; dando énfasis a las áreas de mejoramiento y agronomía. Este programa es apoyado por el CIAT en cuanto a capacitación, envío de material genético y asesoramiento. El número de investigadores que trabajan en el mismo es muy reducido y el programa requiere de una mayor capacitación de su personal técnico en el área de fitomejoramiento. También se requiere de suficientes recursos físicos y financieros para poder realizar un mejor trabajo.

La base genética del programa proviene de genotipos regionales adaptados a zonas específicas y de genotipos con buen potencial de producción en regiones agroecológicas similares provenientes de otros países. El mantenimiento de la variabilidad genética tiene regular importancia en el mismo, Se le da mucha importancia al desarrollo de bases genéticas para zonas edafoclimáticas específicas en el país, y a la obtención de resistencia a enfermedades como superalargamiento, pudriciones radicales y plagas como ácaros y trips.

Se le da también mucha importancia en los trabajos de mejoramiento a los aspectos de calidad culinaria y un alto número de raíces comerciales por planta. Se asigna poca importancia a las variables de porcentaje de materia seca, contenido de ácido cianhídrico (HCN) y al deterioro fisiológico de la raíz.

Tabla 3. Esquema de evaluación y selección de clones de yuca utilizados por el Programa de Mejoramiento de Yuca en Panamá.

Etapa	Sitios	Repeticiones	Area plantada por parcela	Area cosechada por parcela
F ₁	1			
F ₁ C ₁	1			
Campo de Observación	2	1	6-8 m ²	4-6 m ²
Ensayo Preliminar de Rendimiento	2	2-4	36 m ²	16 m ²
Ensayo de Rendimiento	3	4	36 m ²	16 m ²
Pruebas Regionales	4	4	36 m ²	16 m ²

El esquema de evaluación y selección de clones de yuca utilizado en Panamá es semejante al recomendado por el CIAT, y en la Tabla 3 se señala el número de sitios, repeticiones, áreas sembradas y cosechadas en las diferentes etapas de evaluación que se realizan. El programa nacional de mejoramiento ha realizado liberaciones de variedades, las cuales responden principalmente a las limitantes de producción, calidad culinaria, productividad, hábitos de crecimiento, plagas y enfermedades. Estas variedades corresponden a una alternativa de producción para una región específica.

No existen programas de multiplicación de semillas para las variedades liberadas. El impacto de estas variedades comparado con las variedades tradicionales en cuanto a los aspectos de rendimiento, mercado y área sembrada ha sido muy limitado. Se trabaja en ensayos de investigación evaluando variedades tanto en monocultivo como en asociación. Las pruebas se conducen en las estaciones experimentales, dándole mucha importancia a la participación del extensionista en los ensayos experimentales y mediana importancia a la participación de los agricultores. Siempre se toma en cuenta la demanda y la oferta de la yuca existente en el mercado.

MEJORAMIENTO DE LA YUCA EN MEXICO

El cultivo de la yuca en México presenta limitantes en cuanto a la producción, productividad y consumo debido a razones económicas. Existe un programa de investigación en yuca que está incluido dentro de las raíces y los tubérculos, en el que trabajan de 4 a 5 investigadores, dándole importancia a las áreas de mejoramiento, entomología y agronomía. Es apoyado por el programa de yuca del CIAT en cuanto a capacitación y envío de material genético.

En el programa trabajan pocos investigadores, necesitándose aumentar el número y mejorar la capacitación del personal en el área de fitomejoramiento y a la vez contar con mayores recursos financieros para realizar los trabajos de mejoramiento.

La base genética del programa proviene de genotipos regionales adaptados a zonas específicas y de genotipos con buenos potenciales de producción en regiones agroecológicas similares provenientes de otros países. Es de mucha importancia en el programa; el mantenimiento de la variabilidad del acervo genético, el desarrollo de bases genéticas para zonas edafoclimáticas específicas en el país y la obtención de resistencia para trips (*Frankliniella cephalica*) y enfermedades como bacteriosis y superalargamiento. Se tiene muy en cuenta los parámetros de mejor calidad culinaria, menor contenido de ácido cianhídrico y mayor número de raíces comerciales por planta.

El esquema de evaluación y selección de genotipos de yuca utilizados en México es el recomendado por el CIAT, con ciertas modificaciones (Tabla 4). El programa de mejoramiento ha realizado liberaciones de variedades, las que responden a las limitantes de producción, adaptación a suelos ácidos y pobres, y a enfermedades, correspondiendo a una alternativa de producción para una región específica (el estado de Tabasco).

Tabla 4. Esquema de evaluación y selección en yuca aplicado en México.

Etapa	Descripción	Diseño
F ₁	Plantas/semilla sexual	Una planta por genotipo
Campo de Observación	Seleccionadas de F ₁	Un surco por genotipo con el máximo de estacas.
Ensayo de Rendimiento	Seleccionados de Campo de Observación	Cinco surcos de 5 plantas, cosechando 9 centrales y con 2-3 repeticiones.
Prueba Regional	Seleccionados de Ensayo de Rendimiento	Siete surcos de 6 plantas, cosechando las 20 plantas centrales. Cuatro (4) repeticiones.

No existen programas de multiplicación de semillas para las variedades liberadas y el impacto que han producido el trabajo de mejoramiento genético realizado en los aspectos de rendimiento, mercado y área sembrada en comparación con las variedades tradicionales, ha sido muy limitado.

Se trabaja en los ensayos de investigación teniendo en cuenta a la yuca plantada en forma de monocultivo y las pruebas se hacen en las estaciones experimentales, dándole mediana importancia a la participación del agricultor y del extensionista en los ensayos experimentales. La demanda y la oferta de la yuca existente en el mercado, no son tomados en cuenta para el planteamiento de objetivos.

MEJORAMIENTO DE LA YUCA EN CUBA

El cultivo de la yuca en Cuba presenta limitaciones intermedias en cuanto a producción y productividad, debido a razones biofísicas. Hay un programa de investigación en yuca que incluye al cultivo entre raíces y tubérculos, y en el que trabajan más de diez investigadores. Se da mayor énfasis a las áreas de semillas y biotecnología, y una prioridad relativamente baja en aspectos de fisiología del cultivo.

El programa de mejoramiento de yuca de Cuba es apoyado por el programa de yuca del CIAT, en cuanto a material genético, capacitación y de asesoramiento.

El número de investigadores que trabajan en el programa es suficiente en cantidad y calidad, contando con suficientes recursos físicos y financieros para trabajar.

La base genética del programa proviene de genotipos regionales adaptados a zonas específicas y de genotipos provenientes de otros países, con buenos potenciales de producción en regiones agroecológicas similares. Es de mucha importancia el mantenimiento de la variabilidad genética, el desarrollo de bases genéticas para zonas edafoclimáticas específicas en el país y la obtención de variedades resistentes a las pudriciones radicales y al superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*), dándole poca importancia a la obtención de resistencia a los ataques de ácaros y trips. En relación a las raíces, se le da mucha importancia a los parámetros de menor contenido de ácido cianhídrico, mayor porcentaje de materia seca, mejor calidad culinaria, mayor número de raíces comerciales por planta, menor deterioro fisiológico y a la aptitud para realizar la cosecha mecanizada.

El esquema de evaluaciones y selección de clones utilizado en Cuba fue elaborado por el programa de mejoramiento de yuca. En la Tabla 5, se señala el número de sitios, repeticiones, áreas sembradas y cosechadas en las diferentes etapas de evaluaciones que se realizan.

El programa ha realizado liberaciones de variedades que responden a las limitantes de productividad, producción, precocidad, uso de pocos insumos y a limitantes hídricos. Dichas variedades corresponden a una alternativa de producción para una región específica y para todas las áreas productoras de yuca de la isla.

Tabla 5. Esquema de evaluación y selección en yuca aplicado en Cuba.

Etapa	Sitios	Repeticiones	Area plantada por parcela (m ²)	Area cosechada por parcela (m ²)
Semilla sexual	2	2	-	-
F ₁	6	1	Una planta	Una planta
F ₁ C ₁	6	1	4.50	4.50
Campo de Observación	6	3	14.5	4.50
Ensayo Preliminar de Rendimiento	-	-	-	-
Ensayo de Rendimiento	-	-	-	-
Prueba Regional	8-10	4	24.3	14.5

Existen en Cuba programas de multiplicación de semillas para las variedades liberadas. El área de multiplicación es de 20.000 hectáreas, distribuidas por todo el país y se distribuye el 80% del material de siembra a los agricultores productores de yuca.

Las variedades liberadas han producido un impacto en los rendimientos de yuca, en comparación con los obtenidos por las variedades tradicionales. Los ensayos de investigación se realizan teniendo en cuenta el monocultivo, y se le da mucha importancia a la ejecución de las pruebas en las estaciones experimentales con la participación directa del agricultor y del extensionista, considerando siempre la demanda y la oferta de yuca existente en el mercado.

II. EVALUACION DE CLONES AVANZADOS DE YUCA A NIVEL EXPERIMENTAL

Objetivo: Analizar la estructura de los programas y los diferentes esquemas utilizados para la evaluación de clones superiores.

ESTRUCTURA DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO EN AMERICA LATINA

Carlos A. Iglesias¹

INTRODUCCION

La yuca es un cultivo de mucha importancia en las regiones tropicales y sub-tropicales de América Latina. Su importancia sin embargo, no se ve reflejada normalmente a nivel de las prioridades asignadas por las instituciones nacionales en términos de investigación y desarrollo. Normalmente la investigación se desarrolla dentro de programas de raíces y tubérculos, junto a papa y camote (batata). Los investigadores dedican parte de su tiempo a yuca. Lo que es más preocupante, es que el tiempo de un investigador debe dedicarse a varias áreas de investigación (agronomía, mejoramiento, etc.). Como consecuencia de esto, existen relativamente pocos equipos multidisciplinarios dedicados a investigación y promoción del cultivo de la yuca en América Latina.

RECURSOS GENETICOS

La yuca se originó en nuestro continente, y por lo tanto es en el donde se encuentra la mayor diversidad genética. En los últimos 20 años se han efectuado colecciones de germoplasma por parte de instituciones nacionales, muchas veces en coordinación con el CIAT y el IBPGR. Dichas colecciones son normalmente mantenidas a campo, pocos genotipos están siendo conservados in-vitro, y dada la baja disponibilidad de recursos, muchas veces se han perdido accesiones.

Existen muchas áreas cuyo germoplasma no ha sido adecuadamente colectado, y donde deberán concentrarse esfuerzos en un futuro cercano; tales como ciertas regiones de Brasil, Bolivia, República Dominicana, Haití, y América Central.

En el Cuadro 1 se resumen las características sobre las colecciones existentes y prioridades futuras de recolección.

FUENTES DE DIVERSIDAD GENETICA

Las colecciones de germoplasma sirven como fuente inicial de variabilidad. Normalmente se evalúan en una serie de sitios y años, posibilitando la selección de clones que pudiesen haber estado restringidos a zonas específicas (i.e. Mesaí en Paraguay).

¹Fitomejorador, Programa de Yuca. CIAT, Cali, Colombia.

Cuadro 1. Colecciones de germoplasma de yuca en América Latina.

País	Campo	In-vitro	CIAT	Prioridad
Brasil	4132	988	1288	Amazonía
Colombia	--	--	2008	
Venezuela	--	--	240	Amazonía
Perú	--	--	405	
Paraguay	360	120	192	Chaco
Ecuador	101	-- ¹	117	Amazonía
Argentina	162	-- ¹	16	
Panamá	44	-- ¹	42	
Cuba	385	?	74	
México	105	--	100	
Rep. Dom.	30	--	5	Todo el país
Bolivia	18	--	3	Todo el país
Guatemala	--	--	91	
Costa Rica	71	--	147	
Nicaragua	16	--	--	
Puerto Rico	?	--	15	
Haití	--	--	--	Todo el país

¹Capacidad de conservación in-vitro en desarrollo

Una vez agotada esta posibilidad, los programas pueden introducir materiales de afuera, producir progenies segregantes a través de la recombinación de materiales seleccionados, o introducir progenies segregantes de otros programas. En cuanto a la producción de progenies segregantes en América Latina, se tiene referencia de dos países que rutinariamente lo hacen, Brasil y Cuba. El primero utilizando recombinación de clones selectos en polinización abierta, y el segundo haciendo más énfasis en cruces dirigidos.

Cuadro 2. Envíos de germoplasma de yuca desde CIAT a países de América Latina.

País	Tipo de envío	No. envíos	No. clones/ cruces	No. semillas /estacas/tubos
Argentina	E	1	2	14
	M	5	54	165
	S	1	30	1500
Bolivia	EI	2	10	120
	M	4	28	163
	S	1	22	1100
Brasil	E	1	10	24
	M	17	567	2543
	S	21	1374	88798
Costa Rica	M	5	50	226
Cuba	E	1	3	90
	M	9	539	1946
	S	14	657	40174
Ecuador	E	1	3	810
	EI	2	35	280
	M	12	63	613
Guatemala	EI	2	22	222
	M	2	13	49
Honduras	E	1	3	300
	EI	1	10	50
	M	2	14	66
	S	1	22	1550
México	EI	1	18	36
	M	15	179	970
	S	18	1032	54897
Nicaragua	M	2	19	75
	S	3	55	2625
Panamá	EI	1	17	73
	M	6	64	441
	S	3	88	4091
Paraguay	M	3	182	528
	S	4	112	9427
Perú	E	1	1	40
	EI	1	7	36
	M	13	439	1704
	S	3	36	3462
Venezuela	E	2	22	350
	EI	5	46	479
	M	14	153	807
	S	1	3	170
TOTAL	E	8	44	1628
	EI	15	165	1246
	M	104	2314	10070
	S	71	3431	207794

En términos de introducción del exterior, la mayoría proviene del CIAT. El Cuadro 2 resume los envíos desde 1980 a países de América Latina. La introducción de progenies segregantes tiene la ventaja de suministrar un amplio rango de diversidad genética sobre la cual seleccionar. Exige también personal entrenado, un tiempo más largo para resultados finales, y una infraestructura mayor. La introducción de clones élites, representa una base genética más estrecha, pero con buenas chances de adaptación, normalmente 2 ó 3 años de prueba en estaciones experimentales y/o campos de agricultores son suficientes para validar su comportamiento y aceptar o rechazar los genotipos en cuestión.

ESQUEMA DE MEJORAMIENTO

Las etapas que los diferentes programas de mejoramiento siguen son más o menos similares o equivalentes, y esto se debe al hecho de que la tasa de multiplicación en yuca no permite muchas variantes al respecto. Ya sea que se comience de una semilla o de 3 tubos de ensayo, la dinámica es semejante, aunque los nombres de cada etapa pueden variar. Se encuentran si diferencias en etapas avanzadas en términos de cómo, donde y cuánto se evalúan los materiales seleccionados antes de recomendarlos para su liberación (Figura 1).

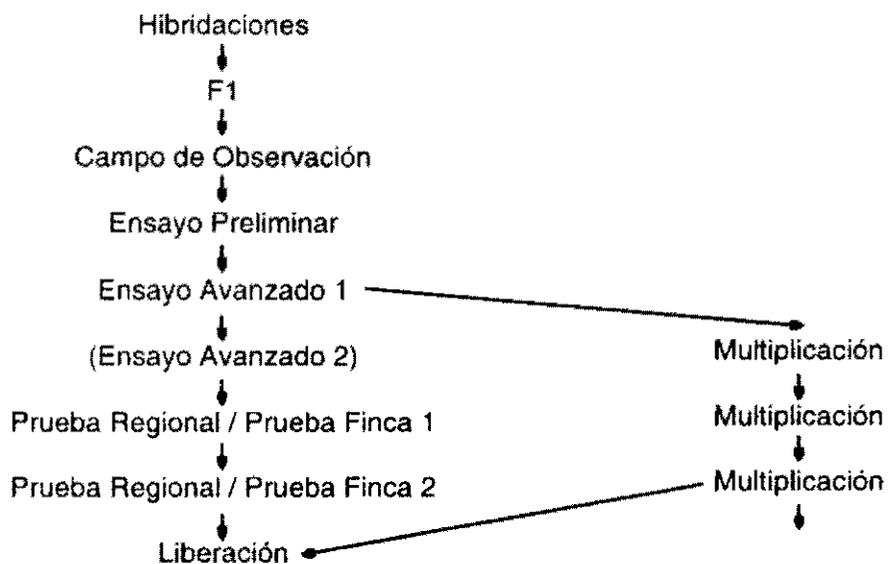


Figura 1. Esquemas de mejoramiento de yuca más comunes en América Latina.

Cuando se trata de colecciones de germoplasma local o introducciones in-vitro, estas se evalúan por primera vez a nivel de campo de observación con 1 a 3 repeticiones y en 1 o más sitios. En el caso de progenies segregantes se evalúa la F1 en la estación experimental central y las selecciones se llevan a campo de observación en 1 ó 2 localidades, con una repetición. El material seleccionado pasa a un ensayo preliminar de rendimiento, con parcelas mayores (normalmente 20 plantas), 1 ó 2 repeticiones en 1 ó 2 sitios. De ahí los genotipos seleccionados pasan a ensayos avanzados de rendimiento con al menos 3 repeticiones, parcelas de 25 o más plantas, en 2 ó más sitios de evaluación. Dichos ensayos avanzados pueden ser conducidos por 1 ó 2 años, y los materiales seleccionados se integran a pruebas regionales ó pruebas en fincas de agricultores. Conjuntamente los clones seleccionados se van multiplicando para tener suficiente material de siembra al momento de su lanzamiento. En promedio un ciclo de introducción evaluación, selección, multiplicación y liberación, lleva de 6 a 8 años, cualquiera sea la fuente de diversidad utilizada.

CRITERIOS DE SELECCION

En primer lugar se debe de mencionar el hecho de que la mayoría de los programas de mejoramiento de yuca en América Latina, están ubicados en regiones donde el cultivo de la yuca es prioritario. De esta forma, se posee normalmente sitios de evaluación representativos. Esto significa que los materiales seleccionados normalmente presentan buena adaptación a las condiciones predominantes.

Rendimiento de raíces es el criterio principal por el cual se seleccionan los materiales. Muchas veces se utiliza este criterio como un indicador indirecto de adaptabilidad y tolerancia a factores bióticos y abióticos. Como segundo criterio en importancia está el contenido de materia seca en las raíces. Este criterio resulta cada vez más importante a medida que la yuca se industrializa en mayores cantidades.

En tercer lugar estaría calidad culinaria en aquellas zonas donde el mercado fresco es el destino de mayor importancia para la yuca. Calidad culinaria comprende aspectos de cocción, sabor, contenido de HCN, etc. En cuarto lugar están características de raíz y planta: facilidad de arranque, color de raíces, tamaño, etc; así como tipo de planta (sobre todo ramificación, la cual puede afectar la capacidad de asocio con otro cultivo) y disponibilidad de material de siembra.

La importancia de la resistencia a factores bióticos y abióticas depende de la incidencia en la región objetivo. En muchos casos estos factores actúan reduciendo la capacidad de acumulación y producción de raíces (i.e. pudriciones radiculares), ó limitando la superficie fotosintética (i.e. plagas foliares), o la calidad de las raíces (i.e. chinche, cochinilla de las raíces). Una selección por rendimiento de raíces por varios años ciertamente va a llevar a que seleccionemos los materiales con mayor resistencia/tolerancia.

BIOTECNOLOGIA

A partir de los años 80 se ha dado un gran auge al área de biotecnología, muchas veces en detrimento de los programas tradicionales de mejoramiento. Muchas de las herramientas que componen el espectro de los que se llama biotecnología son complementarias pero no sustitutivas del mejoramiento tradicional. Técnicas moleculares pueden proveer una pequeña proporción de la diversidad genética necesaria en el futuro para sustentar el mejoramiento de la yuca. Sin embargo, la mayor proporción de la diversidad ha de provenir de recombinaciones convencionales. En el caso de América Latina, se ha difundido el uso de técnicas in-vitro de conservación y transferencia de germoplasma, lo que ha beneficiado ciertamente al cultivo, al permitir un movimiento seguro de germoplasma. Las técnicas de limpieza e indexación de virus han apoyado esta área. Aunque existen algunos intentos de usar marcadores moleculares (Brasil, Cuba), esto parece aún lejano en el horizonte del mejoramiento genético de la yuca en América Latina.

INVESTIGACION EN FINCAS

Es muy probable que no se cometa un error al decir que todos los programas de mejoramiento necesitan estar en contacto con agricultores, directamente o en colaboración con otras instituciones, a los efectos de tener éxito. Este contacto muchas veces se establece al final de un ciclo de selección. Debe de distinguirse entre investigación en fincas e investigación con la participación de agricultores. Muchos programas en América Latina hacen investigación en fincas con poca participación de los agricultores. Sin embargo, existe gran interés en involucrar cada vez más a los agricultores al proceso de selección de materiales; al punto que es uno de los temas centrales de esta reunión.

LIBERACION DE VARIEDADES

Representa la culminación de un largo ciclo de trabajo, y puede decirse que no es un evento demasiado común en nuestros países. Los esquemas de lanzamiento muchas veces tratan de asimilarse a los de otros cultivos (i.e. cereales), lo cual es poco propicio. El éxito de algunas variedades en difundirse depende mucho de la posibilidad de mostrar soluciones para alguno de los problemas urgentes que los productores (pudriciones radiculares en regiones Amazónicas), procesadores (% materia seca en Ecuador), ó consumidores de yuca tienen.

Variedades que muestran aumentos cuantitativos relativamente moderados (aunque sean estadísticamente significativos) para las características de mayor importancia, tienen menores posibilidades de difusión. Hay variedades que se han difundido sin mucha necesidad de un apoyo institucional, otras requieren de un continuo estímulo por parte

de las instituciones en las etapas iniciales del proceso de difusión. En todo este proceso de disseminación de una nueva variedad, los agricultores juegan un rol preponderante.

PRUEBAS REGIONALES PARA LA EVALUACION DE CLONES DE YUCA

Elton Oliveira dos Santos¹

RESUMEN

Este trabajo pretende presentar algunas ideas de investigación sobre las pruebas regionales de una manera muy general y poder así determinar los factores que influyen en la decisión sobre la selección de sitios y localidades, dentro y entre regiones. También intenta analizar algunas consideraciones sobre la interacción entre sitios y años, la conducción de las pruebas y la caracterización de variedades para diferentes usos.

Se concluye que el fitomejorador debe de tener mucha precaución en la escogencia del sitio y de los materiales que han de componer las pruebas. Estas deben ser estructuradas de manera que se permita el cambio anual de variedades agronómicamente pobres por otras más promisorias, constituyendo un número fijo de variedades sin que esto perjudique el análisis conjunto de los datos.

Se destaca la importancia de la participación del productor de yuca en el proceso de evaluación de las pruebas regionales y del uso de microcomputadores para el registro y análisis de datos.

INTRODUCCION

Las pruebas regionales son en general utilizadas por los fitomejoradores con el objetivo de obtener información sobre las variedades o líneas en un amplio rango de condiciones de cultivo que permita tomar decisiones para la liberación o no de los materiales bajo estudio.

Las pruebas regionales hacen parte de la experimentación agrícola cuando se desea probar en la práctica una hipótesis formulada (por ejemplo, ensayo de rendimiento de diez clones o variedades de yuca), o cuando se estudia la causa y el efecto de algún factor (por ejemplo determinación de clones o variedades resistentes a la pudrición raíces de yuca).

La experimentación agrícola puede ser considerada como una arte y a la vez como una ciencia (Reyes Castañeda, 1978). Es un arte al permitir planear, ingeniar o aplicar un agrupamiento de técnicas con la finalidad de eliminar causas extrañas y realizar ensayos

¹ Fitomejorador, EMBRAPA/IPA, Caixa Postal 1022, Recife-PE, Brasil.

de campo, laboratorio e invernadero. Es una ciencia al permitir la aplicación del método científico y un conjunto de conocimientos para el desarrollo de tecnologías que ayuden a formar nuevos tipos de plantas o nuevas prácticas agrícolas que resulten en una mayor producción.

Además, según Reyes Castañeda (1978), para realizar investigación es necesario utilizar una gama de conocimientos agronómicos (multidisciplinariedad) con el objetivo de encontrar respuestas correctas a problemas específicos. Se deben de controlar las fuentes de variación que puedan alterar el comportamiento del tratamiento principal, pues todos los factores que influyen sobre este deben permanecer constantes. Es necesario tener un buen conocimiento del área, sus suelos, topografía, fertilidad, plagas y enfermedades y técnicas de cultivo, junto con un amplio conocimiento de biología, botánica, entomología, fitopatología, fisiología, genética y biometría.

El fitomejorador sabe que el desarrollo agrícola se basa en la investigación integrada de diversas ciencias componentes de la agronomía, empleando la experimentación. Una variedad o cualquier otra innovación tecnológica, al ser introducida en una región necesita de la experimentación para adaptarse o ser aceptable entre los agricultores, debido a que las condiciones de clima y suelo varían de una región a otra o de un año a otro.

Las pruebas regionales tiene su base en la experimentación agrícola, cuya ejecución y organización requiere de fuertes inversiones y necesita de personal técnico especializado. Se necesita una adecuada organización y un amplio conocimiento de los problemas de mayor importancia para el cultivo, a los efectos de orientar los experimentos hacia su solución, con la finalidad de tener una información efectiva para la liberación de la mejor variedad para el productor.

LOCALIZACION DE LAS PRUEBAS

La evaluación y selección de clones o variedades de yuca que tengan una amplia estabilidad y adaptación es deseable en un programa de mejoramiento genético. Para esto, es importante la evaluación y selección de sitios de ensayo, de las condiciones ambientales y las facilidades existentes para su conducción. Un diagnóstico sobre las condiciones de cultivo de la región es muy importante, tanto en caso de investigación en estaciones experimentales, así como en finca de agricultores.

PRUEBAS EN UNA REGION

Hershey (1991) manifiesta que en teoría se deben elegir sitios cuyas condiciones sean muy similares a aquellas en las cuales los agricultores están cultivando yuca, en cuanto a la topografía, a la estructura y fertilidad del suelo, a los patrones climáticos y a las presiones de enfermedad y plagas. Las pruebas regionales dentro de una región

seleccionada pueden ser conducidas por tres tipos de instituciones: instituciones gubernamentales, privadas o programas cooperativos internacionales.

Pruebas regionales en instituciones gubernamentales

Se pueden distinguir diferentes tipos de instituciones gubernamentales, tales como: a) a cargo del gobierno estadual o distrital, como por ejemplo Secretaria de Agricultura; b) a cargo de gobierno federal o nacional, como instituciones nacionales (EMBRAPA, ICA), o centros regionales de investigación; c) otras instituciones (empresa mixta).

Cuando las pruebas regionales son realizadas por instituciones gubernamentales una serie de factores restrictivos están presentes, como: recursos disponible, importancia y prioridad de investigación y aptitud agrícola.

Recursos disponibles

a) Humanos: incluyendo la disponibilidad de técnicos investigadores, científicos y trabajadores para la ejecución y conducción de ensayos.

b) Instalaciones para el preparación de material de plantío, tratamiento de semilla, manejo de material pos-cosecha.

c) Financieros, incluyendo disponibilidad de recursos internos y externos, representados por donaciones privadas o de otras instituciones.

Importancia y prioridad de investigación

Cada institución gubernamental tiene prioridades de investigación que son establecidas en relación a las metas fijadas, la disponibilidad de recursos la necesidad de la investigación por parte de productores, industriales u otras instituciones.

Aptitud agrícola

Es necesario que la institución gubernamental tenga una red experimental representativa, incluyendo a las principales zonas agrícolas de la región. En caso contrario tendrá que ejecutar las pruebas en sitios de otras instituciones o en cooperación con agricultores distribuidos en su area de influencia.

Pruebas regionales fuera de las estaciones gubernamentales

Cuando las pruebas regionales tiene que ser conducidas fuera de la red de estaciones experimentales gubernamentales otras consideraciones deben de tenerse en cuenta.

Los ensayos conducidos fuera de la red experimental oficial son en general más costosos y necesitan aportes adicionales de recursos por parte de la institución financiadora, tanto con relación a recursos humanos como financieros.

Para trabajos en finca de agricultor es esencial que sean seleccionado sitios que tengan buena facilidad de acceso sin obstáculos en ninguna época del año. El área seleccionada debe ser representativa del cultivo de la yuca y donde la misma tenga una importancia considerable en términos de producción y comercialización. Se requiere de cierta facilidad logística como un comercio activo para el producto, facilidad de comunicación, etc. Además el area debe de estar libre de peligros, como robo, intervención no programada de agricultores en el manejo de las pruebas y otros daños de origen humano o de animales.

El productor tiene que ser seleccionado en base a la experiencia de los investigadores y teniendo en cuenta los siguientes requisitos: a) reconocida habilidad con el cultivo de la yuca; b) receptividad e interés en nuevas técnicas; c) disposición para proporcionar el área necesaria; d) habilidad de comunicación con los investigadores; e) reconocida capacidad y disposición de trabajo; f) que su finca tenga fácil acceso y representatividad regional a nivel de sistema de producción, cultivos, suelos, etc.

La institución debe de contar con medios de transporte a disposición, para movilizar material de siembra desde la sede hasta la finca y la conducción de los científicos, cuantas veces sea necesario.

PRUEBAS ENTRE REGIONES

En general las pruebas entre regiones involucran diferentes instituciones, localidades, condiciones ambientales, tecnología productiva y otras variables. Es necesario por lo tanto hacer un diagnóstico previo para detectar las condiciones de cultivo, las instituciones que pueden colaborar, zonas ecológicas similares, etc.

A los efectos de lograr representatividad de los sitios, es necesario hacer un relevamiento climático, con vistas a identificar las areas que posean similitudes de precipitación, temperatura y humedad relativa, así como una representatividad de los suelos de la región en estudio.

Si una institución dispone de una red experimental, con instalaciones adecuadas y facilidad de acceso para desarrollo de los trabajos en los sitios seleccionados, debe ser considerada como un colaborador potencial. Dichas instituciones pueden brindar: apoyo constante; disponibilidad de instalaciones, investigadores y maquinaria; facilidad de acceso y comunicación.

Un mínimo de instalaciones es necesario para una buena conducción de los ensayos. Así el sitio debe disponer de oficinas, equipo de herramientas, trabajadores disponibles y hábiles en el cultivo de yuca y otras facilidades.

ENSAYOS REGIONALES EN RED

En algunos casos las pruebas regionales tienen que ser conducidas en red; involucrando una diversidad de instituciones y países. Para los programas de mejoramiento incluídos en la red, es fundamental tener en cuenta las necesidades de adaptación y características de resistencia de los clones o variedades para el ecosistema en consideración. También se necesita de un buen conocimiento de las diferentes zonas agro-ecológicas de cada país, para posibilitar la introducción, evaluación y multiplicación de los clones elites de regiones similares.

Iglesias (1990) enfatiza que la evaluación y selección de genotipos bajo una combinación de limitantes maximiza la probabilidad de obtener clones con un amplio rango de adaptación y buenos niveles de resistencia a factores climáticos y biológicos adversos. Existen algunas restricciones que limitan la practicabilidad del establecimiento de ensayos regionales en diferentes países. La más importante de ellas es el envío de estacas y el riesgo asociado con la diseminación de patógenos.

Los investigadores nacionales deben aportar información a los efectos de una mejor categorización de sus ambientes particulares y requerimientos específicos. La metodología puede refinarse con ensayos de uniformidad en sitios representativos de las mayores regiones productoras de yuca en América Latina, incluyendo clones elites del programa de CIAT y cultivares de mayor difusión en las diferentes regiones. Debe de promoverse además un intercambio de información más efectivo con respecto al comportamiento del material intercambiado entre países y/o instituciones de la red, ya sea vegetativo o descendencia sexual. Finalmente debe darse una coordinación con aquellos programas con capacidad de manejo de progenies sexuales, a los efectos de evaluar las mismas familias en diferentes localidades de América Latina dentro de un mismo ecosistema.

ESQUEMA DE EVALUACION Y SELECCION

El proceso selectivo de las variedades o clones que participan en las pruebas es variable dependiendo de los objetivos del programa y de la disponibilidad de material. Como en general se presenta una marcada interacción entre genotipos, localidades y años, es recomendable planear ensayos que permitan evaluar dicha interacción.

La evaluación de clones de yuca en las pruebas regionales se hace mediante un esquema que permita la cuantificación del rendimiento, resistencia a plagas y

enfermedades y calidad de producción. Normalmente se consideran de 10 a 20 clones o variedades, apesar de que un número mayor puede ser evaluado con distribuciones en cuadro latino o bloques al azar modificados, que permitan la evaluación de 20 a 40 tratamientos, repetidos entre cuatro a seis.

Las repeticiones de las unidades experimentales que reciben idénticos tratamientos reducen el error experimental aumentando la precisión del experimento. Es por esto que cuanto mayor sea el número de repeticiones, mayor probabilidad habrá de obtener resultados que se acerquen a la realidad. En general, es mejor aumentar el número de repeticiones y tener una unidad experimental más pequeña. Para determinar el número de repeticiones, se hacen ensayos en blanco y se procura determinar el coeficiente de variación. En general, el número de repeticiones debe ser tal que el número de grados de libertad para el error sea mayor de 10 y nunca menor de 4 (Reyes Castañeda, 1978).

El fitomejorador debe de tomar decisiones en cuanto a como proceder con relación al material testado en las pruebas regionales antes de liberar una nueva variedad. Esto se realiza con base en los resultados de ensayos repetidos en varios locales y años. El número de locales es variable y depende de los recursos disponibles y de la dimensión del programa.

Los efectos de años y de la interacción variedad x año, son mayores que los efectos de sitios y de la interacción sitio x año. Simmonds (1979) expresa que esto refleja el hecho de que un grupo de locales, en general es escogido por conveniencia administrativa como por diversidad agrícola. Considera además que sería mejor tener repeticiones de años y de locales dentro de años si se quiere hacer una buena prueba de hipótesis.

Comunmente, es posible escoger un número de sitios homogéneos, más nada se puede hacer con relación al factor años. Una vez definido el número de sitios, y por consecuencia el número de experimentos que serán ejecutados en cada año, el fitomejorador tiene que repetir los ensayos por dos o tres años, para obtener una confirmación de los resultados.

La dinámica del programa determina que un número de variedades sean anualmente sustituidas por materiales más promisorios. El análisis conjunto de los datos todavía podrá ser realizado utilizando la metodología de tratamientos comunes y regulares (Borges, 1994; Pimentel Gómez, 1973).

CONDUCCION DE LAS PRUEBAS

Hershey (1991) menciona que la decisión de los agricultores en cuanto a la adopción de una nueva variedad depende de diferentes factores, tanto económicos como sociológicos, independientemente del valor agronómico que los agricultores vean en ella. El papel del agricultor en la toma de decisiones debe de buscarse a través de una

participación activa, como una manera de facilitar la adopción de la tecnología.

Los fitomejoradores muchas veces hacen sus ensayos en condiciones poco representativas de la realidad del agricultor. Basta mencionar que en algunos sitios el consorcio o asociación de cultivos es ampliamente utilizado como el sistema de cultivo del agricultor, pero algunos investigadores insisten en trabajar con el monocultivo.

La investigación participativa donde se reconozcan la importancia del agricultor, dando a él un papel activo en la investigación, podrá traer buenos resultados para la adopción de nuevas variedades de yuca. Es importante anotar que los agricultores jóvenes son más receptivos a las innovaciones, por consecuencia más aptos a adoptar nuevas variedades o tecnologías. Para esto, al conducir las pruebas regionales en finca de agricultores, se tiene que tornar a los agricultores en parte activa del ensayo, desde la preparación del area, selección del testigo o variedad local, siembra, desmalezado, hasta la cosecha. Se deben hacer evaluaciones conjuntas de todos los materiales principalmente en la época de la cosecha, así como dar al agricultor cuadernos de campo para sus propias anotaciones.

ANALISIS DE LA INFORMACION Y TOMA DE DECISIONES

Para la toma de datos en las pruebas regionales ya se tiene un sistema de registro, con base en la experiencia obtenida por el CIAT durante varios años. Los registros se agrupan en ocho fichas que contienen datos sobre aspectos específicos del cultivo de la yuca (Toro, 1982).

Los datos anotados tienen que ser de fácil manejo y facilitar el análisis estadísticos. El uso de computador es una alternativa a considerar para la toma de datos, dado que permite emplear mejor el tiempo, simplificar el proceso, sistematizar el análisis y evitar errores en la manipulación y transcripción de datos.

CARACTERIZACION DE VARIEDADES PARA DISTINTOS USOS

Los productos y subproductos de la yuca están logrando mayor importancia en el mercado mundial. La yuca tiene una versatilidad amplia en cuanto a su utilización. En la mayoría de los casos los usos principales son para la alimentación humana y animal, con creciente utilización industrial. Todo programa de mejoramiento debe de considerar en su investigación cuáles son las líneas de uso final de mayor importancia.

Cuando un programa tiene como objetivo primario el consumo humano, es necesario determinar el contenido de ácido cianhídrico desde las primeras fases, para identificar tipos con baja toxicidad. También se debe de dar énfasis a otras características tales como porcentaje de materia seca, rendimiento, resistencia a las plagas y enfermedades,

calidad culinaria, índice de cosecha, etc. Variedades que retengan su follaje por largos períodos y que presenten adaptación a sequía son deseables en regiones con limitantes hídricas.

CONCLUSIONES

Las pruebas regionales representan una de las etapas del mejoramiento genético de importancia fundamental para la liberación de materiales, siendo normalmente el último paso antes de que la nueva variedad llegue a manos de los agricultores y consumidores.

Por esto es importante que cada fitomejorador tenga la mayor precaución cuando escoja y defina los sitios y los materiales que irán a componer las pruebas regionales. El número de materiales depende del acervo de su programa, pero debe incluir materiales de alto rendimiento, buena resistencia a plagas y enfermedades, buena adaptabilidad a las condiciones ambientales de la región y excelente calidad culinaria, industrial y/o forrajera.

Las pruebas regionales deben ser conducidas de manera que un número fijo de materiales pueda ser replazado cada año por otros más promisorios, sin problemas al análisis conjunto de datos y la determinación del efecto de interacción genotipo por ambiente.

La participación de agricultores en la conducción del experimento en sus varias etapas es recomendable, evaluando e interrelacionando con el mejorador.

El análisis de los datos obtenidos debe destacar con seguridad a las mejores variedades de yuca en cada año y sitio, para facilitar la selección final y la recomendación al agricultor de yuca.

BIBLIOGRAFIA

- Borges, I.O. 1974. Análise de grupo de experimentos com tratamentos regulares e comuns. In: Bahia, Universidade Federal Escola de Agronomia. Projeto Mandioca: subprojetos de pesquisa para o Nordeste do Brasil. UFBA/BRASCAN NORDESTE. Cruz das Almas-BA. p. 103-110.
- Conceição, A.J. da. 1979. A Mandioca. UFBA/EMBRAPA/BNB/BRASCAN NORDESTE, Cruz das Almas-BA. 382. p.
- Dominguez, C.E. 1985. YUCA: Investigación, Producción y Utilización. Doc. No 50. Programa de Yuca. CIAT/PNUD. Cali, Colombia. 656 p.

- Hershey, C.H. 1991. Consideraciones para el diseño de un programa de mejoramiento de yuca. In: Hershey, C.H. (ed.). Mejoramiento Genético de la Yuca en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. p. 233-256.
- Iglesias, C. 1990. Caracterización de regiones del cultivo de la yuca. In: Iglesias C. y Fukuda W. M. (eds). Memorias de la Segunda Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. CIAT, Cali, Colombia. p 137-145.
- Pimentel, Gómez, F. 1973. Curso de estadística experimental. ESALQ. Sao Paulo. 430 p.
- Reyes Castañeda, P. 1978. Diseño de Experimentos Agrícolas. Editorial Trillas. México. 344 p.
- Simmonds, N.W. 1979. Principles of Crop Improvement. Longman. NY. 408 p.
- Toro, J. C. 1982. Evaluación de variedades promisorias de yuca en América Latina y el Caribe. Memorias de un Taller celebrado en Cali, Colombia. 10-14 mayo, 1982. CIAT, Cali, Colombia. 184 p.

ANALISIS DE ESTABILIDAD Y ESTRATIFICACION DE AMBIENTES EN YUCA

Sergio Rodríguez Morales¹

RESUMEN

Se discuten los resultados obtenidos en un estudio de interacción genotipo-ambiente, realizado con 15 clones en 8 localidades del país, durante 3 años. Se analizan 3 métodos para la estimación de la estabilidad fenotípica para los caracteres fenológicos y el rendimiento de raíces tuberosas comerciales. Con el propósito de agrupar ecosistemas para posteriores trabajos de selección se realizó un análisis de grupos (cluster) y se determinaron las posibles condiciones edafoclimáticas a tener en cuenta. Se demuestra la respuesta diferencial de los diferentes genotipos en los diversos ambientes, por lo que resulta necesario realizar ensayos ecológicos zonales. Los métodos de estabilidad pueden ser empleados indistintamente. Se recomienda seleccionar los sitios o ambientes para los trabajos de fitomejoramiento, priorizando las condiciones edáficas sobre las climáticas y teniendo en cuenta regiones muy peculiares.

INTRODUCCION

El continente africano produce alrededor del 50% del total mundial de la yuca, consumiéndose en múltiples formas. La yuca ha contribuido de manera determinante a la sobrevivencia de muchos pobladores de este continente, sobretodo durante períodos de prolongada sequía.

La yuca, no sólo aporta carbohidratos a través de sus raíces para la alimentación humana, sino que también sus hojas pueden considerarse como una valiosa fuente de proteína vegetal, tanto para animales como para humanos. El almidón puede ser empleado en la industria cervecera, maderera y en la construcción. Por otra parte actualmente se producen algunos almidones modificados, que pudieran tener potencial para el mercado doméstico. Es posible utilizar almidón de yuca, para la producción de edulcorantes y otros productos como almíbares de glucosa, fructuosa y dextrosa, que normalmente se han hecho mediante el desarrollo de la hidrólisis del almidón de maíz. A los múltiples usos pueden hacerse de este cultivo debe agregarse, la rusticidad de la planta y la productividad de la misma.

¹ Director Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado #6, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

El nivel de seguridad que exigen los productores de yuca hace que la introducción de un nuevo clon resulta una tarea difícil. Es por ello que los fitomejoradores, deben trabajar para establecer metodologías que permitan regionalizar genotipos que reúnan las cualidades deseadas por los productores en el más breve plazo.

OBJETIVOS

El trabajo que se describe a continuación, tuvo como objetivos fundamentales los siguientes puntos:

a. Determinar la interacción de algunos caracteres fenológicos y de rendimiento de las raíces comerciales de yuca con el ambiente. Se buscó definir una estrategia futura para el fitomejoramiento del cultivo, con miras a la producción de material de propagación y de raíces tuberosas comerciales.

b. Determinar el método más apropiado para medir la estabilidad fenotípica, poder discriminar los genotipos de yuca, y estudiar cómo se relacionan los métodos en el caso de este cultivo.

c. Analizar la información para determinar zonas edafoclimáticas que puedan emplearse en un futuro para los trabajos de selección clonal. De esta forma, se puede lograr el establecimiento de una red nacional donde se puedan seleccionar los genotipos mejor adaptados a cada región.

d. Recomendar uno o más clones de yuca que tengan potencial productivo superior al de los clones utilizados actualmente, y que además permitan establecer una estrategia de cosecha para disponer de este alimento todo el año en el mercado.

MATERIALES Y METODOS

Clima y suelos de las regiones de experimentación

El estudio se realizó en ocho localidades del país representativas de zonas productoras de yuca. Tres de estas localidades están ubicadas en la región occidental (Candelaria en Pinar del Río, Guira de Melena en La Habana y Bolondrón en Matanzas); otras tres están en la región central (Santo Domingo y Santa Clara en Villa Clara y Camaguey en Camaguey); y las dos restantes están en la región oriental (Velazco en Holguín y Guantánamo en Guantánamo).

Los suelos se caracterizaron (Cuadro 1) según la segunda clasificación genética de suelos de Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1975) y se analizaron empleando las técnicas descritas en la Norma Ramal del MINAG (1980).

Cuadro 1. Clasificación y caracterización de los suelos en ocho localidades cubanas.

Localidad y (provincia)	Clasificación del suelo	Horizonte (cm)	Caracterización del suelo ^a					
			pH		Acidez hidrolítica (meq/100g)	Materia orgánica (%)	P ₂ O ₅ asimilable (ug/100g)	K ₂ O asimilable (meq/100g)
			H ₂ O	CaK				
Candelaria (P. del Río)	Ferralítico cuarcítico lixiviado	0-20	6.3	5.3	3.5	1.3	20.6(9.1)	0.2(0.1)
		20-40	6.5	5.5	1.3	0.7	-	0.3(0.2)
Guira de melena (La Habana)	Ferralítico rojo típico	0-23	7.0	6.5	1.0	2.4	8.2(3.6)	0.2(0.1)
		23-40	7.0	6.3	1.6	1.2	2.1(0.9)	0.3(0.2)
Bolondrón (Matanzas)	Ferralítico rojo hidratado y lixiviado	0-40	7.0	6.4	0.9	3.0	5.7(2.5)	2.6(2.2)
		40-57	7.0	6.4	0.7	1.4	2.5(1.1)	1.8(1.4)
Santo Domingo (Villa Clara)	Pardo con carbonato típico	0-15	7.5	7.2	-	2.7	5.7(2.5)	1.0(0.8)
		15-23	7.5	7.3	-	2.5	4.8(2.1)	1.0(0.8)
Santa Clara (Villa Clara)	Pardo carbonatado gleizoso sobre caliza suave	0-15	7.8	7.0	-	3.5	4.6(2.0)	1.7(1.4)
		15-30	7.2	6.8	-	2.0	1.7(0.7)	0.9(0.7)
Camaguey (Camaguey)	Pardo carbonatado gleizoso sobre caliza suave	0-15	7.8	7.0	-	3.9	4.5(1.9)	1.5(1.2)
		15-30	7.9	7.0	-	2.0	1.7(0.7)	0.9(0.7)
Velazco (Holguín)	Pardo con carbonatos plato- gémicos	0-17	7.4	5.6	2.4	3.8	1.8(0.8)	0.8(0.6)
		17-38	8.1	7.0	0.4	1.5	-	0.5(0.4)
Guantánamo (Guantánamo)	Aluvial diferenciado	0-28	7.4	7.0	-	2.6	4.9(2.1)	0.9(0.7)
		28-50	7.9	7.1	-	1.9	0.5(0.2)	0.7(0.5)

^a Las cifras entre paréntesis indican los contenidos de P y K elementales.

Genotipos estudiados, diseño experimental y características fitotécnicas de los experimentos

Los genotipos estudiados fueron: a) los ecotipos locales Señorita (testigo), Pinera y CEMSA 80-99; b) los híbridos CEMSA 5-28, CEMSA 74-110, CEMSA 74-725, CEMSA 74-2294, CEMSA 74-6329 y CEMSA 74-207, obtenidos en Cuba a partir de progenitores con diferentes procedencias genéticas y c) el clon CMC-40 introducido del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia. Todos estos materiales poseen las cualidades requeridas para el consumo.

Los experimentos se plantaron en todas las localidades en el mes de enero, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se establecieron parcelas de cinco surcos de 8 m de longitud, con distancias de 1.20 m entre surcos y 0.80 m entre plantas. Se evaluaron los tres surcos centrales, y el área de cálculo de la parcela fue de 28.6 m².

En estos experimentos se empleó la fitotecnia convencional que aparece detallada en el "Instructivo Técnico de Viandas Tropicales" del MINAG (1981).

Caracteres analizados y forma de muestreo.

Los caracteres evaluados y analizados fueron:

a) Número de estacas brotadas por parcela. Este número se determinó en las ocho localidades durante los tres años, por conteo directo de las plantas cuyos brotes tuvieron 5 cm de altura como mínimo, a los 30 días de realizada la plantación.

b) Altura de la primera ramificación. Para medir este carácter se tomaron cinco plantas por parcela en cada repetición, y se midió en ellas la distancia en centímetros, entre el punto de unión del tallo primario con la estaca y el primer punto de ramificación. Esta evaluación se realizó 10 días antes de la cosecha, durante los tres años en todas las localidades, a excepción de Velazco.

c) Número de raíces tuberosas comerciales. Se determinó en cada una de las cinco plantas muestreadas por parcela en cada repetición, por conteo directo de aquellas raíces que tuviesen tamaño comercial (superiores a 20 cm de longitud y 5 cm de diámetro). Esta evaluación se realizó en las ocho localidades, durante los tres años.

d) Rendimiento de raíces tuberosas comerciales. El rendimiento se determinó por el peso (t/ha) de aquellas raíces que tuviesen tamaño comercial, en los tres surcos centrales de las parcelas, durante los tres años en las ocho localidades.

Arreglo y modelos estadísticos empleados.

Al finalizar las tres cosechas se realizaron los análisis estadísticos por medio del análisis de varianza (ANVA) factorial, en el que se descomponen los factores del ambiente como efectos principales y sus posibles interacciones con los genotipos. Se utilizó un modelo de efectos fijos de análisis de varianza (Steel y Torrie, 1960).

Se realizaron análisis de estabilidad y/o adaptabilidad para los caracteres: altura a la primera ramificación, número de raíces tuberosas comerciales y rendimiento de raíces tuberosas comerciales. Se emplearon los métodos siguientes: a) modelo de regresión lineal; b) método de la ecovalencia; c) método del coeficiente de variación de los genotipos y d) método de estabilidad y adaptabilidad ambiental. En el caso del modelo de regresión lineal (Eberhart y Russell, 1966). Para cada genotipo se realizó un análisis de regresión lineal del carácter objeto de estudio en cada ambiente, sobre el comportamiento medio de todos los genotipos en los distintos ambientes, llamado "índice ambiental" (I_j). El coeficiente de regresión lineal (b_j) obtenido en cada caso se graficó contra la media general del genotipo en todos los ambientes (H_j), para obtener un gráfico donde cada punto representa un genotipo.

Para el modelo de ecovalencia (Wricke, 1962, 1964 y 1965). Se utiliza el análisis de varianza de los experimentos basándose en las interacciones entre genotipos y los ambientes. Según este método, los genotipos con una baja participación en el valor de las interacciones se consideran estables en el carácter objeto de estudio, y por definición tienen una ecovalencia pequeña. Los genotipos con una gran participación en las interacciones genotipo-ambiente se consideran inestables y presentan un elevado valor en su ecovalencia.

Para la aplicación del método de adaptabilidad ambiental y estabilidad (Bilbro y Ray 1976) el valor del coeficiente de regresión (b_j) se estimó de la misma forma que para el método de Finlay y Wilkinson (1963), y se consideró como una estimación de la adaptación de cada genotipo a los cambios ambientales.

El segundo parámetro de estabilidad estimado fue el coeficiente de determinación (r_j^2) entre el índice ambiental (I_j) y el valor de cada genotipo en ese ambiente (Y_{ij}). Se consideró que un genotipo era más estable cuando su valor de r^2 era más alto. Se docimó el valor de r^2 según Sokal y Rohlf (1969). El clon Señorita se empleó como testigo.

Se hizo la comparación estadística de la eficiencia de los métodos utilizados por medio de la correlación de rango de Kendall, según lo refieren Snedecor y Cochran (1981), para conocer la correlación de los métodos en la clasificación de los genotipos como estables o inestables.

Estudio de agrupamiento

Con el fin de conocer la adaptabilidad de los clones a los diferentes ambientes en los cuales se trabajó, se realizó estudio de agrupamiento para el rendimiento. Para tal fin se hizo un análisis de clusters con los 10 clones, 8 localidades y 3 años, utilizando la distancia euclidiana como índice de similitud y el método de ligamiento completo para realizar los agrupamientos (Tomassone y Tomassone, 1970).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de los ANVA factoriales

Los resultados obtenidos en el ANVA 1, que aparecen en el Cuadro 2, muestran que no existen diferencias significativas entre los genotipos ni entre las localidades, pero sí entre los años para el carácter número de estacas brotadas por parcela. En el caso de las interacciones de primer orden, no hay diferencia significativa para la interacción genotipo x localidad o genotipo x año, pero sí hay diferencias para la localidad x año. También hay diferencias significativas para la interacción de segundo orden genotipo x localidad x año.

La ausencia de significación estadística ($P \leq 0.05$) entre genotipos se debe fundamentalmente a que en Cuba se hace un énfasis considerable respecto a la calidad del material de propagación que se debe emplear en las plantaciones. Así, García y Rodríguez (1983) y Morejón y Rodríguez (1983) recomiendan como material de propagación para las plantaciones comerciales únicamente estacas procedentes de tallos primarios con entrenudos cortos, cuya médula tenga un diámetro igual o menor que el 50% del diámetro total de la estaca. Estas recomendaciones, que coinciden con las planteadas por varios autores, garantizan un elevado porcentaje de brotación, un desarrollo vigoroso de las plantas y un elevado rendimiento de raíces tuberosas comerciales.

Con respecto a las localidades es necesario señalar que durante los tres años el porcentaje más bajo de brotación de estacas se obtuvo en Candelaria (Pinar del Río), donde llegó a 88.8%. No obstante, este valor no resultó significativamente inferior a los valores alcanzados en otras localidades como Guira de Melena (La Habana) y Bolondrón (Matanzas), que obtuvieron hasta un 94% de estacas brotadas.

Al analizar las interacciones de segundo orden se pueden observar diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tres factores analizados. En el ANVA 1 se puede destacar que los valores de las varianzas obtenidos para las localidades, los años y la interacción localidad x año representaron más del 70% de la variación fenotípica total; mientras que ninguna interacción de los genotipos con los factores del ambiente resultó significativa para este carácter.

Estos valores obtenidos corroboraron una vez más que la selección del material de propagación tiene mayor importancia que el clon por sí mismo para garantizar una brotación aceptable.

Cuadro 2. Resultados del ANVA 1 para número de estacas por parcela.

Fuente de variación	G.L.	C.M. ^a
Repeticiones en localidades	72	
Tratamientos	239	
Genotipo (A)	9	15.9
Localidad (B)	7	140.3
Año (C)	2	254.4**
(A x B)	63	9.5
(A x C)	18	14.7
(B x C)	14	52.7**
(A x B x C)	126	10.1**
Error	648	1.4

a. ** Significativo con $P \leq 0.05$

C.V. = 4.77%

Cuadro 3. Resultados del ANVA 2, para la altura de la primera ramificación.

Fuente de variación	G.L.	C.M. ^a
Repeticiones en localidades	63	
Tratamientos	209	
Genotipo (A)	9	30503.0**
Localidad (B)	6	45549.6
Año (C)	2	42155.5
(A x B)	54	4941.8**
(A x C)	18	2930.4**
(B x C)	12	21492.3**
(A x B x C)	108	1622.0**
Error	567	200.4

a. **Significativo con $P \leq 0.005$.

C.V. = 16.11%

Los resultados obtenidos en el ANVA 2, que aparecen en el Cuadro 3, muestran que para el carácter altura de la primera ramificación existen diferencias significativas entre genotipos y para interacciones de primer orden y segundo orden; no existiendo diferencias para el efecto separado de los años y las localidades.

Las diferencias entre genotipos demuestran que, aunque no se conocen con exactitud los factores que influyen en la transformación del ápice vegetativo en reproductivo, sí existen notables diferencias genéticas. Los resultados coinciden con los obtenidos por Cock (1977) y Hunt et al. (1977), quienes plantean que el número de nudos producidos antes de la primera ramificación, el número de ramas formadas en cada punto de ramificación y el tiempo de ocurrencia de las ramificaciones son características varietales, que interacciones con el ambiente en el cual se desarrolla el cultivo.

El hecho de que exista significancia en la interacción genotipo x localidad demuestra que, además de los factores genéticos, es necesario analizar los factores ambientales en el comportamiento del carácter. Aunque realmente no se puede precisar con exactitud cuál o cuáles de los factores ambientales influyen de manera determinante en el comportamiento del carácter (Irikura et al., 1979), sí existen diferencias notables de los genotipos entre las diferentes localidades.

Trabajos desarrollados en el CIAT coinciden con los resultados expuestos, ya que reportan que las condiciones de clima y suelo afectan la producción del material de propagación (Domínguez et al., 1982). Esta producción está determinada por la calidad y la longitud del tallo primario (Rodríguez M., 1979; Montaldo, 1979; Ramanujan, 1980; Cock y Franklin, 1982).

Cuadro 4. Resultados del ANVA 3 para el número de raíces tuberosas comerciales por planta.

Fuente de variación	G.L.	C.M.
Repeticiones en localidades	72	
Tratamientos	239	
Genotipos (A)	9	92.8**
Localidades (B)	7	135.6**
Años (C)	2	48.5**
(A x B)	63	6.5**
(A x C)	18	5.5
(B x C)	14	30.7**
(A x B x C)	126	3.5**
Error	648	1.7**

** Significativo con P = 0.05.

C.V. = 20.0%

Los resultados obtenidos con respecto al número de raíces tuberosas comerciales por planta aparecen reflejados en el Cuadro 4. Se observa que de acuerdo con el ANVA 3 existen diferencias significativas entre genotipos, localidades y años, y también para las

interacciones genotipo x localidad, localidad x año, y genotipo x localidad x año.

La diferencia entre genotipos se debe a la procedencia de los clones objeto de estudio y el comportamiento diferencial del carácter en las localidades se debe fundamentalmente a las diferentes condiciones edafoclimáticas que poseen éstas, las cuales influyen en el comportamiento del carácter. Estos resultados coinciden con lo planteado por Domínguez (1979) y Domínguez et al. (1982).

La significancia de la interacción de segundo orden genotipo x localidad x año indica que existe interacción genotipo x ambiente y es un elemento más que justifica la aplicación de los métodos de estabilidad fenotípica.

El Cuadro 5 muestra los resultados obtenidos en el ANVA 4 para el rendimiento de raíces tuberosas comerciales. Se observa que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre genotipos y para todas las interacciones de primer orden y de segundo orden. No se encuentran diferencias significativas para el efecto separado de las localidades y los años.

Las diferencias encontradas entre los genotipos se deben a la diferente procedencia genética de los mismos. Rodríguez (1978, 1982 y 1984) obtuvo resultados similares en trabajos desarrollados durante varios años en localidades de las regiones occidental, central y oriental de Cuba. Rodríguez (1976), al estudiar cinco clones de yuca en dos localidades durante dos años, obtuvo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre genotipos.

Cuadro 5. Resultados del ANVA 4 para la evaluación del carácter rendimiento de raíces comerciales (t/ha).

Fuente de variación	G.L.	C.M.
Repeticiones en localidades	72	
Tratamientos	239	
Genotipos (A)	9	5016.5**
Localidades (B)	7	5748.4**
Años (C)	2	4082.9
(A x B)	63	285.1**
(A x C)	18	156.0**
(B x C)	14	3976.5**
(A x B x C)	126	134.1**
Error	648	30.4**

a. ** Significativo por $P \leq 0.05$.
C.V. = 15.91%

La significancia encontrada para la interacción genotipo x localidad indica que existe un comportamiento diferencial de los genotipos en dependencia de la localidad (Hershey, 1983; IITA, 1984; Manso et al., 1985). Es necesario tener en cuenta este resultado, ya que el número de clones que hay en la producción es bastante limitado. Resultados similares se obtuvieron con la interacción localidad x año, la cual resultó significativa ($P < 0.05$); esto era de esperarse, considerando las notables diferencias edafoclimáticas de las localidades objeto de estudio. El hecho de que la interacción de segundo orden haya resultado significativa justifica plenamente el empleo de los métodos de estabilidad fenotípica.

Observaciones generales en relación con los ANVA factoriales

Los resultados discutidos muestran que existen notables diferencias en el comportamiento de los caracteres estudiados y su interacción con el ambiente. Las diferencias entre genotipos y localidades carecen de valor cuando se realiza una correcta selección del material de propagación. Sin embargo, para alcanzar un elevado porcentaje de brotación existe una notable respuesta diferencial de los genotipos respecto a los caracteres restantes analizados en los diferentes ambientes.

Resulta importante emplear el método de análisis de varianza factorial para combinar resultados de experimentos y estimar la interacción genotipo-ambiente con vistas a obtener un criterio más acertado para decidir acerca de la selección clonal. Esta selección debe hacerse no sólo teniendo en cuenta la producción de raíces tuberosas, sino además integrando en un mismo individuo otras características fenológicas que garanticen la producción de material de propagación de alta calidad, con mínimos costos de producción.

Análisis de la estabilidad según Finlay y Wilkinson (1963) y Eberhart y Russell (1966)

Al encontrar diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el análisis conjunto de la regresión para altura a la primera ramificación, se estimó un b_i para cada genotipo. Como se puede observar en la Figura 1, cuatro clones (CMC 40, CEMSA 74-110, CEMSA 80-99 y CEMSA 74-725) tienen un b_i cercano a 1; planteado por Eberhart y Russell (1966) como característica deseable. De estos clones, sólo CEMSA 74-110 y CEMSA 74-725 poseen medias con valores superiores a los de la media general.

En el caso del clon CMC 40 es necesario señalar que adicionalmente a su estabilidad, el valor de la media sólo es ligeramente inferior al de la media general. Este clon es utilizado comercialmente en la actualidad y se caracteriza por producir estacas de alta calidad y una relación de multiplicación de aproximadamente 1:7, la cual es aceptable en las condiciones actuales de producción.

Cuadro 6. Coeficiente de regresión (b_1), desviación de la linealidad ($\delta_{ij}/N-2$)² y valores de las medias para los caracteres: altura a la primera ramificación, número de raíces tuberosas comerciales y rendimiento, respectivamente.

Genotipos	Altura de 1a. ramificación			No. de raíces comerciales			Rendimiento en raíces		
	b_1^a	$\delta_{ij}/N-2$	Y (cm)	b_1^a	$\delta_{ij}/N-2^b$	Y	b_1^a	$\delta_{ij}/N-2^b$	Y (t/ha)
Señorita	1.99**	660.8**	118	0.81	1.71	7.6	0.81	42.2	34.7
Pinera	0.78	605.0**	80	0.89	0.60	4.6	0.58**	18.1	26.3
CMC 40	0.78	102.7	80	0.98	1.09	6.5	2.05**	102.9**	34.0
CEMSA 5-28	0.53**	123.6	66	0.77**	1.58	6.5	1.21	38.4	34.5
CEMSA 74-110	0.80	132.4	107	1.01	1.31	6.7	1.20	52.9	33.0
CEMSA 80-99	1.18	235.2	77	0.81	1.03	5.9	1.98**	125.5**	27.8
CEMSA 74-725	1.30	146.1	107	1.05	0.97	7.3	1.18	20.1	44.7
CEMSA 74-2294	0.69**	327.2	69	0.74**	1.26	4.7	0.46**	29.5	18.2
CEMSA 74-6329	0.60**	298.1	69	1.52**	1.32	5.3	1.32**	63.4	38.0
CEMSA 74-207	0.43**	378.0	70	0.98	0.53	6.6	1.20	23.7	36.7
			$\mu=84.3$			$\mu=6.1$			$\mu=32.7$

a. Valores de b_1 con dos asteriscos (**) difieren de la unidad con $P \leq 0.05$.

b. Valores de $\delta_{ij}/N-2$ con dos asteriscos (**) difieren significativamente de cero con $P \leq 0.05$.

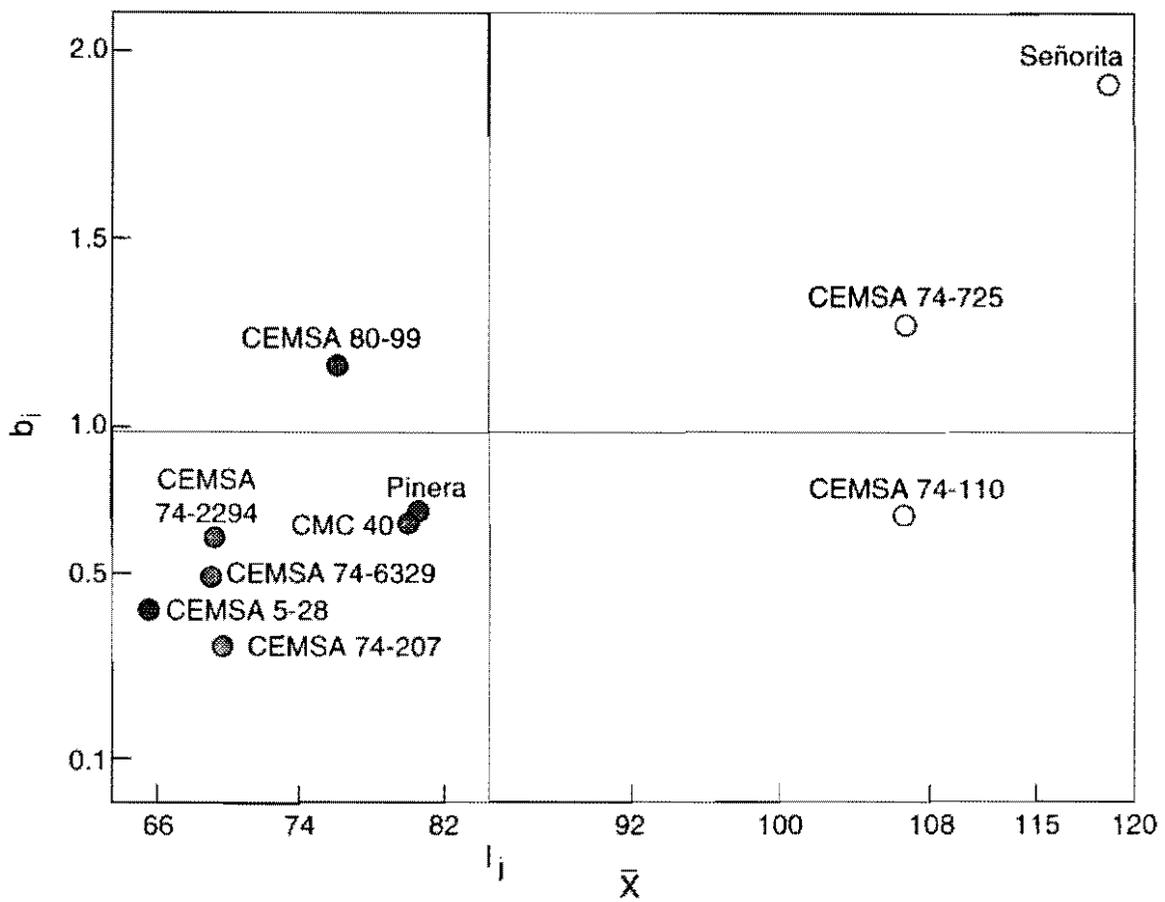


Figura 1. Altura a la primera ramificación.

Los clones Señorita, Pinera, CEMSA 5-28, CEMSA 74-207 se comportaron como inestables. El clon Señorita resultó con adaptación específica a ambientes favorables ($b_1 = 1.99$), aunque debe destacarse que el valor de su media es superior al de la media general. Los restantes clones presentan mejor comportamiento en ambientes favorables y los valores de sus medias estuvieron por debajo de los de la media general (Cuadro 6).

La disponibilidad de clones como el CEMSA 74-725 y CEMSA 74-110, que tuvieron un comportamiento estable, representa una gran oportunidad para el establecimiento de estrategias futuras en el fitomejoramiento del cultivo, ya que la producción de estacas procedentes de tallos primarios resulta una garantía para lograr rendimientos superiores de raíces tuberosas comerciales (García y Rodríguez, 1983).

La confiabilidad de los resultados obtenidos se refleja en el ejemplo del clon Señorita, el cual ha demostrado a través de los años que bajo condiciones favorables es un excelente productor de material de propagación, aunque en un medio adverso su producción resulta limitada.

El análisis conjunto de regresión arrojó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para el número de raíces tuberosas comerciales/planta. Por lo tanto se procedió a estimar un b_1 para cada genotipo. Los resultados obtenidos (Cuadro 6 y Figura 2) demuestran que cinco genotipos (Señorita, CMC 40, CEMSA 74-110, CEMSA 74-725 y CEMSA 74-207) cumplen con los parámetros de estabilidad, y dos clones (Pinera y CEMSA 80-99) reúnen los parámetros de estabilidad, pero sus medias presentan valores inferiores a los de la media general. Los clones CEMSA 5-28, CEMSA 74-2294 y CEMSA 74-6329 resultaron ser inestables ($b_1 = 0.77, 0.74$ y 1.52 , respectivamente). Entre estos clones, CEMSA 5-28 presenta un buen comportamiento en ambientes desfavorables, ya que el valor de su media supera al de la media general, mientras que CEMSA 74-2294, con similar adaptabilidad, tiene una media inferior a la media general, y CEMSA 74-6329 se comportó como un clon adaptado sólo a ambientes favorables.

El hecho de que el 70% de los genotipos se muestran estables es posiblemente debido a que la planta de yuca define el número de raíces tuberosas durante el primer período de su desarrollo, y a que en los clones objeto de estudio no existe una marcada influencia del medio sobre este carácter. Cock (1982) plantea que en la mayoría de las variedades el número de raíces que eventualmente engrosarán se determina en los primeros 2-3 meses después de la siembra. Cock et al. (1979) y Tan y Cock (1979) consideran que el fotoperíodo no influye el engrosamiento de las raíces, y que éste es la respuesta directa de la planta al exceso de carbohidratos suministrados para el desarrollo de la parte aérea.

El análisis conjunto de regresión mostró diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.50$), para el rendimiento de las raíces tuberosas comerciales, por lo que se procedió a estimar el valor de b_1 para cada genotipo y su correspondiente diferencia o igualdad

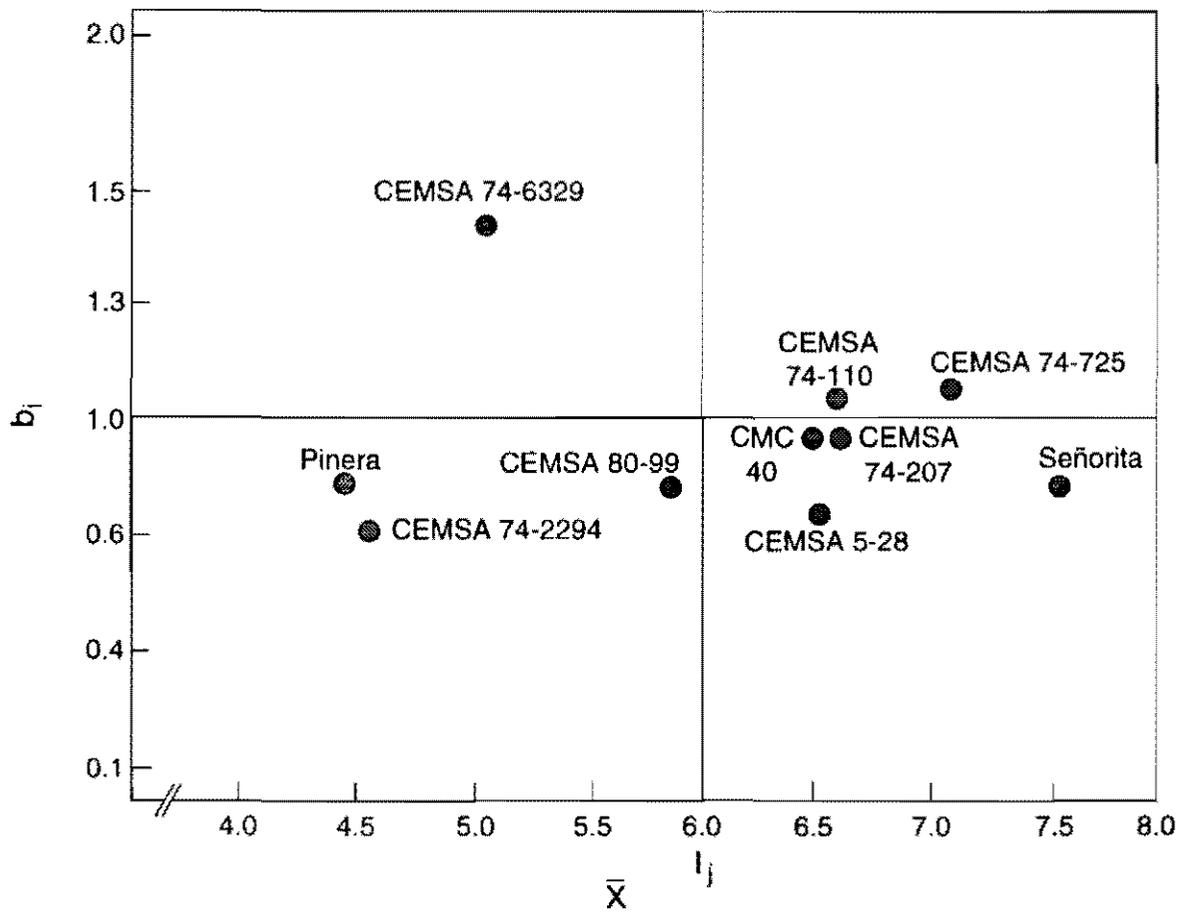


Figura 2. Número de raíces tuberosas por planta.

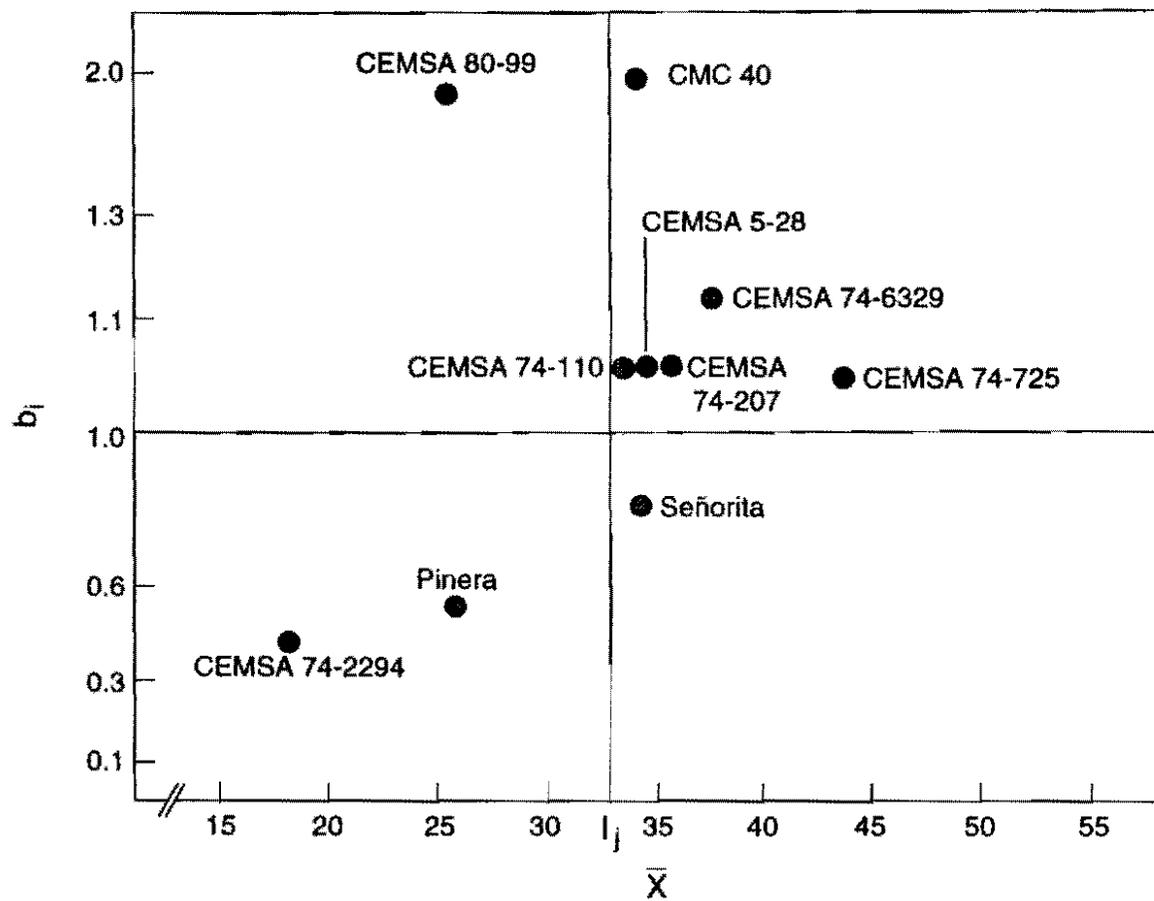


Figura 3. Rendimiento de raíces tuberosas.

con la unidad.

Tomando en consideración los parámetros b_i y $\delta_{ij}/(N-2)$ del Cuadro 6, los clones Señorita, CEMSA 5-28, CEMSA 74-110, CEMSA 74-725 Y CEMSA 74-207 se pueden considerar como estables. Entre éstos, CEMSA 74-725 resultó el de mayor media general, con un coeficiente de regresión no significativamente diferente de 1 y valores de la desviación no significativos. El clon Señorita fue el segundo en el grupo, respecto a la media de su rendimiento. Los clones CMC 40, CEMSA 80-99, CEMSA 74-2294, CEMSA 74-6329, y Pinera resultaron inestables, ya que los valores de los b_i difieren de la unidad. Sin embargo, debe destacarse que los clones CMC-40 y CEMSA 74-207 presentan rendimientos superiores al promedio general. La representación gráfica de los resultados (Figura 3) muestra cómo, de los clones que se comportaron como inestables, unos presentan adaptación específica a ambientes favorables y otros a ambientes desfavorables.

Morejón et al. (1984), en un estudio de interacción genotipo por ambiente realizado en seis localidades, recomiendan el clon CEMSA 74-725 por presentar una elevada estabilidad y adaptabilidad en los diferentes ambientes y porqué además posee una media superior a la del experimento.

Manso et al. (1985) señalan un comportamiento estable de los clones Señorita y CEMSA 74-725 en estudios realizados durante tres años en dos localidades de Cuba: Guira de Melena y Santo Domingo.

Los resultados expuestos y discutidos permiten plantear la posibilidad de aplicar el método de la regresión lineal para discriminar genotipos en el cultivo de la yuca. No sólo se ha tenido en consideración el rendimiento de raíces tuberosas comerciales, sino también otros caracteres de importancia agronómica, los cuales influyen en la decisión sobre la generalización de un clon para la producción. Es necesario señalar que los valores medios de aquellos caracteres que tienen una relación cuadrática con el rendimiento deben analizarse con detenimiento, principalmente cuando el genotipo cumple con los dos parámetros de estabilidad (b_i y $\delta_{ij}/N-2$).

El análisis de la regresión lineal resultó una técnica correcta para expresar y emplear en forma positiva las interacciones de los genotipos con los ambientes. De los 10 genotipos estudiados en 24 ambientes sólo cuatro resultaron estables en el carácter rendimiento de raíces tuberosas comerciales. Entre estos se encuentran el clon Señorita, que es comercial desde el año 1970; el clon CEMSA 74-725, cuya generalización fue aprobada a partir de 1985 y el clon CEMSA 5-28, que se encuentra en fase de extensión agrícola.

Análisis de ecovalencia o método de Wricke (1962, 1964 y 1965).

Como se observa en el Cuadro 7, existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para la altura de la primera ramificación entre los genotipos estudiados respecto a su interacción

Cuadro 7. Valores de las ecovalencias (W_i) y de las medias (X) de la altura a la primera ramificación, del número de raíces tuberosas comerciales por planta y del rendimiento de los genotipos objeto de estudio^a.

Genotipos	Altura 1a. ramificación		No. de raíces		Rendimiento	
	W_i	X (cm)	W_i	X	W_i	X (t/ha)
Señorita	19450 a	118	34.6 a	7.6	545 d	35.0
Pinera	13905 ab	80	15.7 bcd	4.6	588 cd	26.0
CMC 40	3219 e	80	22.9 abc	6.5	909 abcd	34.0
CEMSA 5-28	5427 de	66	29.6 ab	6.5	876 bcd	34.0
CEMSA 74-110	9167 abcd	107	29.7 ab	6.7	843 bcd	33.0
CEMSA 80-99	10442 abc	77	9.1 d	5.9	899 abcd	28.0
CEMSA 74-725	13078 ab	107	31.1 ab	7.3	747 cd	45.0
CEMSA 74-2294	5505 cde	69	26.2 abc	4.7	1656 ab	18.0
CEMSA 74-6329	7376 bcd	69	40.7 a	5.3	1884 a	38.0
CEMSA 74-207	9043 abcd	70	13.8 cd	6.6	1154 abc	36.0

a. Medias sin letras en común para $P \leq 0.05$ según dócima de Duncan.

con el ambiente.

El clon Señorita se destaca como el más inestable, sin diferencias significativas con Pinera, CEMSA 74-725, CEMSA 74-110, CEMSA 80-99 Y CEMSA 74-207, los cuales se pueden señalar como de estabilidad intermedia. El clon CEMSA 74-6329 también se considera de estabilidad intermedia por no presentar diferencias significativas con los anteriores. Se comportaron como más estables los clones CEMSA 5-28, CMC-40 y CEMSA 74-2294, sin diferencias significativas entre ellos. El clon CMC 40 sobresalió por presentar los valores más bajos de ecovalencia (W_1).

Tal como se aprecia en el Cuadro 7, hay diferencias estadísticas significativas entre los genotipos estudiados respecto a su interacción con el ambiente para el número de raíces tuberosas comerciales por planta. Sobresalen los clones CEMSA 74-6329 y Señorita como los más inestables (mayor valor de W_1), sin diferir estadísticamente de los clones CEMSA 74-725, CEMSA 74-110, CMC-40, CEMSA 74-2294 y CEMSA 5-28, que forman un grupo intermedio de estabilidad. El grupo de clones más estables (menores valores de W_1) lo forman los clones Pinera, CEMSA 74-207 y CEMSA 80-99.

En el Cuadro 7 también se puede apreciar que hay diferencias significativas entre los genotipos estudiados respecto a su interacción con el ambiente para el rendimiento de raíces tuberosas comerciales. Según los resultados estadísticos de la prueba de significancia para la comparación de los valores de W_1 , se observa que el clon CEMSA 74-6329 resulta el más inestable, ya que presenta los valores más elevados de W_1 , sin diferencias significativas con los clones CEMSA 74-2294, CMC 40, CEMSA 80-99 y CEMSA 74-207. A su vez, éstos clones no difieren significativamente de los clones CEMSA 5-28 y CEMSA 74-110. A excepción de CEMSA 74-6329, todos los clones mencionados pudieron considerarse de estabilidad intermedia, mientras que el grupo de mayor estabilidad es el que conforman los clones CEMSA 74-725, Pinera y Señorita, por presentar los valores de W_1 más bajos. Dentro de todos los genotipos, el clon Señorita se destaca como el más estable. Resultados similares fueron descritos por Rodríguez (1984).

Morejón et al. (1984), al estudiar 10 clones de yuca en seis localidades, encontraron que dos clones CEMSA 74-725 y Pinera presentaban los valores más bajos de W_1 , sin diferencias significativas con el clon Señorita, entre otros. Sin embargo, Rodríguez (1984) plantea que el clon más inestable (con mayor W_1) resultó ser Puerto Plata, sin diferir de los clones Señorita y Baraguá. Los resultados obtenidos coinciden en el caso del clon Pinera, que fue el de menor valor de W_1 .

El método de la ecovalencia resulta aplicable para la discriminación de genotipos, teniendo en cuenta la estabilidad de los caracteres que se desean investigar. Los grupos constituidos por aquellos genotipos con valores de W_1 similares reflejan el grado de semejanza que existe entre ellos. El genotipo de mejor comportamiento se podría seleccionar con mayor exactitud tomando en consideración los valores medios del

carácter objeto de estudio.

Al analizar la estabilidad del rendimiento en los 24 ambientes estudiados, sólo tres genotipos forman el grupo de clones estables según los valores de W : Señorita y CEMSA 74-725, que son clones comerciales y Pinera que fue comercial hasta el año 1984.

No obstante, es necesario tomar en consideración el clon CMC-40, porque a pesar de no formar parte de los grupos de mayor estabilidad en cuanto al número de raíces tuberosas comerciales y al rendimiento, presenta una de las medias más elevadas con respecto al primero de los caracteres. En cuanto al rendimiento, CMC 40 no tuvo diferencias significativas con los genotipos más estables y su media puede considerarse aceptablemente elevada. Por tanto, teniendo en cuenta que el clon CMC 40 es uno de los más precoces de los existentes en el germoplasma cubano, resulta de gran importancia integrarlo junto con los clones Señorita y CEMSA 74-725, con el propósito de ampliar el rango en el período de cosecha.

Análisis de estabilidad y adaptabilidad según Bilbro y Ray (1976).

De acuerdo con los resultados que se presentan en el Cuadro 8, cinco clones (Pinera, CMC 40, CEMSA 74-110, CEMSA 80-99 y CEMSA 74-725) se pueden considerar adaptados a todos los ambientes, ya que sus valores b , no difieren de 1 para la altura de la primera ramificación. Los clones Señorita, CEMSA 5-28, CEMSA 74-2294, CEMSA 74-6329 y CEMSA 74-207 se comportan como inestables. Entre ellos el clon Señorita se puede considerar como mejor adaptado a ambientes favorables, mientras los cuatro clones restantes lo están a ambientes desfavorables.

Entre los clones que resultaron adaptados a todos los ambientes, sólo dos (CEMSA 74-110 y CEMSA 74-725) presentan valores en la media superiores al valor de la media general. Respecto a la estabilidad medida por el coeficiente de determinación (r^2), todos los genotipos son estables según lo establecido por Bilbro y Ray (1976).

Teniendo en cuenta los valores de b , obtenidos para el carácter número de raíces tuberosas comerciales (Cuadro 8), los genotipos CEMSA 5-28, CEMSA 74-2294 y CEMSA 74-6329 no presentan adaptación general. Los dos primeros se pueden considerar adaptados a ambientes desfavorables y el clon CEMSA 74-6329 adaptado a ambientes favorables. Los clones restantes poseen buena adaptación general, pues los valores de b , no difieren significativamente ($P \leq 0.05$) de la unidad.

En cuanto al parámetro de estabilidad (r^2), no existen diferencias significativas entre el clon Señorita y los clones objeto de estudio. Es importante destacar que la mayoría de los genotipos no presentan diferencias significativas con el clon testigo Señorita, respecto a su adaptación general y tampoco en cuanto a la estabilidad. Esto resulta de gran importancia, ya que exceptuando el clon Pinera, todos los materiales son híbridos o

Cuadro 8. Análisis de la adaptabilidad y la estabilidad según Bilbro y Ray (1976), adaptado¹.

Clones	Altura 1a. ramificación			No. de raíces tuberosas			Rendimiento raíces comerciales		
	b_i	r^2	Y (cm)	b_i	r^2	Y	b_i	r^2	Y (t/ha)
Señorita	1.99**	0.73	118	0.81	0.73	7.6	0.81	0.64	34.7
Pinera	0.78	0.45	80	0.89	0.45	4.6	0.58**	0.46	26.3
CMC 40	0.78	0.90	80	0.98	0.90	6.5	2.05**	0.98**	34.0
CEMSA 5-28	0.53**	0.67	66	0.77**	0.67	6.5	0.21	0.78	34.5
CEMSA 74-110	0.80	0.75	107	1.01	0.75	6.7	1.20	0.72	33.0
CEMSA 80-99	1.18	0.68	77	0.81	0.68	5.9	1.98**	0.80	27.8
CEMSA 74-725	1.30	0.70	107	1.05	0.70	7.3	1.18	0.74	44.7
CEMSA 74-2294	0.69**	0.64	69	0.74**	0.64	4.7	0.46**	0.78	18.2
CEMSA 74-6329	0.60**	0.52	69	1.52**	0.52	5.3	1.32**	0.74	38.0
CEMSA 74-207	0.43**	0.40	70	0.98	0.40	6.6	1.20	0.86	36.4
			$\mu = 84$			$\mu = 6.0$			$\mu = 32.7$

a. Valores de b_i seguidos de dos asteriscos (**) denotan diferencias significativas con la unidad, con $P \leq 0.05$. Valor r^2 con dos asteriscos (**) denota una diferencia significativa con el clon comercial, y un nivel de estabilidad inferior.

ecotipos locales que han sido seleccionados. Además, es necesario tener presente que Señorita es un clon comercial de amplio difusión y se encuentra generalizado en todo el país hace más de una década.

Con relación al parámetro b , para el carácter rendimiento de raíces tuberosas comerciales (Cuadro 8), existen cinco clones adaptados en todos los ambientes: Señorita, CEMSA 5-28, CEMSA 74-110, CEMSA 74-725 y CEMSA 74-207. Adicionalmente, estos cinco clones poseen medias con valores superiores al valor de la media general. Como clones adaptados a ambientes superiores se presentan CMC 40, CEMSA 5-28 y CEMSA 74-6329, y como adaptados a ambientes desfavorables están los clones Pinera y CEMSA 74-2294.

Respecto al parámetro de estabilidad (r^2) existe sólo un clon que difiere significativamente ($P \leq 0.05$) del clon testigo y es CMC-40, pero debe señalarse que se comporta como un clon de gran estabilidad, pues el valor de su r^2 es 0.98.

Rodríguez (1984) al analizar el parámetro de estabilidad (r^2), encontró que tres clones (Pinera, Especial y Baraguá) presentaron valores estadísticamente superiores al testigo, y que el clon Señorita se comportó como un clon inestable. Sin embargo, es necesario señalar que este clon se ha mantenido como comercial durante más de 15 años y que actualmente es uno de los principales del país.

Gálvez (1978) trabajando en caña de azúcar con la variedad B-4362, obtuvo resultados similares; según los parámetros de Bilbro y Ray (1976). Esta variedad se enmarcaba dentro de las variedades adaptables a ambientes desfavorables, y sin embargo estaba ampliamente generalizada en el país. Por tanto, resulta obvio que emplear mecánicamente el criterio del Bilbro y Ray no parece una decisión razonable.

Los resultados discutidos indican que según el método de Bilbro y Ray (1976), el análisis de la estabilidad y adaptabilidad de los caracteres estudiados permite establecer grupos de genotipos cuyo comportamiento difiere en los 24 ambientes estudiados.

No obstante, es necesario señalar que el coeficiente de determinación (r^2) resultó poco sensible para discriminar genotipos. Con relación al carácter rendimiento, sólo un clon (CMC 40) presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en los valores de r^2 con el testigo. Por lo tanto, el método no resultó lo suficientemente riguroso para discriminar los genotipos, como ha sucedido en el caso de los dos métodos anteriormente discutidos.

Comparación de los métodos utilizados para clasificar los genotipos.

Altura de la primera ramificación. En el Cuadro 9 se observan la relación entre b , y los demás parámetros de estabilidad: desviación de la regresión ($\delta_{ii}/N-2$), ecovalencia (W) y coeficiente de regresión (r^2) los cuales resultaron positivos pero no significativos ($P \leq 0.05$), destacándose el valor alcanzado entre b , y W , que fue de 0,52. Al analizar el otro

Cuadro 9. Comparación de la correlación entre los parámetros de cuatro métodos de cálculo para la estabilidad en los caracteres altura de la primera ramificación, número de raíces tuberosas comerciales por planta y rendimiento, empleando el coeficiente de correlación () de rango de Kendall^a (1955).

Métodos / Parámetros ^b	Altura 1a. ramificación					Número de raíces					Rendimiento				
	I		II	III	IV	I		II	III	IV	I		II	III	IV
	b ₁	$\delta_{ij}/(N-2)$	W ₁	r ²	CV _y	b ₁	$\delta_{ij}/(N-2)$	W ₁	r ²	CV _y	b ₁	$\delta_{ij}/(N-2)$	W ₁	r ²	CV _y
I b ₁	-	0.16	0.52	0.43	0.83**	-	0.06	0.38	0.12	0.16	-	0.65*	0.34	0.52	0.43
$\delta_{ij}/(N-2)$	-	-	0.47	0.46	0.25	-	-	0.56	0.29	0.34	-	-	0.25	0.43	0.43
II W ₁			-	-0.02	0.69*			-	0.20	0.29			-	0.52	0.83**
III r ²				-	0.43				-	0.60				-	0.65*
IV CV _y										-					-

a. Valores con dos asteriscos (**) = correlación de rango de Kendall significativo con $P \leq 0.01$; valores con un asterisco (*) = correlación de rango de Kendall significativo con $P \leq 0.05$.

b. Método: I = regresión lineal; II = ecovalencia; III = coeficiente de variación de los genotipos; IV = estabilidad y adaptabilidad ambiental.

Parámetros b₁ = Coeficiente de regresión lineal; $\delta_{ij}/(N-2)$ = desviación de la regresión; W₁ = ecovalencia; r² = coeficiente de determinación; CV_y = coeficiente de variación del rendimiento de los genotipos.

parámetro de estabilidad de Eberhart y Russell ($\delta_{ij}/N-2$) y su correlación con W_i y r^2 se observa que se obtuvieron valores positivos pero no significativos ($P \leq 0,05$) entre $ij/N-2$ y W_i , y en el caso de la correlación entre $\delta_{ij}/N-2$ y r^2 los valores resultaron negativos.

Número de raíces tuberosas comerciales por planta. Los resultados obtenidos (Cuadro 9) muestran que ninguna de las correlaciones entre los parámetros de los tres métodos de cálculo de la estabilidad para este carácter resultan significativas ($P \leq 0,05$). Sólo deben destacarse los valores alcanzados por la correlación entre uno de los parámetros del método de Eberhart y Russell ($\delta_{ij}/(N-2)$) y la ecovalencia (W_i) que fue de 0,56. Las correlaciones restantes, positivas o negativas, no resultaron de interés como para ser destacadas.

Rendimiento de raíces tuberosas comerciales. Los datos del Cuadro 9 indican claramente que existe correlación positiva significativa ($P \leq 0,05$) entre los parámetros de estabilidad del método de Eberhart y Russell. La valorización entre b_i y la ecovalencia (w_i) resultó positiva pero no significativa ($P \leq 0,05$). Luthra y Singh (1974) obtuvieron resultados similares con ocho variedades de trigo en 24 ambientes. Gálvez (1978) informa sobre resultados idénticos en un estudio con 14 genotipos de caña de azúcar en las localidades durante seis años.

En el presente estudio se obtuvieron valores positivos aunque no significativos entre b_i y el coeficiente de determinación (r^2). Gálvez (1978) informa sobre valores significativos pero negativos para la correlación entre b_i y r^2 en caña de azúcar.

Al analizar el otro parámetro de estabilidad ($\delta_{ij}/(N-2)$) de Eberhart y Russell (1966), en su relación con la ecovalencia (W_i), se observa que el valor obtenido fue positivo aunque no significativo ($P \leq 0,05$). Gálvez (1978) obtuvo una correlación positiva y significativa entre ambos parámetros. Se observa una notable tendencia a que todas las correlaciones entre δ_{ij} y r^2 sean relativamente altas.

BIBLIOGRAFIA

- Academia de Ciencias de Cuba. 1975. Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. Rev. de Agricultura 8(1): 47-69.
- Bilbro, J.D. y Ray, L.L. 1976. Environment cotton cultivars. Crop. Sci. 16: 821-824.
- Ceballos, L.F. y Fuentes, C. 1982. Morfología de la planta de yuca. En: Yuca, Investigación, Producción y Utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT), Cali, Colombia. p. 29-48.
- Cock, J.H. 1977. El tipo ideal de la planta de yuca. Seminario Interno. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

- _____. 198. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de la planta de yuca. En: Yuca; investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 51-61.
- _____; Sandoval, G. y Juri, P. 1979. The ideal plant for maximum yield. *Crops Sci.* 19 (2): 271-279.
- Domínguez, C.E. 1979. Crecimiento y desarrollo de la planta de yuca. En: Manual de producción de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. B11-B16.
- Eberhart, S.A. y Russell, W.R. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 3640.
- Finlay, K.W. y Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in plant programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
- Galvez, G. 1978. Estudio de la interacción genotipo ambiente en experimentos de variedades de caña de azúcar (*Sacharum officinarum*, L.) en dos localidades; comportamiento de dos métodos de estabilidad. ATAC, Libros resúmenes. p. 133.
- García, M. y Rodríguez, S. 1983. Estudio comparativo de estacas de yuca (*Manihot esculenta*) procedentes de diferentes partes de la planta. *Ciencia y Técnica de la Agricultura: Viandas Tropicales* 6(1-2): 39-49.
- Hershey, C. 1983. Germplasm and breeding. Annual report for 1982. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia. p. 401-432.
- Hunt, L.A.; Wholey, J. y Cock, J.H. 1977. Growth physiology of cassava (*M. esculenta*, Crantz). *Field Crop Abs.* 30 (2): 77-91.
- IITA (International Institute of Tropical Agriculture). 1984. Research highlights. Ibadan, Nigeria. p. 44-47.
- Irikura, Y.; Cock, J. y Kawano, K. 1979. Temperatura y genotipo; interacción en yuca. En: Yuca, Investigación, Producción y Utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Luthra, O.P. y Singh, R.K. 1979. A comparison of different stability models in wheat. *TAG* 45: 143-149.
- Manso, R.; Tuero, J.M.; Rodríguez, S. y García, M. 1985. Estudio de la interacción genotipo-ambiente, caracteres fenológicos y relación con los rendimientos en yuca. (*Manihot esculenta*, Crantz) Tesis (Ing. Agr.), CEMSA-ISCA (Centro de

Mejoramiento de Semillas Agámicas-Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias), La Habana, Cuba.

- Montaldo, A. 1979. La yuca o mandioca; cultivo, industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, San José, Costa Rica. p. 36-37 y 150-160.
- Morejón, M. y Rodríguez, S. 1983. Relación entre la procedencia de las estacas y la brotación en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*, Crantz), Tesis (Ing. Agr., Cum 'Camilo Cienfuegos').
- Morejón, M.; Rodríguez, S. y García, M. 1984. Interacción genotipo ambiente en 10 clones de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz). Tesis (Ing. Agr.), CUM 'Camilo Cienfuegos'.
- Ramanujan, T. 1980. Influence of late branching on the yielding capacity of cassava under rainfed condition. J. Root Crops. 6(1 y 2): 57-58.
- Rodríguez M., S. 1978. Estudio sobre la estabilidad de 5 clones de yuca en suelos arcillosos, rojos y pardos. En: Centro de Mejoramiento de Semillas Agámicas Fructuoso Rodríguez. Memorias 1969-1975. Villa Clara, Cuba. p. 100-124.
- _____. 1979. Resultados parciales obtenidos en un ensayo comparativo de clones pre-comerciales de yuca. Memorias CEMSA (Centro de Mejoramiento de Semillas Agámicas) 1969-1975. Villa Clara, Cuba. p. 125-139.
- _____. 1982. Actual reglamentación cuarentenaria en relación con semilla sexual y asexual de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz). En Roca, W.M.; Hershey, C.H. y Malamud, O.S. (eds.). Memorias del Primer Taller Latinoamericano sobre Intercambio de Germoplasma de Yuca y Papa. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1982. Cali, Colombia. p. 35-41 y 277-295.
- _____. 1984. Interacción genotipo-ambiente en yuca. Centro de Mejoramiento de Semillas Agámicas (CEMSA), La Habana, Cuba, 10 p. (mimeografiado).
- _____. 1976. Observaciones sobre el germoplasma cubano de yuca. Información directa agrícola No. 8. Centro de Información y Documentación Agropecuaria (CIDA), La Habana, Cuba. 48 p.
- _____. 1984. Mejoramiento genético de los cultivos y raíces y tubérculos tropicales en la República de Cuba. Disertación de Candidatura Univ. de Ciencias Agrícolas Godollo, Hungría. p. 139-166.

- Snedecor, G.W. y Cochran, W.G. 1981. Métodos estadísticos. Editorial CECSA, México.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1969. Biometry; the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman, San Francisco. 776 p.
- Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill. 481 p.
- Tomassone, R. y Tomassone, R. 1970. Métodos multivariados. Curso de Verano. Universidad de la Habana.
- Wricke, G. 1962. Cinc Methodo Zer Ertussog der Okojogischen Streobrelte in Felder. Versoehen Z. Oflanzenzucht 47: 92-96.
- _____. 1964. Zur Berechnung der Okevalens bei Sommer Werzen und Hafer. Z. Pflanzenzucht 52: 127-138.
- _____. 1965. Die Erfassung der Wechselwirkung Zwischen Genotyp und Umwelt bei quantotativen Eigenschafter. Z. Pflanzezuchtung 53: 266-343.

III. EVALUACION DE CLONES AVANZADOS CON LA PARTICIPACION DE AGRICULTORES

Objetivo: Presentar un modelo formulado a partir de una experiencia regional y discutir su posible adaptación a otras regiones y diversos tipos de mercado.

LA INVESTIGACION PARTICIPATIVA APLICADA EN MEJORAMIENTO DE YUCA: UNA VISION GENERAL

Luis Alfredo Hernández R.¹
Carlos Ariel Iglesias

INTRODUCCION

La efectividad para generar tecnologías en el proceso de investigación tiende a ser alta, pero la efectividad para resolver un problema puede no estar relacionada con la capacidad de uso por quien tiene que resolverlo. Los investigadores en general proponen las tecnologías más avanzadas acordes con el nivel científico, y no con la disposición para validarlas con los productores teniendo en cuenta su conocimiento y sus procedimientos tradicionales para comprobar su validez o buscar la manera de mejorarlos (Mata, 1992).

Actualmente se reconoce que la transferencia de tecnología puede ser sostenible cuando se cambian actitudes y comportamientos no sólo de los agricultores, sino también de los investigadores, extensionistas y comunicadores. Así, la investigación la asistencia técnica agraria y la información se ponen al servicio de un tipo determinado de agricultores.

En el proceso de selección de variedades de yuca se ha observado una incapacidad en difundir el uso de los nuevos componentes tecnológicos junto con actitudes de desatención a la experiencia del pequeño agricultor. En parte, esto ocurre por falta de una metodología formal que le permita a los científicos agrícolas poner en práctica la participación de los usuarios finales, aprovechar sus conocimientos, sus habilidades y su capacidad de autoayuda.

Los programas de mejoramiento de yuca normalmente demoran entre 8 a 10 años para generar clones experimentales mejorados, comienzan con un número grande de clones experimentales el cual se reduce en el tiempo según su comportamiento y estabilidad para las características más importantes a juicio de los investigadores. Los genotipos seleccionados al final del proceso, usualmente 1% o menos, se llevan a pruebas regionales o pruebas con agricultores, y solo una o dos variedades resultan exitosas en la región. Sin embargo, no siempre estas variedades se adoptan a pesar de tener producciones estables durante varios años en diferentes localidades y de tolerar plagas, enfermedades y factores edafoclimáticos adversos. En estos modelos, los agricultores

¹I.A MSc. Asociado de Investigación, Programa de Yuca CIAT
PhD. Fitomejorador Programa de Yuca CIAT

participan en el proceso de selección de variedades de yuca en las últimas etapas, convirtiéndose en receptores pasivos de los nuevos componentes tecnológicos. Los investigadores posiblemente excluyan variedades que podrían resultar promisorias desde el punto de vista de los productores. Es así, que los requisitos de adopción no supeditan al componente tecnológico "variedad" en sí, sino a su capacidad de ser adoptable.

Es posible que los agricultores adopten una tecnología si es útil, asequible y si se adapta tanto a su sistema global de producción como al social y cultural. Para generar componentes de tecnología mejorada que puedan ser adoptados por los agricultores es recomendable tener en cuenta los requisitos mencionados, y para el caso de componentes ya generados habrá que ajustarlos a esas características (Mata, 1992). Este podría ser el caso de nuevas variedades de yuca en la que los productores a través de un modelo de participación activo en la evaluación del germoplasma, ayudarían a ajustar el proceso de selección según sus expectativas, previéndose un gran potencial de impacto en una región dada.

Este artículo describe una experiencia piloto desarrollada en la Costa Atlántica de Colombia el Programa de Yuca del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Cooperación con instituciones nacionales, durante el período de 1986 a 1991. El resultado fue un modelo participativo de evaluación de clones experimentales denominado Investigación Participativa aplicado en Mejoramiento de Yuca (IPMY). Con su aplicación se buscaba incrementar las posibilidades de adopción de nuevas variedades conociendo los criterios que los productores usan para elegirlos. Estos criterios podrían ser integrados al de los mejoradores, para refinar la selección en los programas de mejoramiento. La estrategia conectó la investigación y la extensión junto con la retroinformación del agricultor, en un proceso en el que la función de cada una de estas disciplinas fue interdependiente y complementaria con las demás.

Los resultados más sobresalientes a nivel de las instituciones como de los agricultores fueron: a) la adopción de la metodología por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Colombia, b) el establecimiento de una red de pruebas participativas en las principales áreas productoras de yuca del país, c) el conocimiento de los principales criterios de selección de los productores de la Costa Atlántica y su integración con el de los mejoradores de las entidades mencionadas, d) la capacitación de extensionistas, investigadores y agricultores en el modelo, e) el lanzamiento de variedades con alto grado de aceptación, empleando el método como herramienta de la liberación, f) el diseño de alternativas viables en cada paso del método, para que perfectamente puedan incorporarse y utilizarse en otras instituciones de bajos recursos, y g) el incremento de la diversidad genética manejada por los pequeños productores.

Se determinó que la puesta en marcha del modelo requiere entre otras estrategias de: a) entrenamiento, b) montaje de una red de pruebas, c) suministro continuo de semilla, e) y participación interinstitucional.

MATERIALES Y METODOS

El modelo de IPMY se resume en cuatro pasos: a) justificación dada en un marco conceptual que relaciona la investigación tradicional con la investigación en fincas, b) definición de una estrategia, c) pasos de la metodología, y d) aportes esperados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Pasos del modelo de IPMY en Colombia.

Marco Conceptual	Estrategia	Metodología	Aporte
- Diversidad agroecológica en los cultivos.	- Información secundaria, reconocimiento del área y encuestas.	- Información sobre diagnóstico.	- Entrenamiento.
- Principios de la Investigación en fincas.	- Coordinación de actividades interinstitucionales (generación y transferencia).	- Selección del productor.	- Criterios.
- Grados de participación según objetivos.	- Experimentación libre.	- Explicación de la prueba: propósitos. beneficios. riesgos. papel del agricultor.	- Retroinformación.
- Modelo de la investigación tradicional.	- Red de pruebas.	- Selección de clones.	- Ampliación del número de ambientes.
- Modelo de la investigación participativa.	- Glosario de términos.	- Ubicación y demarcación de las pruebas.	- Diversidad genética.
- Hipótesis sobre no adopción.	- Libro de campo y sistematización de la información.	- Evaluaciones.	- Potencial del método.
- Transferencia inadecuada.			
- Tecnologías inapropiadas.	- Entrenamiento.	- Registro de la información.	- Herramienta para la liberación de variedades.
	- Acopio de la información.	- Análisis.	- Capacidad de impacto.
	- Análisis de la información.	- Seguimiento.	

Paso No 1. Marco Conceptual.

En el paso uno se consideraron algunos conceptos básicos de la investigación en fincas para el desarrollo del modelo.

La tecnología es una síntesis y el desarrollo de la misma consiste en sintetizar. La tecnología desarrollada puede ser biológica (variedad), mecánica (maquinaria), química (fertilizante), (económica) o intelectual (práctica). Para ser útil los componentes

tecnológicos desarrollados debe de servir aun sin el control sobre otras variables, y es tanto mas valiosa cuanto mayor sea la gama de ambientes a los que ellas sirven. El fin de la tecnología agrícola es su uso en los sistemas de producción y una estación experimental ciertamente no es representativa de los mismos. Esto ha dado lugar a términos como "investigación en fincas" (Poey y Hildebrand 1989) y "diversidad agroecológica."

Un componente de la investigación en fincas son las pruebas participativas. Representan una manera mas amplia de exponer los resultados obtenidos en la estación frente a un rango de ambientes y usuarios potenciales. Estas pruebas implican una secuencia de actividades en las cuales los clientes (agricultores pequeños, con recursos limitados) se ven involucrados en etapas de: selección, evaluación y transferencia informal de variedades, como una forma de difusión ("grado de participación total"). Con este enfoque la investigación tradicional buscó comprender las circunstancias, metas y limitaciones de los productores. El objetivo fue el de tener una definición correcta de los problemas de investigación o de su importancia relativa en el cultivo de yuca, y evaluar nuevas alternativas en las condiciones de los productores ("investigación participativa"). Uno de los productos esperados con la participación del agricultor es la obtención de variedades con buena adopción.

Paso No 2. Estrategia.

a) Información sobre diagnóstico.

Una actividad previa realizada por los centros experimentales participantes fue un relevamiento del área objetivo bajo cultivo de yuca, (información secundaria) priorizando limitantes que determinaron la necesidad de probar otras variedades diferentes a las locales.

Se hizo un diagnóstico rápido para determinar prácticas agronómicas usuales, épocas de siembra y cosecha, intercultivos principales y la descripción de una "variedad ideal" en la perspectiva del productor ("experimentación libre"). Con esta información se seleccionaron clones experimentales en etapas avanzadas de investigación de los programas de mejoramiento de CIAT y el ICA y se distribuyeron en cuatro subregiones de la Costa Atlántica: Betulia, (Sucre); El Carmen, (Bolívar); Sabanalarga, (Atlántico); y La Colorada, (Magdalena). En esta ocasión se evaluaron de 2 a 4 variedades por finca (experimentación libre).

Estos resultados preliminares sugirieron: a) evaluar un máximo de 10 clones en un mayor número de localidades; b) incluir la opinión de procesadores de yuca (plantas de secado cooperativas), c) desarrollar formatos de evaluación y d) proponer un área de multiplicación de los materiales mas aceptados en el ecosistema del productor.

b. Coordinación de actividades interinstitucionales.

Las actividades fueron coordinadas con instituciones de investigación, organizadas en programas por disciplinas y/o por cultivos, a través de equipos multidisciplinarios asignados a regiones o áreas geográficas específicas. En su mayor proporción lo conformaron profesionales del Programa de Tuberosas de ICA (Grupo de Yuca y Asociados, GRUYA) y la Secretaria de Agricultura de Bolívar. En cada subregión se tuvo los profesionales participantes tenían relación con investigación, ajuste de transferencia de tecnología y en algunos casos con docencia. Estos grupos interaccionaron con agricultores de fincas pilotos, plantas de procesamiento, productores de almidón, productores pequeños, medianos y miembros de cooperativas. Fueron establecidas reuniones de planificación y discusión de resultados a través de foros organizados por GRUYA.

c. Red de pruebas.

Los productores normalmente comparten objetivos comparables, que los llevan a identificar características similares en relación a variedades deseadas, así tengan criterios específicos en la finca (Ashby, 1992). IPMY comenzó el estudio de las respuestas de los productores frente a las nuevas variedades estableciendo una red que llegó a más de 90 pruebas con 500 agricultores participantes (entre 1986 y 1991). Se incluyeron en promedio de 15 a 20 fincas por ciclo para determinar el nivel de estabilidad de las nuevas variedades y el grado de homogeneidad del dominio de recomendación definido previamente por las entidades.

d. Glosario de términos.

Al final de la evaluación se obtienen términos conocidos en una región, pero sin una su equivalencia en el lenguaje técnico de uso profesional. De esta manera la retroinformación sería inadecuada, muy abierta o no correspondería al pensamiento de los productores (Hernández, 1989).

La evaluación abierta fue una herramienta útil en la exploración de los criterios del agricultor. Como un primer paso se pensó en dos estrategias:

- Un estudio profundo de términos y expresiones usados en cada región, para interpretar en forma clara la opinión de los agricultores. Esto se debió a que la información inicial contenía sinónimos, antónimos y frases diferentes con significados iguales.
- Dar a la evaluación abierta una consideración mayor en la entrevista y sólo en caso necesario aplicar la evaluación dirigida al final y como algo complementario.

Para el relevamiento de la información se emplearon técnicas de interrogación e interpretación incluyendo preguntas aclaratorias, que resultaron en la conformación de un

glosario de términos (ver anexo 1).

e. Libro de Campo y Sistematización de la Información.

La obtención de la información se basó en el registro de datos agronómicos, que generalmente los programas de mejoramiento toman según sus objetivos. De esta forma se pretendía interpretar los conceptos u opiniones de los agricultores al manifestar su aceptación o rechazo para una característica dada de una variedad. Se hicieron además mediciones de la incidencia y severidad del ataque de agentes patógenos e insectos, del vigor, del volcamiento de plantas y del ciclo cumplido en el momento de la cosecha. En la mayoría de los casos también se hicieron análisis de suelo y medición de la precipitación.

Los criterios se evaluaron usando una escalas: numérica (1 = bueno, 2 = regular o intermedio, 3 = baja aceptación o malo) y otra representada por signos: (+, ±, -) ambas con significados similares. Así por ejemplo, un contenido bajo en almidón (aguada) es juzgado como una característica negativa (3 = baja aceptación, o = -). El color marrón oscuro de la cáscara de las raíces es una característica exigida por el mercado fresco, lo cual implica que es buena (1 = buena, o = +). Un número de raíces comerciales entre 3 a 4 por planta es una característica calificada como regular (2 = regular, o = ±), etc. Con la lista de los criterios y sus calificaciones fue posible diseñar un sistema de evaluación con el agricultor, que resume la parte esencial del comentario sin perder información. Para el libro de campo se usaron los signos descritos, y para los análisis y presentación de resultados se utilizaron los números.

El Cuadro 2 muestra en detalle las columnas para llenar en la evaluación de un criterio. La primera permite clasificarlo como espontáneo (E) o dirigido (D), y las siguientes tres columnas son las posibilidades para juzgarlo (calificarlo); este cuadro resume las calificaciones posibles. Los ejemplos 1 y 2 indican la forma como se sistematiza la información respecto al criterio "carga" en la evaluación de diferentes variedades.

Cuadro 2. Calificaciones posibles de los criterios

E y/o D	+	±	-
E1	X		
E2		X	
E3			X

E y/o D	+	±	-
D1	X		
D2		X	
D3			X

Ejemplo 1:

Investigador: ¿Qué opina usted de esta variedad?

Agricultor: No me parece buena

Investigador: Por que?

Agricultor: Carga muy poco (pocas raíces por planta)

Investigador:
(Aclaración) ¿Cargar poco es una característica deseable para usted como productor?

Agricultor: No, porque no tendríamos qué vender en el mercado. (Es una mala característica de la variedad el hecho de tener pocas yucas cada mata.)

Ejemplo 2:

Investigador: ¿Cuál es su opinión de la carga de esta variedad?

Agricultor: Muy buena.

Investigador:
(Aclaración) ¿Qué significa muy buena en cuanto a carga?

Agricultor: La que menos carga, tiene seis raíces por planta.

Investigador:
(Aclaración) ¿Seis raíces o más es una característica deseable para usted como productor?

Agricultor: Sí, porque con un buen rendimiento, además de las otras características, me da ventaja en el mercado.

En el primer ejemplo hay que tener en cuenta que:

- La pregunta del investigador es una pregunta abierta, que le permite al agricultor hablar espontáneamente de cualquier característica de la variedad.
- La pregunta aclaratoria permite conocer que el hecho de cargar muy poco califica a la variedad como de baja aceptación.

En este caso, la respuesta es espontánea y la calificación es negativa (Cuadro 3).

En el segundo ejemplo hay que tener en cuenta que:

- La pregunta del investigador es dirigida.
- La pregunta aclaratoria permite saber que seis o más raíces en una planta es una de las características de buena aceptación.

En este caso la respuesta es dirigida y la calificación es positiva (Cuadro 3 , ejemplo 2). La X se debe marcar debajo del signo.

Cuadro 3. Codificación de dos criterios de selección

Ejemplo 1			
	+	±	-
E			X
E3			

Ejemplo 2			
	+	±	-
D	X		
D1			

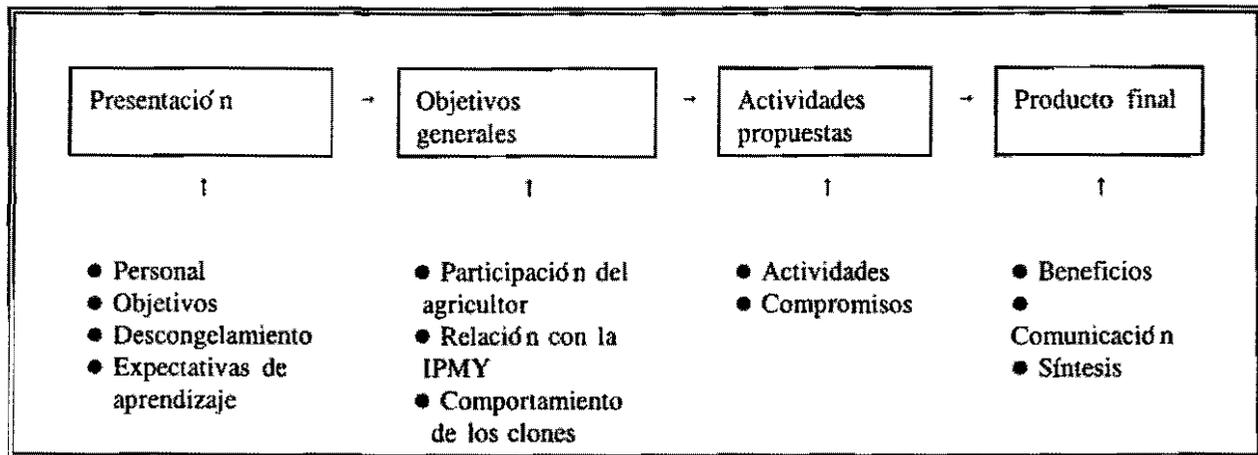
f. Entrenamiento.

Estuvo relacionado con aspectos básicos de comunicación y de diseño y aplicación del modelo. En lo que respecta a comunicación se puso énfasis en los procedimientos empleados por el investigador en fincas para lograr la aceptación de su asistencia personal en el sitio de producción y la comprensión de los objetivos de la investigación.

Una técnica útil usada en la planeación y realización de los diálogos con los productores de yuca fue el uso de flujogramas. Estos permitieron estructurar la comunicación en función de un objetivo, y sirvieron como guías de referencia para llevar un control del cubrimiento de los aspectos para desarrollar la metodología propuesta. El conjunto de actividades indicadas en los flujogramas conformaron las entrevistas, definidas como el encuentro entre dos o más personas, de las cuales el extensionista busca definir criterios de selección (Cuadro 4).

Se realizaron actividades de entrenamiento para actividades clasificadas como: independientes (del agricultor y/o del investigador) y conjuntas (del agricultor con el investigador). Con este propósito el ciclo vegetativo fue dividido en tres etapas: inicio, intermedio, final. En ellas se desarrollaron los dos tipos actividades; las independientes (evaluaciones agronómicas de variables predeterminadas por los mejoradores de ICA y CIAT) y las actividades conjuntas (evaluaciones subjetivas).

Cuadro No 4. Flujograma para explicar los objetivos de la IPMY en un dialogo inicial con el productor.



g. Acopio y procedimiento para el análisis de la información.

Se planteó la estrategia de centralizar toda la información de la Red en una localidad y un participante, buscando que el análisis: fuera oportuno y del total de la información, y contara con el apoyo y recursos de la unidad de servicios de datos de CIAT. En las reuniones de GRUYA se discutieron las posibilidades para analizar la información, dando énfasis a análisis sencillos que permitieran tener a mano los resultados de un año, al planificar las actividades para el ciclo siguiente.

Paso 3. Metodología desarrollada.

a) Selección del agricultor.

La selección de agricultores se basó en la experiencia local de cada extensionista y/o investigador, teniendo en cuenta objetivos de la evaluación, además de las siguientes consideraciones:

- Agricultores reconocidos en su comunidad como experimentados en el cultivo de yuca.
- Interés en la prueba y disposición para proporcionar el área necesaria. (500 m² aprox).
- Habilidad de comunicación con los científicos (capacidad y disposición de transmitir sus pensamientos).
- Ubicados en zonas de fácil acceso a los mercados existentes en la región.
- Aquellos que sean representativos de la región en términos de sistemas de producción, cultivos, suelos, etc.

b) Explicación de la prueba.

Se instruyó a los agricultores sobre los objetivos, beneficios y riesgos, responsabilidades y su papel en la prueba, desde su aceptación a participar en cada una de las evaluaciones programadas.

Los objetivos se plantearon como un aporte continuo de las experiencias del productor, sus expectativas y conclusiones, frente a la alternativa propuesta. De este modo las variedades evaluadas por ellos son un instrumento que identifica criterios de selección para incorporarlos a los programas de mejoramiento.

Se explicaron los elementos de riesgo de las pruebas, para evitar falsas expectativas, ya que se trata de indagar el comportamiento de las variedades para las cuales se desconoce sus respuestas. Los beneficios para el participante son los de obtener la semilla de clones promisorios y en algunos casos el producto de la cosecha. Dado que su contribución en esta actividad representa un servicio para la comunidad agrícola de su región, su participación tiene gran importancia frente a los demás productores.

Se le asignó al agricultor un papel activo en la investigación para movilizar toda su experiencia en la aceptabilidad o rechazo de las nuevas variedades, buscándose en una información razonable y seria. El agricultor tuvo una función de enseñanza, lo cual dio la oportunidad de conocer además la terminología agrícola local, indispensable en la interpretación de sus conceptos.

c. Selección de clones

Los clones evaluados provinieron de los programas de mejoramiento en etapas avanzadas de investigación.

Se recomendó que dentro de una región de características ambiente relativamente uniformes, el grupo de variedades experimentales fuera idéntico, variando únicamente los cultivares locales.

d. Ubicación de la prueba dentro de las fincas escogidas.

Se escogió el sitio y el lote dentro del área que tenía el agricultor para la siembra propia. El agricultor consideró la prueba como parte de su siembra. Fue útil discutir con él las razones de la elección, considerando los criterios referidos al suelo en general.

e. Demarcación de parcelas.

El productor estuvo involucrado en todo el procedimiento, dejándole libertad de decisión en la distancia de siembra, intercultivo, posición de la estaca y manejo de la prueba durante todo el ciclo. El recibió orientación sobre demarcación de las parcelas, distribución

de los clones, identificación, etc.

f. Análisis.

Fundamentalmente los análisis de la información se refirieron a análisis descriptivos y aquellos realizados con ayudas computacionales.

En los análisis descriptivos se estudió la interpretación y frecuencia de expresiones, el diseño y manejo de las escalas de evaluación, el juzgamiento de los criterios, los ordenamientos de las variedades, los ordenes de preferencia por variedad, la complementariedad de la información agronómica con la subjetiva de los productores y el análisis de un conjunto de pruebas determinando el comportamiento de las variedades a través de las localidades.

Son varias las alternativas de análisis con ayuda del computador, tales como los análisis de sensibilidad varietal, de correspondencia, de componentes principales y conglomerados (regresión logística para análisis de preferencia). Con estos análisis se comprobó la validez de los análisis descriptivos.

RESULTADOS

Primeros ciclos de evaluación.

La interpretación de opiniones de los productores obtenidas a través de evaluaciones abiertas, suministró un listado de términos diferentes para definir el mismo aspecto: sinónimos, antónimos y frases que integran varias características. Por ejemplo: almidón, tesa, harina, y seca (son sinónimos), en tanto que aguada, vidriosa, y rucha (son antónimos). Todas las expresiones se refieren al contenido de almidón de las raíces. También se listaron sinónimos referidos al número de raíces comerciales tales como rendimiento, parir y producción. De otro lado, se conocieron también frases como, "buena para el mercado", la cual integra características apropiadas sobre el color de la cáscara, la pulpa y la corteza. Las técnicas de comprobación empleadas, tradujeron los conceptos a términos técnicos para construir las tablas de frecuencias. Este fue el resultado mas relevante en los primeros ciclos que permitió la definición exacta de los "criterios".

Resultados interesantes fueron observados en las primeras tablas de frecuencias de los posibles criterios de selección. Los mayores porcentajes, se referían a conceptos relacionados con la raíz. Es posible que la expectativa del productor se incline más hacia la producción sin desconocer que otras características referidas a tipo de planta sea importantes.

Cuadro No 5. Interpretación de algunos conceptos de los productores.

Términos referidos a:	Sinónimos	Antónimos
Contenido de almidón de las raíces.	Harina. Tesa. Seca.	Vidriosa. Aguada. Rucha.
Número de raíces comerciales.	Parir. Cargar. Producir. Rendir	
	Frases Integrales.	
"Buena para el mercado fresco" (exigencia referida a la raíz).	Color oscuro de la cáscara, pulpa blanca, corteza morada y buen grosor.	

La retroinformación de los productores a los mejoradores mostró entre otros aspectos la relación entre comportamiento agronómico con la aceptación. Un ejemplo de ello es el clon CM 1355-2, el cual presentó más baja tolerancia a ácaros en las pruebas ubicadas en Bolívar con respecto a las de Córdoba, Sucre y Magdalena, lo cual hizo incrementar su rechazo en aquella región. Los datos señalaron también que los productores de la Costa Atlántica aceptan o rechazan variedades teniendo en cuenta el mercado fresco. Así es que, variedades como CM 3306-9, MCol 72 y CM 681-2, no fueron aceptadas por el color claro de la cáscara de la raíz. El análisis del criterio indicó además que por cambios de la intensidad en el color de la cáscara, también se disminuía la aceptación. Esto fue confirmado con el clon CM 3555-6, rechazado en algunas localidades por presentar un tono mas claro que el de la variedad regional.

Colores crema o amarillos de la pulpa de las raíces indicaron baja aceptación de variedades como CM 3408-1, CM 3750-5 y MCol 72. Cambios en el contenido de almidón por estrés, lo cual disminuye la calidad culinaria, provoca una baja aceptación de algunos clones este fue el caso de CM 523-7 en varios sitios.

Clones con promedios inferiores a 4 raíces comerciales por planta y calificaciones regulares del grosor y tamaño de la raíz, presentan una aceptación intermedia a baja. Por esta razón Venezolana y P-12, variedades regionales, fueron menos preferidas que algunos de los clones experimentales (Cuadro 6).

Los clones experimentales rechazados en un ciclo. (alrededor de tres de los diez evaluados), fueron sustituidos en el ciclo siguiente por otros clones seleccionados de acuerdo a las opiniones de los productores. Entre tanto los de intermedia a mayor aceptación se evaluaron nuevamente. Los resultados promedios luego de varios ciclos de evaluación mostraron a dos clones con aceptación alta para la mayoría de los productores, y estabilidad en los principales parámetros agronómicos. Estos materiales (CG 1141-1, CM 3306-4) fueron clasificados por la entidad nacional como clones de prelanzamiento a partir del tercer ciclo.

Cuadro 6. Retroinformación de aceptación intermedia a baja para los primeros clones evaluados con productores de la Costa Atlántica.

Clones Experimentales.	Aceptación Intermedia a Baja, debida a:
CG 1355-2 *	Susceptibilidad a ácaros.
CM 3306-6	
MCOL 72	Color claro de la cáscara de la raíz.
CM 681-2	
CM 3555-6 *	
CM 523-7	Cambios en el contenido de almidón.
CM 3750-5	
MCOL 72	Color crema o amarillo de la pulpa.
CM 3408-1	
Venezolana *, P12.	Número y grosor de las raíces comerciales.

* En algunas localidades.

Cuadro 7. Promedios de los parámetros altura de la planta (ALT.PLANT), altura de la primera ramificación (ALT.PRIM.RAMIF), rendimiento de raíces frescas (REND) y aceptación de los clones de prelanzamiento y Venezolana asociado con maíz, otro cultivo (OTRO CULT.) y/o en monocultivo (MONOC). 1989-1990 Costa Atlántica.

Sist. cult.	CG 1141-1				CM 3306-4				MCol 2215*			
	Yuca/ Maíz	Yuca/ otro cult.	Yuca Monoc.	\bar{X}	Yuca/ Maíz	Yuca otro cult.	Yuca monoc.	\bar{X}	Yuca/ Maíz	Yuca otro cult.	Yuca Monoc.	\bar{X}
Alt. plant ¹ (cm)	187	184	183	191	224	219	225	223	183	200	170	188
Alt. prim. ramif (cm)	90	98	79	88	105	103	89	92	122	108	91	107
Nivel ramif	1.7	1.5	1.0	1.4	2.4	2.5	2.1	2.3	1.6	1.7	1.6	1.6
Rend. (t/ha)	18	27	27	24	18	18	23	19	11	15	17	14
Acep. ^{**}	1.0	1.3	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	2.0	2.0	1.8	1.8

* Venezolana

** Calificación subjetiva de los agricultores, donde 1 = buena, 2 = regular

¹ número de ramificaciones

Los datos del Cuadro 7 explican la aceptación de los clones de prelanzamiento en asocio con otros cultivos y en monocultivo. Los promedios indican que con el manejo del agricultor. Los rendimientos de raíces frescas en monocultivo comparado con la asociación con maíz, se reducen en 35% para "Venezolana" mientras que para CM 3306-4 y CG 1141-1 la reducción es de alrededor del 30%. Esto contribuye a explicar mayor la aceptación, tanto en monocultivo como en asociación, de estos nuevos materiales.

Se interpretaron los criterios del productor (subjetivos) en relación a los parámetros evaluados por el investigador (escalas cuantitativas). El Cuadro 8 indica que el 86.4 % de las calificaciones referidas al número de raíces comerciales fueron buenas, y que el promedio aritmético del número de raíces para este grupo de variedades fue de 5.4 raíces comerciales/planta. Para el criterio, almidón, el 70% de las observaciones tuvieron calificación buena, las cuales presentaron un valor cuantitativo promedio de 36.7% de contenido de almidón.

Cuadro 8. Análisis descriptivo de dos criterios.

Criterios	E1D1*	%	Evaluación agronómica
Número de raíces comerciales	70	86.4	5.4
Almidón	57	70	36.7

* Calificación: E= espontánea, D= dirigida, 1 = buena.

Fue posible realizar un análisis global de todas las pruebas a través de varios años. El Cuadro 9 muestra el análisis comparando los criterios de aceptación y las evaluaciones agronómicas de 8 clones experimentales y dos variedades locales.

En este cuadro se confirmó que el rendimiento de raíces frescas (Rend) no es la única característica que determina la aceptación por los agricultores. Algunas variedades pueden tener rendimiento igual o superior a aquellas de mayor aceptación, y sin embargo ocupar posiciones intermedias, por ejemplo CM 3372-4. Para los productores el número y grosor de las raíces comerciales, tiene mucha importancia en la aceptación, complementado con el color de la cáscara de las raíces como una exigencia del mercado fresco. El contenido de almidón de las raíces es una característica que debe considerarse integrada con los aspectos de producción. Las variedades locales ocupan posiciones intermedias de aceptación, cuando dichos aspectos son evaluados por los agricultores como regulares.

La producción de semilla (Semi) es un criterio que no fue contrastante entre las variedades, evaluadas pero puede en algunas definir su aceptación.

Cuadro 9. Comparación de los criterios de aceptación con las evaluaciones agronómicas utilizando promedios ponderados (16 localidades, 138 agricultores).

Variedades	Criterios de los agricultores (1)						Eval/invest. (2)		
	Rcom.	Grai.	Colc.	Tama.	Almi.	Semi.	Ac.	Ms	Rend.
CG 1141-1	B	B	B	B	B	B	1.1	37	23
CM 3306-4	B	B	B	B	B	B	1.1	38	21
CM 3306-19	B	I	B	I	I	B	1.4	33	25
CG 1355-2	B	I	B	I	I	B	1.6	33	24
CM 3555-6	B	B	I	B	B	B	1.7	35	21
CM 3372-4	B	I	B	B	B	B	1.7	35	24
CM 523-7	I	I	B	I	B	I	1.8	37	21
CM 3306-9	B	I	P	I	B	B	1.9	36	20
Variedades									
locales	I	I	B	B	B	B	1.8	35	17
MCOL 1505	I	I	B	B	B	B	1.9	36	16
MCOL 2215									

NOTA:

(1) Criterios de los agricultores; calificación subjetiva del criterio dado por los agricultores como: B = buena, I = intermedia, y P = poca aceptación. Rcom. = raíces comerciales por planta, Grai. = Grosor de la raíz, Colc. = Color de la cáscara de la raíz, Tama. = Tamaño de la raíz, Almi. = Contenido de almidón de la raíz, Semi. = Producción de semilla.

(2) Eval/invest. = evaluación del investigador; Ac. = Aceptación o calificación general promedio de todas las localidades (escala 1 = buena, 2 = intermedia, 3 = baja); Ms = Materia seca (%); Rend. = Rendimiento de raíces frescas (t/ha).

Para la aplicación de "componentes principales" en los análisis fue necesaria la homogenización de los datos y la formación de una matriz de correlación para la obtención de valores propios. Se utilizaron datos estandarizados (media cero y varianza uno) con el fin de homogeneizar las magnitudes. El Cuadro 10 muestra los valores propios de la matriz y la proporción de la variación total explicada por cada uno de los componentes. El primer componente explica alrededor del 17% y el primero más el segundo el 34.58% de la variabilidad total observada. Fue necesario considerar hasta 6 componentes para explicar el 66.78%, que de acuerdo con el tipo de la información analizada y la experiencia de otros trabajos, se consideró apropiado.

El análisis individual de los efectos varietales fue otra de las herramientas probadas para el manejo de la información. En este análisis se evaluó la preferencia de los agricultores para determinar el grado de aceptación de variedades experimentales y regionales. Después de escoger las variedades más comunes en todas las pruebas, se seleccionaron 10, incluida la variedad "Venezolana", por ser la más sembrada como testigo local.

Cuadro 10. Valores propios y proporción de la variación explicada (cálculos a partir de la matriz).

Componentes principales	Valores propios	Proporción de la varianza total explicada	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
1o.	0.20759	17.54	17.54
2o.	0.20460	17.04	34.58
3o.	0.16681	11.33	45.91
4o.	0.14762	8.87	54.78
5o.	0.12972	6.85	61.63
6o.	0.11251	5.15	66.78

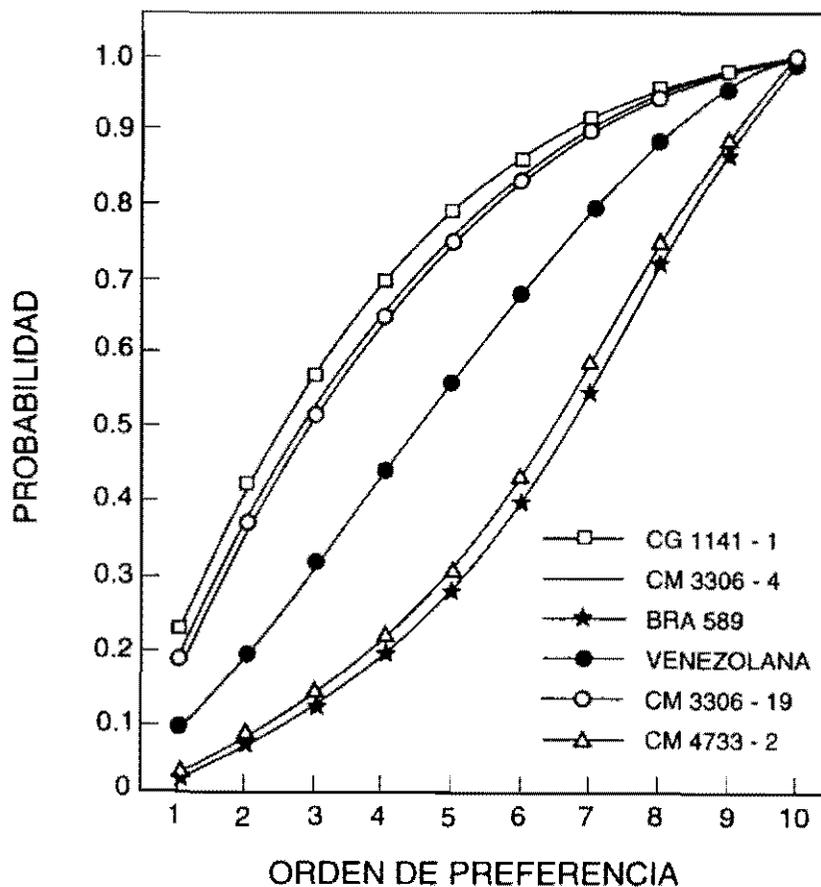
La clasificación según la preferencia de los agricultores representa una evaluación ordinal. En ella se le asigna valor 1 a la variedad que en la prueba fue la más preferida; valor 2 a la variedad en segundo lugar y así sucesivamente, hasta que se le asigna valor 10 a la variedad menos preferida. En caso de empate en algún puesto, se asignó ese puesto a todas las variedades empatadas y a las siguientes el puesto que les correspondería si no se hubiesen presentado empates en los procedimientos. El análisis individual de los efectos varietales (Cuadro 11), permite identificar aquellas

Cuadro 11. Análisis de los estimadores de los efectos varietales por máxima verosimilitud, para el modelo de preferencia de 10 variedades de yuca.

No.	Variedades	Efecto estimado	Error estándar	$X^2_{(1)}$	Prob (X^2)
1	CG 1141-1	0.9720	0.364	7.14	.0076
2	CM 3306-4	0.7199	0.361	3.99	.0459
3	CM 3306-19	0.7585	0.376	4.07	.0437
4	CM 3372-4	-0.3217	0.372	0.75	.3875
5	CM 3555-6	-0.0087	0.364	0.00	.9808
6	CM 4733-2	-1.1597	0.398	8.51	.0035
7	CM 4843-1	0.3923	0.391	1.01	.3153
8	COL 1505	0.0592	0.399	0.02	.8822
9	BRA 589	-1.2281	0.399	9.49	.0021
10	VENEZOLANA	-0.0652	0.451	0.02	.8847

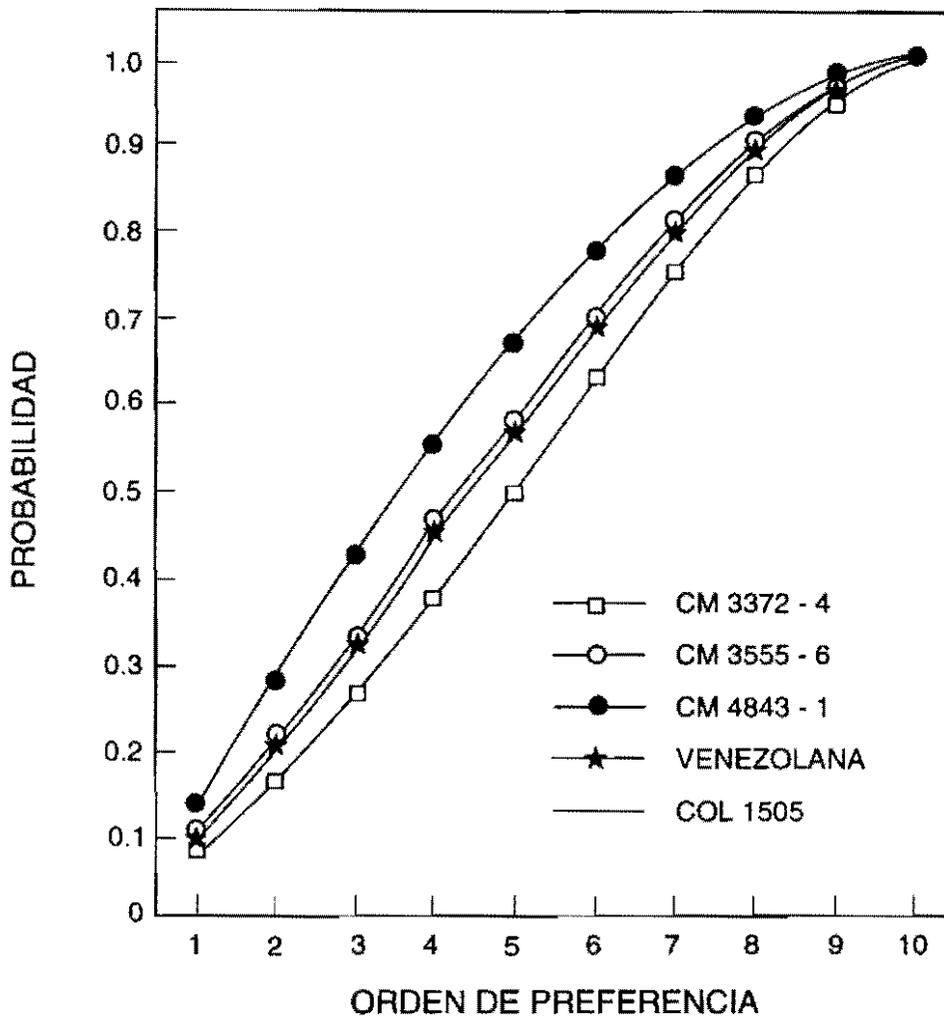
variedades con parámetro positivo (CG 1141-1, CM 3306-4 y CM 3306-19) como las más aceptadas. Las variedades CM 4733-2 y BRA 589, con parámetros negativos, son las de menor aceptación en la zona. Las demás variedades, incluida la "Venezolana", tienen una aceptación intermedia.

En las Figuras 1 y 2 se puede observar la comparación de la preferencia de las variedades. En el caso de variedades altamente preferidas los primeros puestos de preferencia son del 1 al 4, estabilizándose del puesto séptimo en adelante (CG 1141-1, CM 3306-4 y CM 3306-19). Al contrario, las menos preferidas tienen crecimiento lento en la probabilidad acumulada en los primeros puestos, la cual se acelera del octavo puesto en adelante, reflejando su baja aceptación (CM 4732-2 y BRA 589). Este método ha sido adoptado por el ICA y se implementa en la actualidad en su esquema de mejoramiento.



Compara las variedades más extremas en preferencia y la variedad Venezolana

Figura 1. Análisis de preferencia de 10 variedades de yuca en la Costa Norte de Colombia.



Variedades con preferencia intermedia.
 Nota: Col 1505 y Venezolana están superpuestas.

Figura 2. Análisis de preferencia de 10 variedades de yuca en la Costa Norte de Colombia.

DISCUSION

IPMY es una metodología que permitió conocer criterios de selección de pequeños productores de yuca. Para el mejorador algunos de ellos eran considerados, otros modificados por la metodología de selección y otros desconocidos o no tenidos en cuenta. Producción es un criterio en común para productores y mejoradores, pero la relación entre lo que los investigadores consideran como producción y la aceptación, para un clon debe tener buena producción además de otras características como grosor, color de la cáscara., etc, para que su aceptación sea buena. Es posible que la metodología de selección pueda cambiar los colores de la cáscara y de la pulpa, al mejorar otros criterios relacionados con la producción, pero en estos casos se gana en atributos agronómicos y se pierde en aceptabilidad de los productores. Criterios referidos al grosor de las raíces y la facilidad de arranque, entre otras características, no tenían mucho peso en los programas de mejoramiento o se le daba ignoraba.

IPMY también permitió conocer más a fondo los ecosistemas. Las evaluaciones de mejoramiento en el mundo se hacen bajo monocultivos y con dosis de fertilización básica para mantenimiento. En la Costa Atlántica, los agricultores asocian su cultivo preferiblemente con maíz y casi ningún productor fertiliza.

Es conocido que los productores cultivan más de una variedad de yuca en sus fincas. Estas cumplen diversos objetivos, que definen áreas de explotación. Los productores conservan semilla, no sólo de las mejores variedades, sino que también siguen sembrando otros clones experimentales que a su juicio tienen potencial para otras necesidades, incrementando la diversidad genética a nivel de finca.

La retroalimentación del agricultor permitió afinar el proceso de selección del mejorador. parámetro raíces comerciales es evaluado por el mejorador, y puede asociarse al grosor de las mismas como un refinamiento del criterio. De igual forma el tono del color de la cáscara, el número de raíces comerciales por planta, el número de ramificaciones etc., definen un perfil de la variedad deseada que antes no se consideraba en conjunto.

Las metodologías de trabajo que incluyen a productores tienen varias modalidades. Algunas generan información relacionada con en aspectos sociológicos o antropológicos del productor. Otras obtienen además información agronómica pero no existe conexión entre ambas. En la experiencia de IPMY priman los resultados agronómicos y técnicos como instrumentos para la interpretación de la experiencia subjetiva del productor. Este método entrega un producto práctico, sencillo y eficiente que busca equilibrar paso a paso el conocimiento científico con el del productor.

El enfoque inicial de IPMY fue desarrollar métodos de evaluación con productores para ayudarlos en el proceso de expresión de "criterios" frente a alternativas tecnológicas (variedades) la evolución llevó a la selección de variedades "prototipo", como producto del trabajo conjunto de productores y científicos. La verificación de criterios de selección ha

determinado la etapa de validación y adaptación, donde profesionales de ajuste y transferencia de tecnología identifican posibles variedades para posterior liberación, considerando por primera vez el grado de aceptación de los productores. En resumen, IPMY no fue diseñado para liberar variedades, pero el enfoque de aceptabilidad del productor en el modelo, ha permitido este resultado como producto importante de la metodología.

Las técnicas y principios desarrollados pueden emplearse para realizar evaluaciones con productores en otras tecnologías y lugares (ej: estación experimental), ajustando el procedimiento a los objetivos que se persiguen.

Necesidades futuras de IPMY.

Las evaluaciones con productores pueden ser empleadas en cualquiera de las etapas del proceso de generación tecnológica: diagnóstico, planeación y diseño experimental, adaptación y validación. Las técnicas de evaluación con productores podrían usarse en programas de investigación por especialidades o por cultivos. Por ejemplo, los científicos de suelos pueden obtener información de diagnóstico sobre el manejo y conservación que hacen los productores, mediante el uso de los métodos de interrogación desarrollados. De esta forma podrían conocer prácticas locales, manejo, uso de fertilizantes, etc. En ensayos de mejoradores que incluyan variedades con características por incorporar, podrían los agricultores ayudar a identificar características varietales de mayor (o menor) aceptación. En un manejo integrado de plagas y enfermedades sería de interés para fitopatólogos y entomólogos evaluar las reacciones de productores frente a las nuevas alternativas. Cualquiera que sea, los objetivos donde el método se aplique requiere de ajuste y entrenamiento.

En resumen, IPMY en el futuro tendría como áreas de acción la integración de criterios agronómicos, económicos y de agricultores; junto con una mejor colaboración investigadores y agricultores y la difusión de ideas entre agricultores.

BIBLIOGRAFIA.

- Ashby, J.A. 1992. Manual para la evaluación de tecnología con productores. Proyecto IPRA. Publicación No. 188. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 162 p.
- Hernández, R.L. 1991. Evaluación de clones de yuca con participación de agricultores. En: Proyectos Integrados de Yuca. Documento de trabajo No 79. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 112-119.
- Hildebrand, P.E.; Poey, F. 1989. II. Consideraciones generales relacionadas con los ensayos en fincas. En: Ensayos Agronómicos en fincas según el enfoque de

sistemas agropecuarios. Gainesville, Florida. Editorial Agropecuaria Latinoamericana, Inc. pp. 7-21.

Mata, José I. 1992. CCTA: Un método para transferir tecnología a los agricultores. Una guía para planificación e implementación. Proyecto de transferencia para la transferencia de tecnología en la agricultura. Editado por Academy for Educational Development (AED). Capítulos 1, 2, 3 pp. 1-62.

GLOSARIO DE TERMINOS REFERIDOS A LA YUCA EN LA COSTA NORTE DE COLOMBIA

A continuación se presentan algunos términos usados en la Costa Atlántica de Colombia, referentes al cultivo de la yuca.

Términos y/o expresiones referentes a:

1. Suelo

Tierra de barro: suelos con alta proporción de arena. Un suelo "firme" significa que tiene mayor contenido de arcilla y es calificado por los agricultores como el más adecuado para el cultivo. Esta expresión fue frecuente en La Colorada y Media Luna, (Magdalena).

Tierra cansada: suelos muy trabajados, sin rotación ni manejo, lo que explica en parte una baja producción. El término se escuchó frecuentemente en las evaluaciones hechas en Pivijay.

Suelo bravío: suelo de loma, pobre, no recomendable para el cultivo.

2. Raíces

Cargar, rendir, parir: se refieren al número de raíces por planta. Una buena carga significa un promedio de más de cinco raíces por planta.

Patear: término usado cuando se forman grietas superficiales alrededor de la base del tallo, lo que indica proximidad de la cosecha; (yuca engrosando, yuca pateando).

Nurida, virucha, raizosa, quascosa: raíces menudas, delgadas, sin engrosar.

Cargar lejos: raíces que se forman distantes del tallo.

Jechar, andar ligero: raíces de rápida madurez, precoces.

Lerda para parir: plantas que producen muy pocas raíces.

Roñosas: raíces con cinturas.

Brucha, falta tiempo: raíces inmaduras, viches.

Rabiseca, rabichucha: raíz napiforme en forma de cono, con disminución marcada del diámetro desde el cuello hasta el ápice de la raíz.

Raíz bien formada: Buena forma de la raíz para el mercado fresco.

Rabos: raíces pequeñas no comerciales.

Concha, cáscara: se refieren básicamente a la peridermis de la raíz.

Concha floja: cáscara fácil de quitar de la raíz, fácil de pelar.

3. Color de la cáscara de la raíz

Color prieto, color adecuado para el mercado fresco, color marrón oscuro: sinónimos de un color de la cáscara de buena aceptación en el mercado fresco.

Arracachuda: color claro de la cáscara de la raíz.

4. Morfología de los tallos

Horquetea bajito, enmaraña: poca altura de la primera ramificación y hábito decumbente.

Tallos carrascudos: tallos con entrenudos cortos.

Abundante en madera: plantas de muchos tallos pero de pocas raíces.

Cangre: porción de tallo adecuada para propagar la variedad. Término usado para referirse a la semilla.

Tallos de buen levante: variedad de germinación rápida.

5. Calidad culinaria

Hebruda: con fibras, afrecho, flechuda.

Palosa: raíces cuyo centro es duro.

Paluda, aguada, vidriosa: falta de almidón, de apariencia transparente.

Seca, tesa: raíces con buen contenido de almidón, harinosas.

6. Enfermedades y/o insectos

Peste: se refiere a plagas y/o enfermedades, indistintamente.

Viringo, mojorro, mojoyoy: chizas blanca.

EVALUACION DE CLONES DE YUCA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCION

Antonio José López¹

RESUMEN

Las evaluaciones de clones de yuca, tradicionalmente se han hecho con el enfoque atomístico de investigación. Producto de esto, se observan bajos niveles de adopción y el abandono de muchas variedades. El análisis de sistemas, garantiza un mayor éxito en la aceptación de nuevos clones. En la región Caribe de Colombia, se identificaron las características de los cultivares regionales y se estudiaron los sistemas de cultivo más comunes, lo cual permitió hacer un replantamiento en los objetivos y en el esquema de selección.

Las evaluaciones en estación experimental junto con sondeos y ensayos exploratorios indicaron la necesidad de hacer tal replantamiento. A nivel de agricultor se analizó el comportamiento de la variedad regional de yuca en los sistemas intercalada con maíz (Y/M) y en el asoció ñame con maíz (NxMz/Y). Los resultados del análisis se incorporaron al proceso de selección y luego se validaron con el enfoque de investigación participativa (IP).

Dichos resultados mostraron la necesidad de generar clones con buena capacidad de competencia y con buen rendimiento en los dos sistemas. Igualmente, se deben generar clones con buen vigor inicial y ramificación de altura intermedia. La validación con agricultores confirmó lo identificado en el análisis de los sistemas. Además, se identificó la necesidad de hacer análisis de sistema en la generación de clones de yuca, como garantía de éxito en su adopción.

INTRODUCCION

En la mayoría de especies vegetales cultivadas, el enfoque clásico de mejoramiento se ha caracterizado principalmente por el incremento en los rendimientos físicos; ha sido poca la consideración que se ha dado a los demás componentes del sistema de cultivo y a las interacciones entre ellos y entre sistemas dentro de un agroecosistema dado.

¹ Fitomejorador, Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA), Apartado Aéreo 1079, Montería, Colombia.

Así, la generación de variedades en muchos de nuestros países se ha hecho con el enfoque atomístico de investigación por disciplinas, para llegar a la constitución de paquetes tecnológicos para cada variedad entregada. Como consecuencia de este enfoque, se observan bajos niveles de adopción e impacto. Muchas variedades entregadas desaparecen sin que en la mayoría de estos casos se hayan conocido las causas de su abandono.

A nivel de un país, una región, una cuenca, una vereda o una finca se tiene un conjunto de componentes arreglados con una estructura y una función, formando o actuando como una unidad dinámicamente relacionada con el medio externo resultando en un sistema de producción.

Producto del enfoque por disciplinas, las evaluaciones de nuevos clones, se realizan en su mayor parte en estaciones experimentales y pocas veces en fincas con agricultores. Al aplicar el enfoque de sistemas, además de hacer el análisis del sistema finca, es conveniente hacer análisis de al menos dos niveles jerárquicos superiores (vereda, región, país etc.), y dentro de la finca analizar los diferentes subsistemas de producción que la conforman.

El análisis de niveles jerárquicos permite obtener información físico-biológica y socio-económica, para llegar a identificar los diferentes limitantes y oportunidades en el proceso de generación de nuevas variedades u otro tipo de alternativa tecnológica, garantizando además alta probabilidad de adopción e impacto.

Este documento, presenta las experiencias en el análisis de evaluaciones de clones en estación experimental y dos sistemas de producción de yuca en los agroecosistemas de la región Caribe Colombiana. Los resultados de dichos análisis se utilizaron en el replanteamiento de los parámetros de selección del programa de mejoramiento de yuca del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Posteriormente se presenta la validación por agricultores de clones seleccionados con dicho replanteamiento y finalmente se presenta una propuesta metodológica.

EVALUACION DE CLONES A NIVEL DE ESTACION EXPERIMENTAL

A partir de 1983, se creó la Sección Yuca como programa independiente en el ICA. Inicialmente, las actividades principales se centraron en la evaluación de clones avanzados. Se siguió el esquema de evaluación para yuca en ensayos preliminares de rendimiento (EPR), ensayos de rendimiento (ER) y pruebas regionales en fincas de agricultores, buscando principalmente rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades. Dos años de evaluación fueron suficiente para hacer un replanteamiento de los objetivos del programa y del esquema de selección y evaluación de clones en fincas con los agricultores.

Entre las causas principales de dicho replanteamiento se destacan las siguientes:

- Alta frecuencia de clones con raíces de peridermis blanca.
- Contenido de materia seca inferior al de clones regionales.
- Alta frecuencia de clones con alto contenido de glucósidos cianogénicos.
- Alta frecuencia de clones con raíces de pulpa amarilla.

El replanteamiento se fundamentó en los resultados de un sondeo a través de las zonas productoras y ensayos exploratorios con clones de características contrastantes. Producto de dichas actividades, se identificaron las características de las variedades regionales cultivadas (Tabla 1) y las características varietales solicitadas por los agricultores (Tabla 2). Con este paso se dio inicio a la metodología de investigación participativa con variedades de yuca.

Tabla 1. Características de dos clones regionales predominantes en la región Caribe Colombiana.*

"Venezolana"	"Blanca Mona"
Alto rendimiento	Bajo rendimiento, mejor sabor, más almidón
Precoz: se puede cosechar para consumo en casa desde los 3 o 4 meses.	Tardía: se puede cosechar para consumo de 6 meses en adelante.
Precoz: se puede cosechar para el mercado fresco de 6-7 meses a 24 meses.	Tardía: se puede cosechar para mercado fresco después de 10 meses.
Sobrevive a la sequía, pero las raíces engrosan lentamente.	Más tolerante a la sequía (mejor calidad de raíz)
Rendimiento precoz en suelos más pobres	
Fácil de cosechar	
Se daña menos rápido después de la cosecha (3 días)	Se daña rápidamente después de la cosecha (24 horas)
Pierde la calidad llegando al final de la estación seca (pulpa vana).	Se puede dejar por más de 24 meses en la tierra y no pierde calidad.

* Sondeo con 40 agricultores en 4 departamentos de la región Caribe.

Los parámetros de selección como rendimiento, materia seca y tolerancia a plagas y enfermedades fueron complementados con:

- Precocidad para autoconsumo (3-4 meses) y (11-12 meses). La precocidad de la variedad MCol 2215 para el mercado fresco, en la mayoría de los agricultores es complementada con la variedad regional "Blanca Mona" que es tardía.

Tabla 2. Características varietales en yuca solicitadas por agricultores en la región Caribe Colombiana.*

Característica	Descripción
Buena para el mercado fresco	- Alto contenido de almidón - Buena para comer - Peridermis oscura y pulpa blanca
Rendimientos excelentes	- Cada planta tenga más raíces comerciales y que se mantenga en el tiempo.
Rendimientos tempranos	- El mejor precio es en noviembre siete meses después de la siembra.
Buena germinación	- Aún después de almacenado el material de siembra
Tolerancia a sequía	- Que mantenga la calidad culinaria como la Blanca Mona
Poca ramificación	- Buena para sembrar con maíz, ñame y tabaco

* Sondeo con 40 agricultores en 4 departamentos de la región Caribe.

- Precocidad para mercado fresco (6-7 meses). Con esto se identificaron tres etapas de cosecha en los clones regionales (precóz, normal y tardía).
- Resistencia a sequía con engrosamiento rápido.
- Facilidad de cosecha. Raíces con disposición horizontal.
- Perecibilidad mayor de tres días.
- Raíces con peridermis color café oscuro.
- Bajo contenido de glucósidos cianogénicos.
- Raíz con pedúnculo intermedio a largo. El pedúnculo corto al momento de la cosecha, expone la pulpa al deterioro primario.
- Ramificación intermedia tardía.
- Producción de semilla.
- Raíz con pulpa blanca.
- Rendimiento en el secado natural. Conversión no mayor de 2.5 toneladas de yuca fresca para producir una de yuca seca.

Las características solicitadas, por una parte mostraron la dependencia del mercado fresco, y por la otra la necesidad de variedades muy precoces para consumo familiar y mercado, mejores rendimientos y buen vigor inicial.

Con el conocimiento de las características de las variedades regionales y las de los clones ensayados, se inició la solicitud de cruzamientos al CIAT.

EVALUACION DE CLONES EN DIFERENTES AGROECOSISTEMAS

En la región Caribe predominan los arreglos yuca intercalada con maíz entre surcos (Y//Mz), yuca intercalada en el asocio ñame (D. alata) x maíz (ÑxMz//Y) y yuca intercalada con ñame (D. alata) sin soporte. Dichos arreglos son parte fundamental en los agroecosistemas de productores con limitados recursos que manejan sistemas de producción mixtos. Estas evaluaciones tuvieron dos propósitos a saber: 1) entender minimamente el funcionamiento de cada uno de los componentes de los sistemas y sus interacciones con otros componentes, y 2) definir características que ayudaran a la introducción de una mejor y mayor diversidad genética para contribuir a la sostenibilidad de los agroecosistemas involucrados.

Evaluación del sistema ñame asociado al maíz e intercalados con yuca (ÑxMz//Yuca)

Esta evaluación se hizo con la variedad regional "Venezolana" (MCol 2215) ya que era la utilizada normalmente en dicho arreglo (Tabla 3). Este arreglo representa el 40% del área sembrada en yuca en la región Caribe en fincas de 2,5 has. en promedio, y se cultiva generalmente en los suelos de mejor fertilidad de la finca (Díaz, 1986). La especie principal es el ñame ya que da al agricultor los mayores ingresos netos del sistema finca.

Los mayores ingresos netos del sistema ÑxMz//Y indican el porque es el más utilizado en la región. La racionalidad del sistema también la explica el coeficiente de uso equivalente de la tierra (UET) de 2, lo cual indica que se necesita dos veces el área relativa de tierra en yuca, maíz o ñame en monocultivos para obtener la misma producción total del sistema. Esta racionalidad es justificada también por el tamaño promedio de la explotación (2.5 ha.) con sistemas de cultivo y animales.

La secuencia cronológica del sistema es: siembra inicial del maíz, el ñame a los 15 días y la yuca 30 a 50 días después del maíz. Aunque el sistema ñame monocultivo produce buen ingreso neto, el uso del sistema triple le permite al agricultor distribuir tanto el ingreso como el producto para autoconsumo a través del tiempo, al igual que el uso de mano de obra.

La diferencia de la yuca entre el sistema triple y el de monocultivo, indicó la necesidad de buscar genotipos de yuca que reduzcan esta diferencia sin detrimento del rendimiento

Tabla 3. Evaluación de la variedad regional de yuca "Venezolana" (MCol 2215) intercalada en el sistema ñame asociado al maíz (Ñ x Mz/Y).

Sistema	Rendimiento (t/ha)			UET	Ingreso neto peso (000)
	Ñame	Maíz	Yuca		
Ñame CDC 1	18.6 b			1,00	232,6
Maíz ICA V-155		1.5 a		1,00	43,5
Ñame x Maíz	14,5 a	1,2 a		1,57	201,8
Yuca			18.0 b	1,00	149,6
Ñame x Maíz/Yuca	11,4 a	1,2 a	11,5 a	2,00	275,6

FUENTE: Arrieta J.M. 1984. Evaluación del sistema ñame asociado al maíz, intercalado con yuca, caupí y ajonjolí en la Costa Atlántica. En: Yuca, Cultivos Asociados. Documentos de Trabajo No. 02. Enero 1990, 99-107.

Tabla 4. Rendimiento de maíz, ñame y yuca en el sistema ñame asociado al maíz e intercalados con yuca (Ñ x Mz//Y).

	Año 1			UET
	Maíz	Ñame	Yuca	
Ñame CDC 1		32.5 a		1,00
Maíz ICA H-211	2.0 a			1,00
Ñame x Maíz//Y60	1.8 a	15.0 c	12.2 b	1,80
Yuca 60			25.0 a	1,00

Fuente: Moreno, A. (1990). Resultados preliminares de ensayos realizados en el CIAT con la asociación maíz//ñame//yuca. In: Moreno, R. y Tobón, H. (eds). Yuca y Cultivos Asociados. Documento de Trabajo # 2. CIAT. p 51-59.

de las otras dos especies. Así, se planteó la hipótesis de que el hábito de ramificación intermedio a tardío, el vigor inicial alto y el alto índice de cosecha, eran parámetros a tener en cuenta en la selección de clones para dicho sistema. Moreno (1990) evaluó por dos años el arreglo, utilizando un híbrido de maíz (ICA H-211), el ñame CDC 1 regional y la variedad de yuca MCol 1468 (CMC-40). En esta oportunidad se sembró la yuca a los 30 y 60 días después del maíz. (Tabla 4).

Las diferencias se debieron fundamentalmente a la competencia interespecífica. El maíz es la especie que más contribuye a la reducción del rendimiento de las otras especies. La reducción de su rendimiento fue de 0.2 ton/ha contra 12.8 ton/ha de la yuca al ser sembrados en el sistema triple. Se concluyó que posiblemente exista una fecha relativa óptima de siembra. Sin embargo, la optimización puede existir desde el punto de vista biológico y tal vez no sea el óptimo racional de los productores por recursos, mano de obra, cronología etc. Las siembras de yuca a los 30 días, en el sistema triple redujo su rendimiento en 75%. Esto confirmó la racionalidad del arreglo cronológico del sistema y

por tanto, la necesidad de generar clones con buena capacidad de competencia y con buen rendimiento en este arreglo sin detrimento en el rendimiento de las otras especies.

Evaluación del arreglo yuca intercalada con maíz (Y//Mz)

El 24% del área sembrada con yuca, se cultiva en este arreglo (Díaz, 1986). Es el segundo arreglo en importancia en el cultivo de yuca. Se caracteriza por rendimientos que fluctúan entre 0.5 y 0.8 t/ha de maíz y 8.0 t/ha de yuca. Generalmente el maíz se siembra entre los 15 y 60 días después de la yuca.

El programa de yuca ha basado sus selecciones en análisis del sistema con la variedad regional y con clones mejorados de diferente hábito de ramificación. Inicialmente se analizó el sistema con la variedad regional "Venezolana" MCol 2215 (Tabla 5).

Tabla 5. Rendimiento de la variedad regional de yuca "Venezolana" intercalada con maíz.

Sistema	Rendimiento t/ha		% Reducción	
	Yuca	Maíz	Yuca	Maíz
Yuca regional	16.6 a			
Maíz ICA-V109		3.66 a		
Maíz ICA V-156		3.48 a		
Maíz regional		2.56 a		
Maíz ICA-V-258		3.40 a		
Yuca//Maíz-109	16.2 a	2.28 a	2.4	38
Yuca//Maíz-156	13.3 b	2.33 a	19.8	33
Yuca//Maíz regional	12.3 b	1.79 b	26.5	30
Yuca//Maíz V-258	11.3 b	2.28 a	32.0	33

Fuente: Mestra, A. (1990) Comportamiento de variedades de maíz intercalada con yuca regional "Venezolana" en las sabanas de Sucre. In Moreno, R. y Tobón, H. (eds). Yuca y Cultivos Asociados. Documento de Trabajo # 2. CIAT. p 51-59.

La reducción del rendimiento de la yuca dependió de la variedad de maíz. El maíz ICA-V-109 contribuyó a la disminución del rendimiento de la yuca en un 2.4%; mientras que el ICA V-258 redujo el rendimiento de la yuca en un 32% con relación al monocultivo. Aunque ambos maíces son de porte intermedio (2.30m y 240m respectivamente), la diferencia en su competencia a la yuca se debió a que el último es de hoja ancha y corta, reduciendo la entrada de luz al follaje de la yuca. Además, ICA V-258 tiene abundantes raíces, lo que le da buena capacidad física para competir por nutrientes y agua del suelo. Por su parte, la yuca redujo aún más los rendimientos del maíz y esta proporción fue mayor en maíces mejorados (Tabla 5). Esto muestra la posible existencia de una fuerte interacción entre altura de ramificación de la yuca y el tipo de planta de maíz,

Tabla 6. Evaluación de clones mejorados de yuca, con diferentes hábitos de ramificación en el sistema yuca intercalada con maíz (Y//Mz) y Caupí.

Sistema	Rendimiento (t/ha)			
	Yuca	Maíz	Caupí	% reducción yuca
MCol 1505//Caupí	10.8 cd*		0.67	41
CM 489-1// Caupí	11.2 bcd		0.83	45
CM 681-2// Caupí	13.9 abcd		0.91	36
MCol 1505//Maíz V-156	12.9 abcd	0.540 b		29
CM 489-1// Maíz V-156	7.8 d	2.472 a		62
CM 681-2// Maíz V-156	14.7 abcd	1.839 a		33
MCol 1505 (M) **	18.2 ac			
CM 489- 1 (A)	20.5 a			
CM 681- 2 (B)	21.9 a			

* Cifras con la misma letra no son significativamente diferente al 1%

** M = Ramificación media, A = Ramificación alta, B = Ramificación baja

indicando la necesidad de probar clones con diferentes hábitos de ramificación en el intercalamiento con maíz (Tabla 6). La reducción promedio del rendimiento en los tres clones de yuca fue igual al sembrarlos con caupí o maíz.

El clon de ramificación alta (CM 489-1), deja mucho espacio descubierto en los primeros 5-6 meses al crecer sin ramificación, permitiendo una mayor penetración de luz al maíz y el caupí, lo cual se traduce en mayor desarrollo de estas dos especies. El maíz por tener mayor vigor y altura que el caupí causó la mayor reducción del rendimiento en yuca.

Por su parte el clon de ramificación baja (CM 681-2) fue el que mejor compitió con el caupí y el maíz. Esto en razón de su crecimiento y ramificación rápidos, lo cual permite una mayor y rápida cobertura del suelo, dándole ventajas en la competencia por luz agua y nutrientes.

El clon de ramificación intermedia (M COL 1505) fue el que mejor compitió con el maíz, más no con el caupí. Este clon también es de un buen vigor inicial y en promedio crece con dos tallos, lo cual le da ventajas en la competencia inicial con el maíz. El clon de ramificación baja, además de tener buen vigor inicial crece en promedio con tres tallos, lo que le permite también tener mayor cobertura y por tanto mayor competencia por luz agua y nutrientes. Esto permitió confirmar la hipótesis de que un buen vigor y la ramificación intermedia eran parámetros básicos para seleccionar clones apropiados para este arreglo.

VALIDACION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE LOS SISTEMAS

El resultado del análisis de los sistemas se consideró para eleaborar una nueva estrategia de selección de nuevos clones. La validación de dichas selecciones la hicieron los productores de yuca en sus fincas, con su tecnología y con el enfoque de investigación participativa. Con este enfoque, los agricultores evaluaron y seleccionaron clones en múltiples sitios, estableciendo un orden de preferencia por sitio. El orden de preferencia predominante en la región Caribe Colombiana, definió junto con otros caracteres, la buena aceptación de dos clones, los que se entregaron como nuevas variedades. El clon CG 1141-1 como ICA-Costeña y el CM 3306-4 como ICA-Negrita (Tabla 7).

Tabla 7. Validación con investigación participativa de clones mejorados de yuca en el intercalamiento con maíz.

Clon	Ms (%) (1)	Ind ram (2)	Rend (t/ha) (3)	Est x pl (4)
CG 1141-1	35.4	0.51	18.4	11.4
CM 3306-4	34.6	0.48	16.5	9.0
Testigo Agric.	34.8	0.52	13.5	15.7

1 = Materia seca; 2 = Índice de ramificación; 3 = Rendimiento; 4 = Número de estacas por planta.

Tabla 8. Validación con investigación participativa de clones mejorados de yuca en intercalamiento con ñame y maíz.

Clon	Ms(%) (1)	Ind ram (2)	Rend (t/ha) (3)	Est x pl (4)
CG 1141-1	35.4	0.51	22.5	8.7
CM 3306-4	35.5	0.49	18.4	6.7
Testigo agric.	36.0	0.55	9.0	6.5

1 = Materia seca; 2 = Índice de ramificación; 3 = Rendimiento; 4 = Número de estacas por planta.

CG 1141-1 y el testigo del agricultor ramifican más tardíamente y con uno o dos niveles menor que CM 3306-4 (Tabla 8). Esto confirma los resultados del análisis de los arreglos yuca intercalada maíz (Y//Mz) y ñame asociado al maíz intercalados con yuca (ÑxMz//Y). Los dos clones mejorados igualaron en materia seca al clon regional y lo superaron en

rendimiento en ambos sistemas, lo cual junto con una estabilidad muy similar (Tablas 9 y 11) a la del clon regional, les da ventaja en los dos sistemas.

Independiente de los problemas sanitarios actuales del clon regional (alta susceptibilidad a bacteriosis), las nuevas variedades han entrado a mejorar la diversidad genética de dichos sistemas para contribuir a su sostenibilidad. Debe de mejorarse la producción de semilla (número de estacas por planta), lo que implica generar clones de buen vigor, ramificación intermedia, con pocos niveles de ramificación y lignificación uniforme de tallos, los cuales son parámetros que determinan en gran parte el número de estacas de buena calidad por planta.

Al comparar los resultados de evaluaciones en centros experimentales (C.E) y la validación de los clones en fincas de agricultores con el enfoque de investigación participativa (Tabla 9), en promedio los clones mejorados superan significativamente en rendimiento de raíces frescas al testigo del agricultor. El clon regional muestra una mejor estabilidad, mientras que los dos clones mejorados tienen buena estabilidad y son complementarios en ambientes regulares y buenos.

Tabla 9. Promedio de rendimiento y coeficiente de sensibilidad (sens) para clones mejorados de yuca.

Clon	C. Experimental		Sistemas agricultor	
	Media	Sens	Media	Sens
CG 1141-1	18.1 a*	1.00	18.4 a	1.28
CM 3306-4	17.2 a	1.28	16.5 a	0.83
Testigo Agríc.	12.9 b	0.82	11.9 b	0.68

*. Cifras con la misma letra no son significativamente diferente al 1%

Por otra parte, la validación mostró que ambos clones fueron estables en su índice de ramificación, cuando se sembraron en sistemas intercalados en fincas de agricultores (Tabla 10), y también mostraron mejor estabilidad que el testigo del agricultor. Esto confirmó en parte el éxito de las selecciones hechas en el C.E y aportó información sobre la necesidad de intensificar aún más las evaluaciones en los sistemas del agricultor en etapas mucho más tempranas del proceso de selección. Esto puede dar oportunidad a clones que podrían ser descartados en el C.E. Adicionalmente, la experimentación sobre el funcionamiento biológico de los sistemas de cultivos a nivel de C.E. puede contribuir a la aceptación de los nuevos clones.

EL ANALISIS DE SISTEMAS Y SELECCION DE NUEVOS CLONES

La investigación en sistemas de cultivos dentro de los agroecosistema que maneja el agricultor, puede tener varias opciones. Entre ellas, la introducción de genotipos mejorados de yuca constituye un cambio en los componentes del sistema. La verdadera introducción (adopción por los agricultores) depende de cuan grande sean los otros

Tabla 10. Promedio y coeficiente de sensibilidad del índice de ramificación en clones mejorados de yuca.

Clon	Mejoramiento en C.E. **		Sistemas agricultor	
	Media	Sens	Media	Sens
CM 1141-1	0.51 ab*	1.15	0.58 a	0.73
CM 3306-4	0.41 b	0.71	0.48 b	1.00
Testigo Agric.	0.53 a	0.60	0.54 ab	0.63

*. Cifras con la misma letra no son significativamente diferente al 1%

** Centro Experimental.

Tabla 11. Promedios de materia seca y coeficiente de sensibilidad de clones mejorados de yuca.

	Mejoramiento en C.E. **		Sistema agricultor	
	Media	Sens	Media	Sens
CG 1141-1	36.2 a*	0.89	35.8 a	0.99
CM 3306-4	37.6 a	0.96	34.9 a	0.91
Testigo Agricultor	36.7 a	0.98	35.6 a	1.56

* Cifras con la misma letra no son significativamente diferente al 1%

** Centro Experimental

cambios que el agricultor debe hacer en su agroecosistema a causa de dicha introducción. Entre otros cambios posibles estarían: cambio en el arreglo espacial de los componentes; cambio en el arreglo cronológico de los componentes (afectando precocidad, tiempo de rotación, etc.) y combinación de los dos anteriores. En este sentido, hace falta investigación que defina la relación entre la estructura de un sistema

de cultivos de yuca con clones regionales y mejorados y el desempeño del mismo en diferentes tipos de ambientes.

Este punto es clave para el mejorador, ya que permitiría conocer la racionalidad de prácticas como el deficiente control de malezas (ya sea por escasos recursos o como práctica de conservación de suelo), ubicación en el plan de rotación (afectando el tiempo de almacenamiento de semilla). Esto incide seriamente en el comportamiento de un nuevo clon a través de diferentes ambientes y en la selección por los agricultores. Como una consideración metodológica para encarar esta situación, se debe realizar un análisis de sistemas, para lo cual se podrían considerar los siguientes pasos:

1. Identificación de los sistemas de cultivo de yuca en cada región del país, etc.
2. Construcción de un modelo conceptual y preliminar de los sistema de cultivo.
3. Validación del modelo conceptual preliminar.
4. Modificación y revalidación del modelo con la introducción de clones con diferentes caracteres acordes a las necesidades de la región, país, etc.

Es fundamental como se dijo inicialmente, hacer el análisis en por lo menos un nivel jerárquico superior e inferior al del sistema de cultivo.

BIBLIOGRAFIA

Díaz, R.O. 1986. Estandarización de información para el establecimiento de un banco de datos. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Programa de Desarrollo Rural integrado (DRI) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 20 p. (Mimeografiado).

INTRODUCCIÓN DE DIVERSIDAD GENÉTICA MEJORADA A NIVEL DE CAMPOS DE AGRICULTORES

Carlos Iglesias¹
Luis Alfredo Hernández R.

INTRODUCCION

La yuca es una de las fuentes más importantes de alimentos energéticos para 500 millones de personas en los trópicos. En ciertas regiones, es el cultivo más importante para la sobrevivencia. Tal es el caso de la región Sub-saheliana de Africa, el Norte y NE de Brasil. Dado el buen comportamiento bajo condiciones marginales de clima y suelo, la yuca es frecuentemente identificada como un cultivo que puede aliviar el hambre y dar seguridad en zonas donde otros cultivos fallan. La yuca es cultivada en su gran mayoría por agricultores pequeños, con pocas posibilidades de acceder a créditos y a la compra de insumos que puedan aliviar algunas limitantes.

La base genética sobre la cual se desarrolla el cultivo de la yuca es muy amplia. Aún no existen evidencias claras sobre el sitio de origen de la misma; sin embargo, una domesticación dispersa parece haber ocurrido en América Latina. El trabajo de mejoramiento realizado por agricultores a través de miles de años ha resultado en la yuca tal como la conocemos hoy. Si bien la yuca se puede cultivar en un rango de ambientes muy amplio, hay que reconocer la necesidad de genotipos con adaptación específica a combinaciones de factores bióticos y abióticos. Es por esto que la mayoría de las variedades locales tienen un rango de adaptación y difusión más bien restringido.

Al ser un cultivo de vital importancia para los agricultores, estos no sólo se aseguran la producción al cultivar variedades bien adaptadas a sus condiciones, sino que normalmente un agricultor maneja una combinación de diferentes variedades con distintas características de desarrollo, producción o adaptación para diferentes usos finales (Rhoades, 1982). Los agricultores manejan la diversidad genética como un seguro de estabilidad. Ahora bien, esta diversidad genética a nivel de fincas es diferente de acuerdo a la región que analicemos. En América Latina, parece ser amplia en regiones amazónicas, donde se han llegado a reportar casos de agricultores con más de 50 variedades. En regiones semi-áridas y sub-tropicales, dicha variabilidad es menor. En trópicos de altura, puede existir una gran diversidad genética en la región pero una baja diversidad a nivel de fincas.

¹Fitomejorador y Asociado de Investigación del Programa de Yuca del CIAT, respectivamente.

La diversidad a nivel de finca no es estática sino que con el paso del tiempo hay genotipos que salen y otros que se incorporan al sistema de producción del agricultor. Esto refleja el hecho de que los agricultores de yuca tienen una disposición a probar nuevos materiales, observarlos, y con el tiempo incorporarlos o rechazarlos. Las fuentes de variabilidad que los agricultores manejan son de 2 tipos: variedades suministradas por los vecinos o parientes, y recombinantes nacidos en el campo de cruces entre variedades locales.

Estos procesos pueden pasar inadvertidos en el corto plazo, pero han constituido la base para la evolución del cultivo. Hay regiones donde es muy fácil que el agricultor amplíe su base genética, ya que las condiciones climáticas pueden favorecer la floración, formación de semillas y germinación de estas en el campo. Tal es el caso de las regiones húmedas y cálidas. En otras regiones, este proceso de generación de variabilidad genética es más restringido, y los agricultores normalmente se limitan a probar lo que los vecinos tienen.

Dadas todas estas condiciones, es difícil que una o pocas variedades mejoradas tengan gran impacto a nivel del universo de pequeños productores de yuca. Ya que estas entrarán como una fuente más de variabilidad genética, y si por algún motivo, no muy evidente para el mejorador, no brindan las características que los agricultores desean, entonces pierden toda posibilidad de adopción.

A nivel de agricultores pequeños, se puede concluir que el impacto de los programas de mejoramiento ha sido limitado. Un aspecto positivo de esto es que gran parte de la diversidad genética en yuca está aún en los campos de los agricultores. Un panorama inverso, donde variedades mejoradas sustituyan a la base genética local, podría ser beneficioso al corto plazo, pero perjudicial para la estabilidad de la producción y erosionar la base genética del cultivo para futuros progresos. Esto permite enfrentar el desafío de este grupo de agricultores de una forma diferente a las estrategias tradicionales para otros tipos de cultivos.

Los programas de mejoramiento han acumulado germoplasma élite de yuca en los últimos 20 años, el cual ha demostrado poder superar ampliamente a los materiales locales en términos de productividad y calidad. Sin embargo, estos materiales han tenido limitantes en su adopción. Posiblemente, las estrategias de mejoramiento y/o difusión de materiales no hayan sido las más adecuadas.

Se tiene por un lado el hecho de que cuando se involucra directamente a los agricultores en el proceso de evaluación de nuevas variedades, se obtiene una buena información sobre los criterios de selección utilizados por ellos, y se mejoran las posibilidades de adopción por los mismos (Hernández, 1992). Sin embargo, este proceso se ha ensayado con clones que sobreviven al proceso de selección impuesto por los mejoradores.

Un ciclo de mejoramiento de yuca lleva entre 8 y 10 años, iniciándose con un gran número de genotipos (miles) que se van seleccionando de acuerdo a su comportamiento y estabilidad para las características más importantes a juicio del mejorador, hasta llegar a un número reducido de clones superiores (no más de 10). Es así que la base genética con la que se llega a los agricultores es reducida y seleccionada de acuerdo a criterios generales, que pueden o no coincidir con lo que un agricultor en una zona definida requiere.

ESTRATEGIA

Se propone introducir en campos de agricultores genotipos provenientes de cruces entre materiales regionales y/o seleccionados del programa de mejoramiento en etapas iniciales de evaluación y selección. Al mismo tiempo esos clones serán incorporados al proceso normal de mejoramiento en estación experimental.

IMPACTO ESPERADO

Al incorporar a los agricultores tempranamente en el proceso de selección se espera que un rango amplio de variedades con diferente adaptación específica a condiciones de clima, suelo, enfermedades, sistemas de cultivo, etc., sea seleccionado dentro de un determinado ecosistema.

Esta base genética mejorada y amplia ha de incrementar la sostenibilidad de la producción a nivel de la finca y de la región, desde que puede actuar como un atenuante contra enfermedades, plagas y factores ambientales que afectan al cultivo.

OBJETIVOS

- 1) Estudiar alternativas para la introducción y evaluación de una base genética amplia y mejorada a nivel de fincas.
- 2) Mejorar la productividad, sostenibilidad y estabilidad económica a nivel local y regional a través de la introducción de diversidad genética mejorada.
- 3) Evaluar la diversidad genética existente en la región objetivo y su relación con limitantes bióticas y abióticas de la producción de yuca.

ALTERNATIVAS DE MANEJO

Existen una serie de posibilidades para involucrar a los agricultores en el desarrollo de nuevas variedades de yuca. Una de ellas es la de involucrarlos en un proceso de validación de clones élites producidos por un programa de mejoramiento. En el caso que se propone, se intenta involucrar a los agricultores en etapas más tempranas del proceso de mejoramiento. Para esto se presentarán dos alternativas, una utilizada por el programa de frijol del CIAT en Africa (Sperling, 1991), y la otra recientemente iniciada por el Programa de Yuca del CIAT en la Costa Norte Colombiana, conjuntamente con el ICA.

Debe de aclararse que en ningún caso se implica que los programas de mejoramiento dejen de existir y que todo el proceso se limita solamente a introducir cualquier tipo de diversidad genética a los campos de los agricultores. Por el contrario, el éxito de cualquier alternativa requiere de una fuerte presencia de programas de mejoramiento, con germoplasma bien evaluado, cruzamientos dirigidos entre clones con adaptación local y/o clones élites que muestren características resaltantes, posibilidades de análisis de la información y retro-alimentación al programa de cruzamientos para nuevos cruces. En definitiva la propuesta se basa en los progresos observados a nivel de los programas, los cuales deben de mostrarse a nivel de los campos de agricultores.

Integrando a los agricultores a la investigación en estaciones experimentales

Los agricultores tienen normalmente una amplia experiencia, desde que cultivan en un rango de suelos, con diversas especies asociadas y en diferentes estaciones. Ciertamente ellos no obtienen su información de ensayos replicados, pero su experiencia acumulada a lo largo de los años compensa con creces. Los agricultores se encuentran en una muy buena posición para decidir qué variedades podrían ser probadas en los campos de ellos con ciertas chances de ser aceptadas.

En esta metodología los agricultores "expertos" son invitados a días de campo en la estación experimental, donde se desarrolla el programa de mejoramiento, y entre ellos y con los investigadores discuten sobre cuáles materiales serán los que pueden probarse a nivel de sus fincas. Una vez decidido esto, los materiales son sembrados en sitios donde esos agricultores y otros puedan tener acceso para su directa evaluación.

Este tipo de programa requiere de cuatro componentes: a) selección de agricultores expertos. Estos agricultores deben de seleccionarse de comunidades en zonas edafoclimáticas similares a la de la estación experimental, y donde la yuca sea un cultivo prioritario. b) Evaluación de ensayos a nivel de estación experimental, por parte de agricultores expertos e investigadores. Durante esta actividad existen buenas posibilidades de interacción entre ambos grupos. c) Evaluación de los genotipos pre-seleccionados a nivel de fincas. De esta evaluación se seleccionarán genotipos que seguirán siendo multiplicados y evaluados por los agricultores. d) Los mismos genotipos

continúan dentro del esquema normal de mejoramiento del programa. El esquema es presentado en la Figura 1.

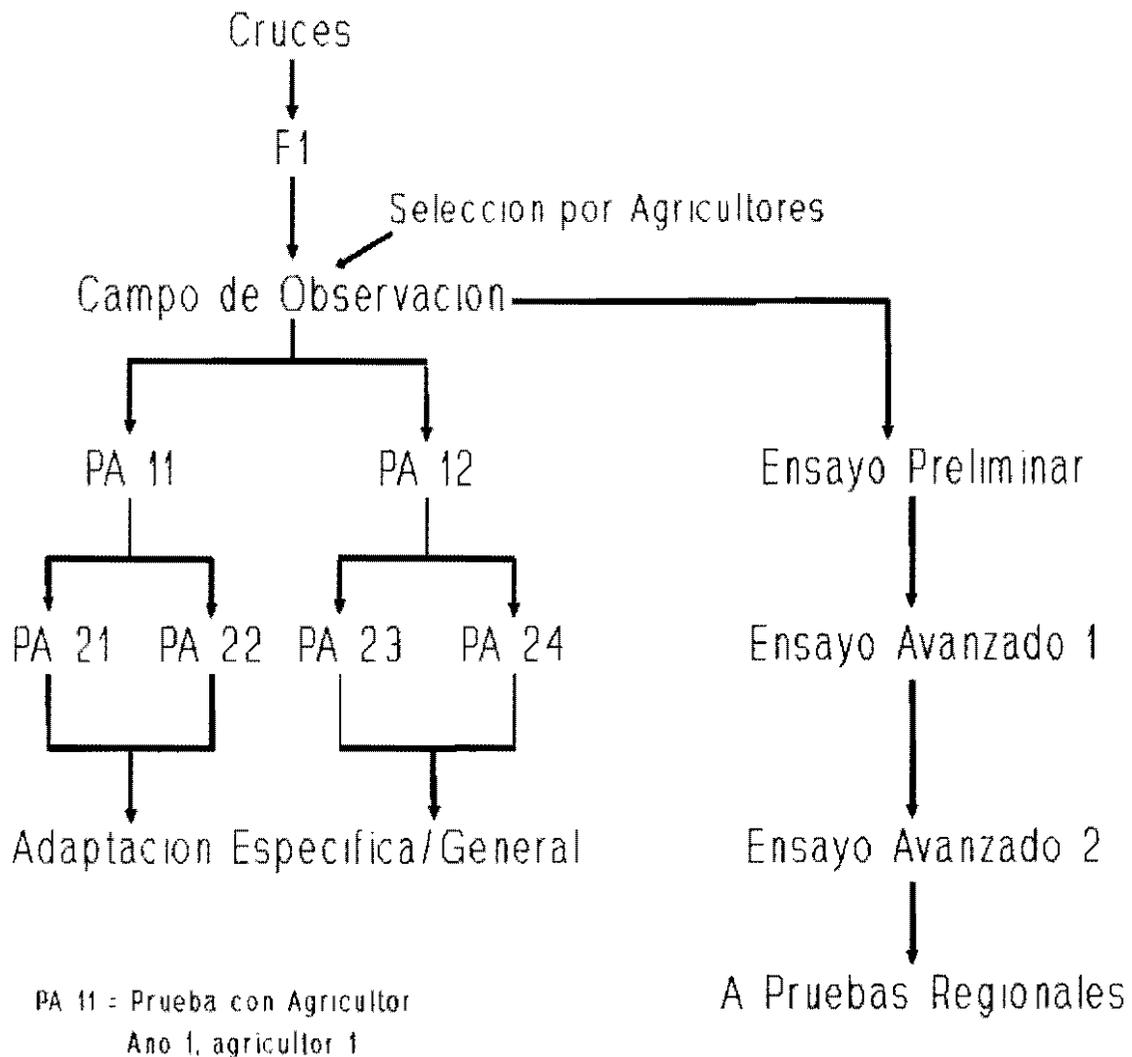


Figura 1. Agricultores seleccionando genotipos en estación experimental

Pruebas en finca con material segregante clonado

En este caso se omite la etapa de visita de agricultores a la estación experimental. Se parte de cruzamientos entre padres con conocida adaptación al ecosistema dentro del cual operan los agricultores elegidos. Las actividades previstas dentro de este esquema son: a) selección de por lo menos 3 comunidades de agricultores preferentemente

agrupados en cooperativas, plantas de secado, etc. b) Explicación de los objetivos a los agricultores y extensionistas colaboradores. c) Introducción de por lo menos 25 clones derivados de los cruces anteriormente mencionados. d) Coordinación de por lo menos 3 visitas a los ensayos con los agricultores para su evaluación. e) Los mismos genotipos son evaluados a nivel experimental. La estrategia es presentada en la Figura 2.

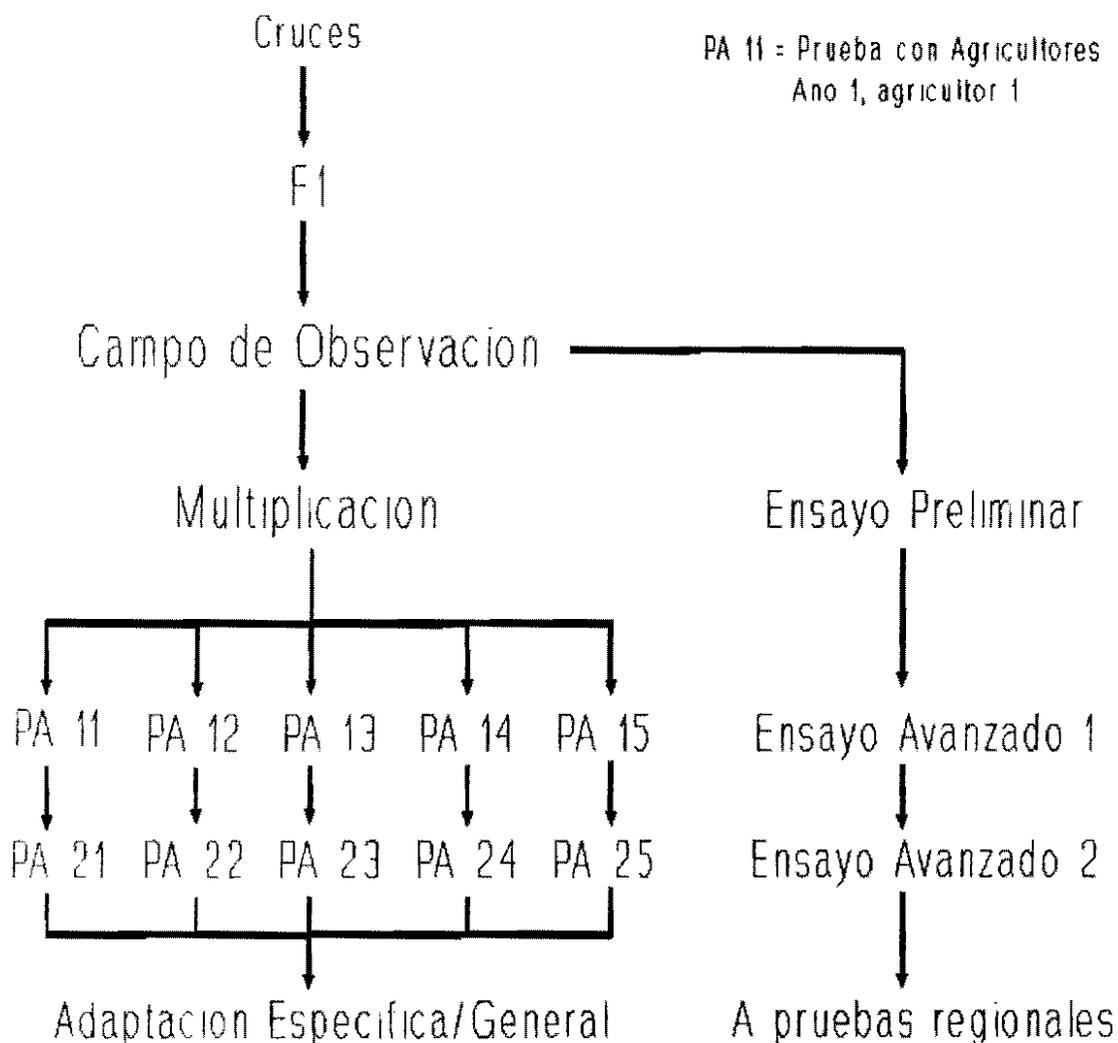


Figura 2. Pruebas en finca con material segregante.

CONSIDERACIONES FINALES

En ambos casos se está introduciendo una nueva base genética en cada ciclo de cultivo, e idealmente serán grupos diferentes de agricultores los que evalúen cada año. De esta forma se va dando la oportunidad a diferentes comunidades de seleccionar los genotipos con mejor adaptación específica para sus condiciones de cultivo. Luego de varios ciclos de selección en finca, aquellos clones seleccionados por diferentes grupos de agricultores pueden multiplicarse y someterse a pruebas con un grupo de agricultores más amplio, a los efectos de detectar aquellos genotipos con adaptación amplia. Esto en parte soluciona uno de los problemas asociados al esquema propuesto. Se piensa que este sistema da pocas oportunidades para lanzamiento formal de nuevas variedades, quitando mérito a los mejoradores. Sin embargo, aquellos clones con suficientemente amplia adaptación pueden promoverse para liberación formal.

Aparte de las ventajas anteriormente mencionadas de incrementar la diversidad genética a nivel de campo y estabilizar la producción, se suma el hecho de que los genotipos mejorados llegan antes a los agricultores. Cuando en un esquema tradicional se está completando el segundo año de ensayos avanzados, de los cuales saldrán genotipos recomendados para pruebas regionales; en esta alternativa, ya se están multiplicando a escala intermedia, aquellos genotipos detectados como aceptables por los agricultores. Se puede estimar un ahorro de 3 a 4 años en el ciclo normal de mejoramiento, y con buenas posibilidades de adopción.

Dependiendo de la habilidad de quien conduzca el trabajo, se puede llegar a hacer sentir a los agricultores como socios en el trabajo de crear nuevas variedades de yuca. De esta forma se asegura que aquellos genotipos seleccionados van a ser conservados y multiplicados al máximo por ellos, al ser algo propio.

Esta presentación se basa en propuestas que están siendo desarrolladas en diferentes regiones. Se espera con esto promover la discusión en torno a estas y otras estrategias para llegar a los agricultores con genotipos mejorados de yuca, en la forma más eficiente.

BIBLIOGRAFIA

- Hernández, L. A. 1992. Participación de los Productores en la Selección de Variedades de yuca. Documento de Trabajo 99. CIAT, Cali, Colombia. 112 p.
- Sperling, L. 1991. Farmer participation and the development of bean varieties in Rwanda. In J. Mook and R. Rhoades (Eds). Diversity, Farmer Knowledge and Sustainability. Cornell University Press, Ithaca, New York.

Rhoades, R. 1982. Understanding small farmers: socio-cultural perspectives on experimental farm trials. Social Science Department, Training Document 1982-3. CIP, Lima, Perú. 9p.

IV. MULTIPLICACION DE VARIEDADES DE YUCA SUPERIORES

Objetivo: Analizar diferentes modelos y tecnologías para la producción de material de siembra de nuevas variedades.

ESQUEMAS DE PRODUCCION DE ESTACAS DE YUCA¹

Javier López M.²

RESUMEN

El uso creciente de la yuca en procesos industriales y la aparición de variedades mejoradas son factores que generan interés por el desarrollo de esquemas de producción y distribución de estacas que se adapten a la biología de esta especie.

En Colombia se ha intentado establecer un sistema organizado para lo cual se han ensayado dos esquemas: a) producción y distribución de estacas de muy alta calidad apoyándose en algunas empresas convencionales de producción de semillas de granos y b) un mejoramiento gradual de la calidad de la semilla en las variedades tradicionales y su conservación en las variedades nuevas, en colaboración con agricultores individuales y grupos asociativos.

Estos esquemas no han funcionado satisfactoriamente por lo cual se propone un esquema alternativo según el cual se daría asistencia técnica en el tema a muchos agricultores, productores tradicionales de yuca estratégicamente ubicados. Aunque el objetivo agronómico de las parcelas de semillas es la óptima producción de estacas, para estos agricultores el principal objetivo económico continuaría siendo la producción de raíces y la semilla constituiría un importante ingreso adicional.

INTRODUCCION

Tradicionalmente la yuca ha sido considerada como un cultivo de subsistencia destinado principalmente al consumo humano, y que generalmente se siembra en pequeñas extensiones donde casi siempre quedan ramas suficientes para efectuar una nueva siembra.

El empleo cada vez más frecuente y en mayor cantidad de raíces de yuca y sus derivados en procesos industriales, permite pensar que en el futuro la yuca dejará de ser

¹Nota: en el texto se utiliza el término "semilla de yuca" significando material vegetativo de propagación

² Asistente de Investigación, Programa de Yuca, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

un cultivo de subsistencia para convertirse en un cultivo industrial sembrado en extensiones medianas y grandes.

La incorporación del cultivo a mercados industriales y la aparición de variedades mejoradas constituyen factores que generan un interés por el desarrollo de esquemas de producción y distribución de material de siembra que permitan la plena utilización de dichas variedades por parte de los agricultores.

Las características del cultivo y su modo de propagación son muy diferentes de los principales cultivos para los cuales se ha desarrollado la actual industria de semillas. Por lo tanto, el sistema de abastecimiento de semillas, tanto en lo organizacional como la tecnología de producción, debe ajustarse para asegurar su funcionamiento bajo las condiciones reales del cultivo.

La producción de semilla de yuca no atrae grandes capitales como ocurre con los híbridos de maíz y sorgo, y es muy difícil que programas gubernamentales subsidien la producción y distribución de semilla. Se debe encontrar entonces la manera de desarrollar sistemas sostenibles bajo las circunstancias del agricultor yuquero, teniendo en cuenta la limitada disponibilidad de recursos humanos, físicos e institucionales en las regiones objetivo.

PROBLEMATICA

La oportuna disponibilidad de material de siembra de buena calidad constituye un factor decisivo para la diseminación y utilización de nuevas variedades de yuca. La falta de semillas mejoradas ocurre aún en cultivos de propagación sexual sencilla, pero naturalmente se acentúa en la yuca por la biología de la especie, la situación socioeconómica del agricultor que la produce y la falta de sistemas organizados de abastecimiento de semilla.

Biología de la especie

La yuca es uno de los pocos cultivos en que el material de siembra por si solo no tiene ningún valor. En los cultivos de granos (maíz, frijol, etc.) y aún en cultivos de propagación vegetativa como papa, ñame, caña de azúcar, etc., el material de siembra que no se utiliza como semilla, tiene valor comercial. Semillas como las de cultivos hortícolas, que tampoco tienen otra utilidad, tienen la ventaja de ocupar muy poco espacio y de poderse conservar por períodos prolongados bajo buenas condiciones de almacenamiento. La yuca en cambio se siembra para aprovechar sus raíces y los tallos que no se utilizan como semilla no tienen ninguna otra utilidad que les de valor.

Características de la producción de semilla de yuca

La yuca posee algunas características que dificultan la producción de semilla en mediana o grande escala como son:

Bajo potencial de almacenamiento.

El material de siembra de yuca se deteriora durante el almacenamiento debido a la deshidratación de los tallos, pérdida de reservas por brotación y ataque de plagas y patógenos. Todo esto ocasiona una disminución paulatina de la cantidad de estacas aprovechables a medida que aumenta el período de almacenamiento.

A pesar de los esfuerzos realizados por los investigadores, no se dispone hasta el momento de una tecnología que solucione estos problemas. Se sabe que el potencial de almacenamiento es una característica varietal. Con algunos cultivares como el MCol 1468 se pueden hacer almacenamientos tan prolongados como 6 meses, mientras que otros como el MCol 1684 se deterioran en menos de 1 mes. El hábito de crecimiento está relacionado con dicha diferencia varietal, ya que clones no ramificados o de ramificación tardía permiten mejor almacenamiento que los de ramificación temprana. Adicionalmente, hay indicios de que el estado nutricional de las plantas madres también afecta el potencial de almacenamiento de los tallos.

Baja tasa de multiplicación.

Seleccionando únicamente los tallos primarios (o los tallos secundarios según el hábito de crecimiento de la variedad) que son los más adecuados para usar como material de siembra (Enyi, 1970; Guritno, 1975; García y Rodríguez, 1983) una planta madura solamente produce entre 10 y 12 estacas de 20 cm. Esta cifra puede reducirse a 5 estacas, o incluso menos, cuando las condiciones de cultivo son desfavorables.

Peso y volumen demasiado grandes.

El manipuleo y transporte de estacas de yuca son operaciones dispendiosas y costosas, debido a lo elevado de su peso y volumen. Una sola estaca de yuca tiene un peso equivalente al de 230 semillas de maíz; el material de siembra para una hectárea (10000) estacas pesa alrededor de 0,7 toneladas y ocupa un volumen aproximado de 2 m³. Esta es una de las razones por las cuales muchos agricultores tienden a usar estacas pequeñas.

Situación socioeconómica del agricultor yuquero

Según Cock (1989) la mayor parte de la producción de yuca la realizan pequeños agricultores utilizando sistemas tradicionales de producción y obteniendo rendimientos bajos aunque estables. Las áreas yuqueras se caracterizan por tener poca infraestructura

y sus suelos son generalmente pobres, llegándose a considerar en algunos casos como marginales para la producción agrícola.

Esa pobre fertilidad del suelo conduce a la obtención tanto de una reducida producción de raíces como de un material de siembra de mala calidad debido a su bajo contenido de reservas nutricionales. Estos cultivadores usan prácticas agronómicas que demandan el uso intensivo de mano de obra y tienen muy pocos recursos para trabajar.

SISTEMAS DE PRODUCCION DE SEMILLA

Sistema tradicional del agricultor

Por ser un cultivo anual de propagación vegetativa, cuya siembra generalmente se hace coincidir con la cosecha del cultivo anterior, los agricultores yuqueros tradicionalmente han producido su propio material de siembra. En términos generales, no ha existido tradición de compra-venta de estacas, y cuando los agricultores se quedan sin semilla casi siempre la han conseguido en calidad de regalo de otros agricultores, o en caso extremo en trueque por trabajo o por otras semillas. La principal desventaja de este esquema es que no está integrado al sistema de generación de tecnología.

Sistemas ensayados en Colombia

Varias entidades vienen realizando desde 1984, gestiones encaminadas a implementar un proyecto de producción de semilla de yuca dirigido principalmente a dos zonas: En primer lugar el norte, donde la yuca es un cultivo tradicional y popular en toda la región. Allí las raíces mantuvieron un precio poco estable y normalmente bajo hasta el establecimiento de las plantas de secado con destino a las fábricas de alimentos balanceados para animales.

En los últimos años, los agricultores están cambiando de actitud hacia la posibilidad de pagar para adquirir semilla de nuevas variedades, y aún de las variedades tradicionales pero de mejor calidad que la propia. En una encuesta realizada en 1990, un 30% de los 250 agricultores entrevistados opinó que utilizaría semilla de mejor calidad pero solo en caso de que se le suministrara en calidad de regalo. Un 70% afirmó que estaba dispuesto a comprarla pero solo por la primera vez, con el fin de sembrar una pequeña parcela a modo de ensayo, y en caso de encontrarle alguna ventaja continuar haciendo su propia multiplicación (López, 1991).

La otra zona es el interior del país, donde la yuca no es el cultivo predominante, pero hay áreas cercanas a los grandes centros urbanos que producen yuca rentablemente. Las mejores raíces se seleccionan para el consumo fresco y las restantes se utilizan para la producción de almidón. En esta zona predominan agricultores que cultivan la yuca eventualmente y no producen su propio material de siembra, por lo cual están

dispuestos a pagar por la semilla precios que están en relación con el precio de las raíces.

En Colombia la producción y distribución de semilla de yuca se ha intentado bajo dos esquemas:

Producción y distribución de estacas de alta calidad.

La idea original fue que la producción de estacas de yuca de tan alta calidad que pudiera alcanzar finalmente la categoría de certificada debería encargarse preferiblemente a empresas de semillas ya establecidas. Estas empresas por tener una buena organización para la distribución y por contar con un sistema de control de calidad ofrecerían garantías para producir semilla de alta calidad. En su defecto se podría encomendar este trabajo a agricultores progresistas, también con experiencia en el área de producción de semillas.

Para tal efecto, se redactó un documento donde se establecían los requisitos mínimos que deberían tener las estacas de yuca de las distintas categorías (básica, certificada y seleccionada) y se inició la producción de este material de siembra. El funcionamiento de este esquema no fue satisfactorio por los siguientes motivos:

- a. El precio de las raíces de yuca no es estable a través del tiempo. De acuerdo con la mayor o menor área sembrada que conduce a una mayor o menor oferta, también cambia el precio de las raíces. Cuando el precio es alto y los agricultores preveen una alta rentabilidad del cultivo, aumenta la demanda por estacas y los agricultores están mas dispuestos a pagar por ellas. Pero cuando el precio de las raíces es bajo, no hay demanda de semilla, lo cual desestimula a los productores quienes finalmente optan por abandonar la actividad.
- b. El agricultor que compra estacas de yuca por primera vez, trata de seguir produciendo su propia semilla, mientras le sea posible. Los productores convencionales de semillas prefieren los cultivos en los cuales se comercialice semilla híbrida, que los agricultores no puedan multiplicar, manteniendo así la dependencia de clientes.
- c. La producción de semilla vegetativa de yuca es para los productores convencionales de semilla una actividad totalmente extraña, porque no pueden emplear en ella su infraestructura de limpieza, secamiento, acondicionamiento, secamiento, etc.
- d. Las empresas de semillas tienen centralizada la producción para abastecer grandes áreas. Esto es razonable para los granos pero no en el caso de estacas de yuca debido a su gran peso, volumen y perecebilidad, lo que dificulta el manipuleo, transporte y almacenamiento.

Mejoramiento gradual de la calidad y la disponibilidad.

Un esquema promisorio de producción y distribución de semilla es el que intenta mejorar gradualmente la calidad del material de siembra de las variedades tradicionales y mantener la calidad de las variedades nuevas que están siendo adoptadas, garantizando además su oportuna disponibilidad.

En este sentido se inició un plan de trabajo en diferentes lugares del país con participación de agricultores individuales, pero también a través de modalidades de organización asociativa. En la siembra de las parcelas de semillas se deberían seguir las siguientes recomendaciones: utilizar terrenos de buena fertilidad o en su defecto con aplicación de fertilizantes; seleccionar plantas sanas únicamente, vigorosas y que presenten una sobresaliente producción de raíces, y durante todo el ciclo de cultivo realizar un estricto control de plagas, enfermedades y malezas.

Después de 4 años, tanto los 8 productores independientes como las 7 asociaciones de agricultores que habían iniciado esta actividad desistieron del proyecto. Los productores independientes cesaron en esta actividad a causa de que la demanda de semilla y el precio de las raíces presentan una fluctuación temporal muy marcada. El factor común en las asociaciones fue la evasión del compromiso por parte de los socios, los cuales paralelamente a sus actividades agrícolas individuales debían reunirse para realizar conjuntamente la siembra, desyerba, etc. de la parcela de semillas. Se argumentaba cualquier pretexto para no asistir a las labores programadas, ya que preferían realizar oportunamente esas mismas labores en su propia parcela.

ESQUEMA PROPUESTO

Las condiciones del mercado y la naturaleza biológica de este tipo de semilla indican claramente la necesidad de un sistema alternativo de producción y distribución. El esquema que se propone está concebido como un sistema organizado, donde los diferentes participantes llevan a cabo funciones distintas pero complementarias y que en conjunto persiguen un objetivo común, asegurar la disponibilidad de semilla de buena calidad en el momento oportuno y a un precio razonable.

Estas funciones interdependientes son: generación de nuevas variedades, producción de semilla básica, producción y distribución de semilla comercial y utilización de la misma por parte de los agricultores (Figura 1).

Generación de variedades

Está a cargo de las entidades nacionales e internacionales de investigación en fitomejoramiento. Incluye pruebas de adaptación a los diferentes agroecosistemas, de resistencia a plagas y enfermedades, de rendimiento y calidad de raíces, etc.

Producción de semilla básica

Esta labor la debe realizar la entidad nacional de investigación o de producción de semillas. Dada la adaptación de las variedades a regiones específicas y la naturaleza voluminosa y perecible de la semilla sería preferible regionalizar esta producción.

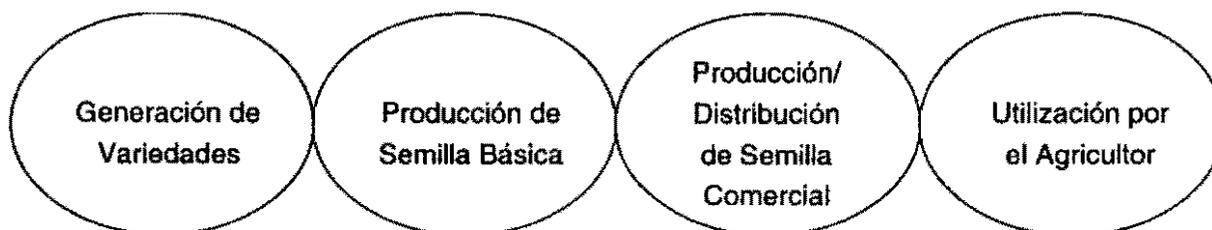


Figura 1. Modelo Conceptual de un Sistema de Abastecimiento de Semillas y sus Funciones Esenciales.

Esta etapa se puede realizar con éxito a través de un fondo rotatorio, siendo la venta de raíces y estacas las que mantienen el fondo.

El empleo de la propagación rápida sería recomendable únicamente en esta etapa, debido al alto costo de producción de este tipo de material de siembra.

Producción de semilla comercial

En vista de que uno de los aspectos más importantes en la producción de semilla es la continuidad de la oferta, es conveniente que esta actividad la realicen agricultores yuqueros, es decir, que tradicionalmente hayan sido productores de yuca. Los agricultores que habitualmente son productores de otros cultivos diferentes a la yuca no garantizan la continuidad en el suministro de la semilla, ya que ante la primera dificultad, como puede ser una disminución en el precio de las raíces, se cambian a otro cultivo.

Estos agricultores que tendrían como principal objetivo económico la producción de raíces, también estarían en capacidad de producir semilla mediante una asesoría técnica. Así, en las épocas de escasa o nula demanda de semilla, ellos asegurarían su ingreso mediante la venta de raíces, mientras que en las temporadas en que se presente demanda de semilla, ésta constituirá un importante ingreso adicional.

Debería de evitarse la siembra de grandes extensiones dado los inconvenientes en el almacenamiento y transporte de material de siembra y el arranque y mercadeo de grandes cantidades de raíces. La producción no debería concentrarse en pocos productores para abastecer grandes áreas, sino que se deberían seleccionar pequeños productores, estratégicamente ubicados en la región, para abastecer pequeñas áreas vecinas (Figura 2).

En zonas con problemas fitosanitarios y con suelos de baja fertilidad es posible multiplicar semilla de variedades tradicionales y mejoradas, produciendo estacas de alta calidad sanitaria y nutricional que tendrán un mejor desempeño que la semilla corriente de la región.

En regiones sin problemas fitosanitarios y con suelo de aceptable fertilidad el mayor impacto se logra con las variedades nuevas, ya que la calidad de las estacas de las parcelas de semillas es muy parecida a la que producen los propios agricultores.

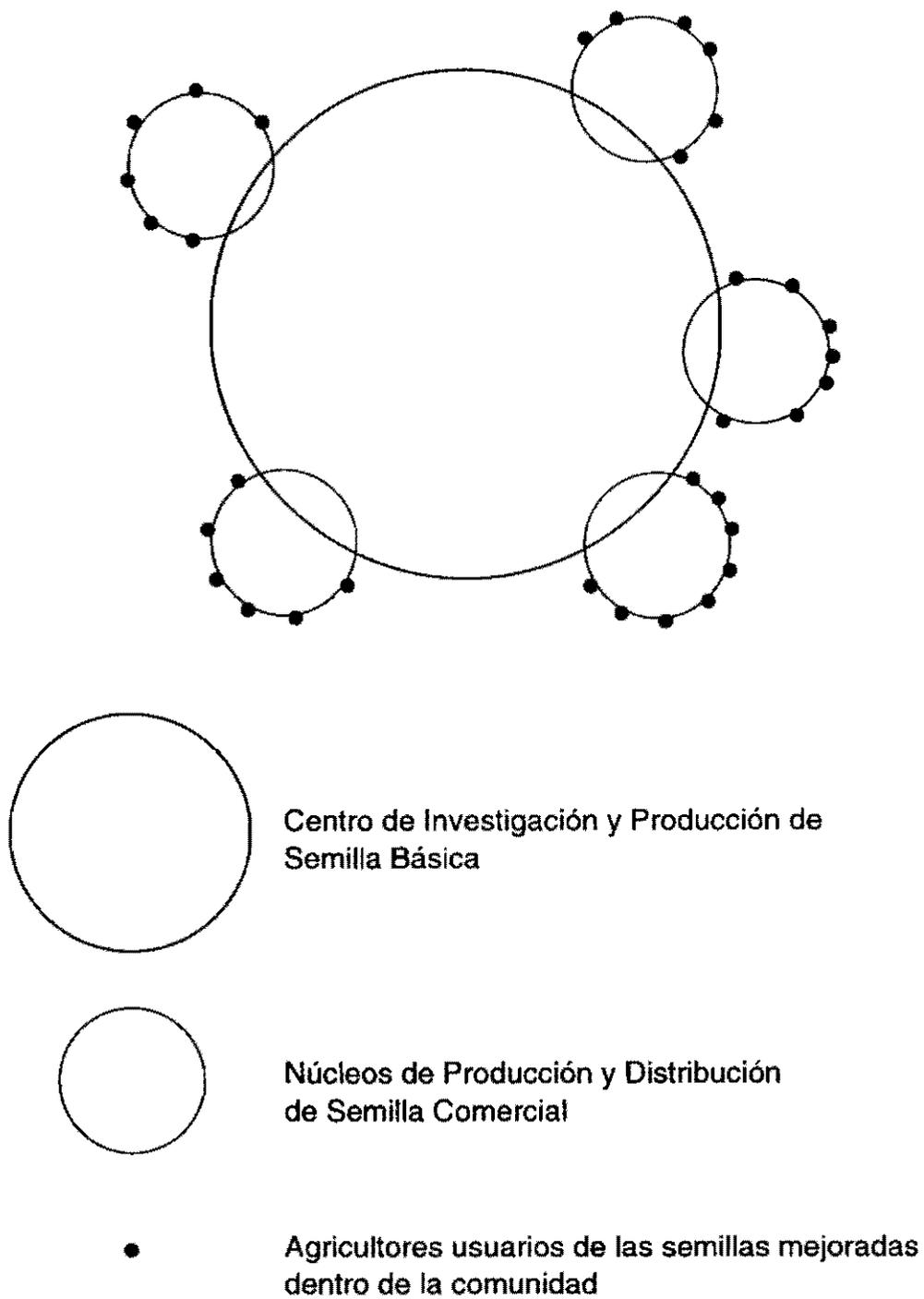


Figura 2. Modelo Operacional de un Sistema Organizado de Abastecimiento de Semilla de yuca.

BIBLIOGRAFIA

- COCK, J. H. 1989. La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, 240 p.
- ENGY, B.A.C. 1970. The effect of age on the establishment and yield of cassava sets. *Beilage Zur Tropischen und Subtropischen land wirtschaft und Tropen veterinar medizin* 8(1):71-75
- GARAY, A.E. y J. LOPEZ. 1991. Desarrollo del sistema de abastecimiento de semilla de yuca. Unidad de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- GARCIA M. y S. RODRIGUEZ. 1983. Estudio comparativo de estacas de yuca procedentes de diferentes partes de la planta. *Cienc. Tec. Agric. Viandas tropicales* 6(1-2):39-44. La Habana, Cuba.
- GURITNO, B. 1985. Influence of planting material on plant performance in cassava. University of Brawijaya, Malang, Indonesia, 158 p.
- LOPEZ, J. 1991. Características de la utilización de semilla de yuca en la costa atlántica de Colombia. Unidad de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, 12 p.

TECNICAS DE MULTIPLICACION DE MATERIAL DE SIEMBRA Y SU ALMACENAMIENTO

Magaly García¹
Sergio Rodríguez

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos en el programa de yuca de la República de Cuba respecto a los diferentes métodos de multiplicación utilizados para garantizar la disponibilidad de estacas, asegurando así la estabilidad de un clon comercial y la introducción de nuevos clones en la producción. En el trabajo se expone de manera detallada la fitotécnica que se emplea para la producción convencional de estacas. En cuanto a los métodos: acelerado convencional e *in vitro*, se reflejan los objetivos para los cuales deben emplearse y las ventajas de los mismos. En cuanto al material básico de multiplicación se discuten aspectos relacionados con la procedencia del mismo, almacenamiento y conservación. Como consideración final, se hace énfasis en la importancia del material de plantación desde el punto de vista de su calidad y la importancia del manejo post-cosecha, para garantizar que los estudios de interacción genotipo-ambiente produzcan resultados confiables.

INTRODUCCION

Entre los cultivos que se producen en los trópicos la yuca es la cuarta fuente de calorías más importante para la alimentación humana (Cock, 1985). Se prevee que para el año 2000 la población de esos países, que en la actualidad es aproximadamente dos millones, se incremente en un 50%. Se necesita por tanto de un aumento similar en la disponibilidad de alimentos para poder satisfacer esa creciente demanda.

El aumento en la producción como consecuencia de la denominada "Revolución Verde" fue en su mayor parte alcanzado a expensas de un elevado uso de insumos, en áreas de ecosistemas favorables para el arroz y el trigo. Sin embargo, para un grupo considerable de productores que dependen de una agricultura sostenible con inversiones mínimas y en cultivos que resulten lo más eficiente posible, quedó al margen de dicha revolución.

La yuca es un cultivo que presenta características muy promisorias para producción bajo condiciones marginales, particularmente en ecosistemas secos o de suelos pobres

¹ Investigadora y Director, INIVIT, Apartado 6, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

donde otros cultivos no se adaptan bien (Hershey, 1991).

La importancia de la yuca como un cultivo eficiente en la producción de calorías lleva a constituirlo en un alimento básico para gran parte del mundo en desarrollo y la fuente primaria de calorías para 500 millones de personas. Ahora bien, no sólo debemos analizar esta planta como fuente de carbohidratos para la alimentación humana, sino que además presenta una gran factibilidad de uso en la alimentación animal o como de materia prima para la industria como es el caso de los almidones.

Teniendo en cuenta las múltiples características de adaptación, producción y procesamiento de la yuca, se esperaría una mayor dedicación de esfuerzos para la investigación y producción de su cultivo. Si bien los recursos dedicados a la investigación en yuca distan de ser los deseables durante los últimos tres lustros se han experimentado notables avances en cuanto al incremento de las investigaciones, motivado fundamentalmente por la cantidad de instituciones nacionales e internacionales que han iniciado importantes programas. La estabilidad de dichos programas dependerá del impacto productivo que logren a nivel de los productores. Dicho impacto dependerá no sólo de la introducción de nuevos componentes tecnológicos, como variedades, sino también de la estabilidad productiva de los mismos, donde la calidad y disponibilidad del material de siembra resulte un factor de vital importancia a considerar.

Para que la estaca que se va a utilizar como material de siembra reúna la calidad requerida, es necesario tener presente los diferentes factores adversos a la producción, que inciden durante el ciclo del cultivo. Dichos factores determinan aspectos importantes como la sanidad, el estado de madurez del tallo, el número de nudos por estaca, el grosor de la misma, etc.

Respecto a la disponibilidad de estacas para realizar la plantación en el momento deseado, resulta necesario considerar el método de multiplicación a emplear dependiendo de los objetivos que se persigan, la disponibilidad inicial de "semilla" y los recursos disponibles. Teniendo en cuenta estos antecedentes, podemos referirnos a diferentes vías o métodos para la producción del material de plantación.

TECNICAS PARA LA MULTIPLICACION DE SEMILLA

Dentro de las metodologías disponibles para la multiplicación de material de siembra, se tiene:

- . Multiplicación convencional
- . Multiplicación convencional acelerada
- . Multiplicación intensiva o multiplicación "*in vitro*".

Multiplicación convencional

La multiplicación convencional es aquella que se realiza directamente en el campo. Es necesario establecer un "paquete tecnológico" específico para la producción de estacas, ya que se ha demostrado en varias ocasiones, que existe una relación estrecha entre la calidad del material de plantación que se obtiene y los rendimientos de raíces tuberosas comerciales. Entre los aspectos importantes a tomar en consideración, se pueden señalar los siguientes:

Suelos y preparación del suelo. Deben ser fértiles con buen drenaje exterior e interior, con una capa arable no menor de 15 cms y con pH entre 4 y 7,5. La preparación del suelo debe realizarse de forma tal que se presente mullido a una profundidad de 20-25 cm.

Selección y preparación de estacas para plantación. Las estacas deben proceder de plantas que tengan de 10-15 meses de edad. Deben de tomarse de tallos primarios, cuando se tomen de plantas que hayan ramificado a más de 1.20 m y tallos primarios más las 3/4 partes de las ramas secundarias cuando las plantas ramifiquen más bajo.

La longitud de la estaca debe oscilar entre 20-25 cm y tener un mínimo de 7 a 8 yemas. El corte será recto pudiendo realizarse con una sierra circular o machetín bien afilado.

Plantación. Antes de realizarse la plantación, las estacas deben sumergirse durante tres minutos en una solución de insecticida y fungicidas. La época óptima de siembra está en función de las condiciones edafoclimáticas de cada país o región, la distancia será de 1.20-1.40 m x 0.70-0.80 m ó 0.90 m x 0.90 m para clones de porte erecto y 0.90 m x 1.00 m para clones medianamente ramificados como el tipo "CMC 40". Las estacas deben plantarse de forma inclinada sobre el cantero, formando un ángulo de 45° con el suelo dejando una yema afuera. La plantación horizontal puede realizarse con la transplantadora TR-4 u otras similares. Cuando se siembra manualmente el cantero no debe partirse muy profundo.

Labores de cultivo. Estas labores tendrán como objetivo mantener el cultivo libre de malas hierbas y una buena conformación del cantero.

Riego. Es importante disponer de riego, por lo menos durante los 2-3 primeros meses para garantizar el establecimiento de la plantación. Los intervalos entre riegos estarán en función del tipo de suelo.

Fertilización. Teniendo en cuenta el tipo de suelo, las dosis de nutrientes variarán entre los siguientes rangos: N 120-180; P₂O₅, 35-62 y K₂O 144-250. Todo el fertilizante de fórmula completa se aplicará en plantación, excepto en suelos arenosos donde se fraccionará de forma tal que el 50% se aplique en plantación y el resto a los 60-90 días. Si mediante la fórmula completa no se aplica todo el nitrógeno, el resto se aplicará

alrededor de los 80 días después de la siembra.

Índice de multiplicación. El índice de multiplicación depende de los objetivos que se persiven. Si se desea obtener estacas para realizar plantaciones comerciales, se puede obtener una relación de 1:8 o 1:10. Ahora bien, en el caso de tratarse de un clon el cual se desea propagar lo más rápido posible, puede alcanzarse un índice de 1:15 o 1:20. En este caso se tomarán estacas entre 10 y 15 cm, las que se plantarán sobre el cantero de forma vertical dejando una yema afuera. Además, puede utilizarse las ramas secundarias y terciarias en clones de porte erecto y medianamente ramificados.

Las siguientes consideraciones deben tenerse en cuenta:

- . La preparación de las varetas debe hacerse antes de la cosecha, cortándose por separado en los diferentes niveles de ramificación.
- . Garantizar una correcta preparación de suelo y humedad del mismo.
- . Se plantarán las estacas teniendo en cuenta su posición en la planta. Las procedentes de tallo primario separadas de aquellas obtenidas de ramas secundarias y éstas a su vez, separadas de las de ramas terciarias.

El método convencional se utiliza cuando existe una suficiente disponibilidad de material y sólo se requiere garantizar para el próximo año la siembra de un área equivalente a la que existe o incrementarla en una proporción relativamente pequeña.

El manejo agronómico que se emplea en este método es similar al que se utiliza para la producción de raíces. Sin embargo, en caso de existir la necesidad de alcanzar mayores índices de multiplicación puede reducirse el marco de plantación, lográndose un mayor volumen de estacas, aunque normalmente se afecta el rendimiento de raíces, debido a la mayor competencia entre plantas.

Multiplicación convencional acelerada.

Para este tipo de metodología es necesario disponer de cámaras de propagación y las cámaras de enraizamiento.

Cámara de propagación. La cámara es un rectángulo (2,40 m de largo x 1.20 m de ancho) de doble pared quedando un canal entre medio de ellas. Contiene grava hasta 10 cm de altura y sobre la grava se deposita la tierra fértil. La cámara tendrá techo en forma de caballete de 50 cm de altura, cuyos bordes deben descansar en el centro del canal. La estructura será de polietileno y tela de mosquitero.

Cámara de enraizamiento. El área de enraizamiento está compuesta por el umbráculo y la cámara de enraizamiento. El umbráculo se puede construir según la necesidad y puede estar forrado con tela de mosquitero y polietileno. La cámara de enraizamiento está compuesta de una mesa forrada con aluminio y pintada de blanco, las dimensiones

son de 0.80 - 0.85 m de ancho por un largo que oscila entre 2 y 3 m y la altura de 0.80 m; con un techo sobre la mesa a 1.50 m de altura.

Acondicionamiento de la cámara de propagación. La capa vegetal de las cámaras de propagación se debe desinfectar con formol al 10% a razón de 10-15 l/cámara y cubrirse herméticamente por 72 a 96 horas con polietileno. Se destapa y ventila durante 4 a 5 días, removiendo el suelo con un rastrillo. Dos días antes de plantar las estacas se les aplica TMTD (85%) 2.5 g/l y/o Captán (50%) a razón de 3.5 g/l, usando 3 litros por cada cámara. Después de haber plantado, se les aplica a los brotes sulfato de Zinc 5-10 g/l de agua y Haftol 1 g/l de agua. Esta aplicación se efectúa con mochila a razón de 1.5 litros por cada cámara a los 10-15 días y después de los cortes. Puede aplicarse también 20 g de sulfato de magnesio en el fondo del surco, con un posterior riego ligero.

Preparación del material de propagación. Se seleccionan plantas sanas y maduras entre 8 y 14 meses de edad. En caso de utilizarse las ramas primarias y secundarias, el material se dividirá en dos grupos de plantación. Se cortan estacas de dos nudos con un serrucho o sierra eléctrica. Las estacas se tratan durante 5 minutos con una solución por 1.25 g de Maneb; 5.38 g de Zineb 75% PH; 2.2 g de Oxicloruro de Cobre (50%) y 1 cc de Malathion (57%) cada litro de agua.

Obtención de brotes. De 2 a 3 semanas después de la siembra se habrán logrado brotes de 8 cm. Los cortes de los brotes se efectúa con una cuchilla de afeitar o bisturí, previamente desinfectado en una solución con hipoclorito de sodio al 1% o alcohol al 70%.

Enraizamiento de los brotes. Las plántulas se cortan con una longitud de 7 cm inmediatamente por debajo de la yema y se van ubicando en frascos individuales con agua destilada estéril. Se deben eliminar todas las hojas desarrolladas y dejar sólo la yema terminal y una hoja muy pequeña. Las plántulas deberán mantenerse en cámara de enraizamiento entre 10-15 días.

Luego del corte los tallos de 1 cm comienzan a rebrotar y alrededor de los 15-20 días alcanzan 8 cm, pudiéndose realizar nuevamente la operación de corte. Este proceso puede repetirse cinco o más veces hasta que se deteriore la estaca. Esto significa que de una estaca se puedan obtener 8-10 y más plántulas. Desde que una planta de yuca es capaz de producir entre 100 y 150 estacas de dos yemas, que la relación de multiplicación puede llegar a 1:1000 en un año.

Con este método se puede suministrar abundante material de plantación en corto tiempo. Si bien requiere de ciertas instalaciones, las mismas pueden ser rústicas. Otro aspecto importante a considerar son los cuidados especiales de humedad y limpieza cuando los brotes se transplantan en el campo. Es importante utilizar el mismo cuando se desea propagar en forma acelerada un nuevo clon procedente de áreas experimentales y del cual se dispone de cantidades limitadas de semilla.

Multiplicación "in vitro"

Para el cultivo de meristemas se emplea el medio basal de Murashige y Skoog suplementado con 0.02 mg/l de ANA; 0.05 mg/l de BAP; 0.05 mg/l de AG₃ y 20 g/l de sucrose.

En la literatura consultada no se reportan índices de multiplicación, porque generalmente los trabajos están encaminados al saneamiento de los clones más importantes y a su intercambio. La experiencia en Cuba permite plantear una reproducción de 1:3000-5000 vitro plantas por año. Con este método se alcanzan los mayores índices de multiplicación pero a su vez el más costoso y menos asequible para los productores.

Se recomienda que este método sea empleado para producir semilla original y para impulsar la multiplicación inicial de un nuevo clon promisorio, combinándolo la multiplicación acelerada.

Tabla 1. Resultado de algunos experimentos relativos a la madurez de la semilla.

Investigador	País	Rendimiento con semilla de parte		
		BASAL	MEDIA	APICAL
CALAND (1931)	Filipinas	100 (39.4)	*82 (32.3)	*46 (18.0)
		100 (31.5)	126 (39.6)	72 (22.8)
		100 (36.5)	96 (34.9)	54 (19.8)
		100 (32.4)	98 (31.8)	32 (12.3)
HUERTAS (1940)	Filipinas	100 (21.4)	92 (19.7)	21 (4.4)
JEYASEELAN (1951)	Ceilán	100 (32.2)	-	91 (29.2)
HIEGE (1957)	Costa de Marfil	100 (31.4)	-	94 (29.4)
ENY (1970)	Tanzania	100 (31.7)	69 (21.8)	53 (16.7)
CHAN (1970)	Malasia	100 (36.4)	101 (36.7)	98 (95.8)
GURNAH (1974)	China	100 (15.8)	107 (16.9)	105 (16.5)
CIAT (1979)	Colombia	100 (10.2)	128 (13.1)	125 (12.8)
		100 (6.4)	97 (6.2)	187 (12.0)
		100 (22.5)	124 (27.9)	117 (26.3)
VIEGAS (1976)	Brasil	100 (52.2)	83 (43.2)	68 (35.4)
ARISMEND (1980)	Venezuela	100 (8.7)	95 (8.3)	91 (7.9)
		100 (17.7)	95 (16.80)	85 (15.1)
GURITNO (1985)	Indonesia	100 (12.8)	94 (12.0)	87 (11.2)

Material de siembra. La procedencia del material de propagación en especies de reproducción agámica resulta un tema objeto de discusión por lo diferentes criterios que

existen al respecto. Mientras que en boniato (*Ipomoea batatas*) y caña de azúcar (*S. officinarum*) la tendencia es a utilizar partes relativamente jóvenes; en yuca se prefieren estacas con cierto grado de lignificación. Los mayores rendimientos se alcanzan cuando el diámetro de la médula es aproximadamente el 50% del diámetro total de la estaca. Se conoce además, que las estacas poco lignificadas poseen bajo porcentaje de brotación y son atacadas por insectos chupadores y patógenos del suelo debido al elevado porcentaje de agua que tienen en su constitución.

López, J. (1989) resume los resultados alcanzados por diferentes investigadores al emplear estacas procedentes de la parte basal, media y apical de la planta (Tabla 1).

En Cuba, García y Rodríguez (1983) encontraron diferencias significativas en cuanto a la brotación, velocidad en la cobertura del campo por el follaje y el rendimiento de raíces tuberosas comerciales al evaluar estacas provenientes de diferentes partes de la planta (Tabla 2).

Tabla 2. Promedio de número de plantas brotadas, tiempo para cobertura total del suelo y rendimiento de raíces por parcela.

Tratamientos	Plantas brotadas	Semanas para cubrir el suelo	Rendimiento de raíces (kg/ha)
Primera sección tallo primario	49,00 ^a	16.25 ^c	80.00 ^a
Segunda sección tallo primario	49,75 ^a	16.75 ^c	78.25 ^a
Tercera sección tallo primario	50,00 ^a	16.25 ^c	77.75 ^a
Cuarta sección tallo primario	49,50 ^a	16.50 ^c	84.00 ^a
Quinta sección tallo primario	49,75 ^a	16.25 ^c	79.25 ^a
Sexta sección tallo primario	49,25 ^a	16.75 ^c	76.50 ^a
Estaca de rama secundaria	41,25 ^b	18.75 ^b	58.75 ^b
Estaca de rama terciaria	22,40 ^c	20.00 ^a	53.00 ^b

No deben existir reglas rígidas en cuanto a la procedencia del material de siembra, la arquitectura de la planta suele ser afectada por diferentes manejos y condiciones ambientales. En plantas cuya edad oscila entre 10-16 meses, y cuya ramificación se produce en los primeros meses, sólo los tallos primarios y las ramas secundarias garantizan estacas de calidad. Es necesario realizar la selección de las plantas de donde se tomará el material tomando aquellas con mayor producción de raíces. La selección en base al desarrollo vegetativo debe de tomarse con mucha precaución en área afectadas por virus como el causante de la enfermedad denominada "Cuero de Sapo". Este virus produce normalmente una notable depresión en los rendimientos de raíces, con un estímulo en el desarrollo vegetativo debido a la interrupción en la traslocación de los

carbohidratos hacia la raíz tuberosa.

Almacenamiento y conservación del material de siembra. La conservación del material de siembra es de importante para garantizar en la producción. Es común que la cosecha no coincide con el momento de la plantación, ya sea por el ciclo del clon, la época de cosecha o por las condiciones climáticas imperantes en este momento.

Una adecuada conservación depende de un manejo correcto del material durante la cosecha. Es necesario mantener la integridad de los tallos primarios o las ramas secundarias, al momento de la cosecha. Debe evitarse también que el transporte de las raíces afecte a la parte vegetativa. Una vez cosechadas, las ramas deben colocarse de forma vertical, formando una especie de círculo, cuyo diámetro oscilará entre 2 y 3 metros, preferiblemente a la sombra. En caso de una conservación a largo plazo, deben conservarse las plantas con el tocón (estaca utilizada para la plantación el año anterior) y algunas ramas, para evitar que se deteriore la parte de la planta que ha de emplearse.

Tabla 3. Influencia de la pérdida de humedad en la viabilidad de la semilla de yuca.

Pérdida de humedad (%)	Reducción de la brotación (%)
10	10
20	10
60	100

Las varetas pueden conservarse en condiciones óptimas por 20-25 días. Posteriormente, la pérdida de humedad en las mismas (Tabla 3) puede afectar la brotación de las estacas. Las varetas siempre deben conservarse en lugares frescos y con sombra, pues su exposición a pleno sol acelera el proceso de deshidratación y con ello la pérdida de calidad del material de siembra.

La conservación y almacenamiento de estacas no se realiza de forma sistemática en Cuba, ya que los productores realizan el corte de las estacas una vez que la tierra se encuentre surcada. De esta forma se obtienen los mejores resultados en términos de implantación del cultivo.

CONSIDERACIONES FINALES

La calidad del material de siembra juega un papel fundamental para alcanzar rendimientos elevados en yuca, debiéndose valorar todos aquellos factores relacionados con los aspectos cuantitativos y cualitativos de la misma.

Las diferentes técnicas de multiplicación contribuyen a la generalización de un nuevo clon y su rápida distribución entre los productores. No sólo mediante técnicas biotecnológicas puede alcanzarse este objetivo, pues existen técnicas convencionales que requieren de menos recursos y garantizan elevados índices de multiplicación.

Entre los aspectos cualitativos la procedencia de la estaca es muy importante, deben emplearse tallos primarios preferentemente, o ramas secundarias que reúnan las condiciones en cuanto a grosor, número de yemas, etc. Así mismo el material vegetativo debe de estar libre de patógenos y plagas.

El manejo post-cosecha del material vegetativo debe optimizarse para garantizar una producción estable en del cultivo. La carencia de material de plantación, no sólo afecta contra los rendimientos, sino que favorece el traslado de plagas y enfermedades de una región a otra.

Finalmente, la disponibilidad de material de siembra asegura que los estudios de interacción genotipo-ambiente aporten resultados confiables, ya que pueden plantarse los genotipos de acuerdo a su comportamiento por ecosistemas.

MANEJO AGRONÓMICO DE LOTES DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA¹

Javier López M.²

RESUMEN

Con el fin de obtener una máxima producción tanto de estacas de alta calidad como de raíces, es necesario considerar ciertas prácticas de cultivo en el manejo agronómico de una parcela de semillas. Es importante realizar una selección positiva de las estacas y posibilitar el uso de altas densidades de siembra o de cultivos intercalados. La siembra debe disponerse de tal manera que garantice la inspección periódica del cultivo, con el fin de evitar a tiempo la pérdida en cantidad o en calidad de material de siembra debido al ataque de plagas o enfermedades.

También hace parte de este manejo el almacenamiento de los tallos que normalmente se debe hacer para maximizar la utilización de la tierra, así como el corte, empaque y tratamiento químico de las estacas producidas.

INTRODUCCION

El objetivo principal de un lote de multiplicación es el de obtener el mayor número posible de estacas por planta. Deben de evitarse aquellos factores que además de reducir el rendimiento de raíces de las plantas directamente afectadas, también reducen la capacidad del material de siembra obtenido de ellas para expresar el potencial de rendimiento de los genotipos.

El manejo agronómico de los lotes de multiplicación implica el empleo de todas las prácticas de cultivo que se recomiendan para la obtención de alto rendimiento de raíces, realizándolas con los mínimos costos. Esto permite que con la venta de las raíces se obtengan ingresos suficientes para cubrir el costo de producción, tanto de las mismas raíces como de las estacas, quedando generalmente un margen de utilidad que es importante para los productores de semilla comercial y aún para el productor de semilla básica.

Para alcanzar estos objetivos, los lotes de multiplicación de semillas deberían seguirse una serie de recomendaciones que se detallan a continuación.

¹Nota: En el texto se utiliza el término "semilla de yuca" significando material de siembra.

²Asistente de Investigación, Programa de Yuca, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

SELECCION DEL MATERIAL DE SIEMBRA

Se recomienda hacer una selección positiva de las plantas que van a suministrar el material de siembra para las parcelas de semillas. De acuerdo con CIAT (1987) los rendimientos, especialmente de las variedades tradicionales, se pueden aumentar con la sola utilización de material de siembra tomado de plantas vigorosas y aparentemente libres de enfermedades. Sin embargo, plantas aparentemente sanas pueden estar afectadas por virus latentes (Lozano, 1987) o por hongos endófitos dañinos (Lozano y Laberry, 1993). Por lo tanto, cuando además del aspecto exterior las plantas que servirán como fuente de estacas se seleccionan por una alta producción de raíces, se asume que las plantas con más alto rendimiento deben ser las más sanas (Lozano, 1987).

SIEMBRA

Se deben utilizar una densidad de siembra tal que permita el máximo aprovechamiento económico de las raíces.

Con el fin de facilitar la inspección hacia el interior del cultivo para decidir la realización de drenajes y desyerbas, para poder detectar a tiempo la aparición de focos de plagas o enfermedades, es conveniente efectuar la siembra en bloques; es decir, dejando 2 hileras sin sembrar cada cierto número de hileras sembradas.

Como la aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares se puede realizar en forma muy eficiente con fumigadoras de motor las cuales tienen un ancho de trabajo de 7 metros, se pueden hacer bloques de 14 metros. A pesar de que el área sin sembrar en estas condiciones asciende a un 12.5% del área total, la producción de raíces se reduce solamente en un 6%, porque el rendimiento en las hileras de los bordes se aumenta debido a la falta de competencia. Sin embargo, dado que la producción de estacas sí se disminuye en un 12.5%, los bloques no deben ser muy pequeños para que no se aumente demasiado la proporción de área sin sembrar.

FERTILIZACION DEL TERRENO

La parcela de semillas se debe ubicar preferiblemente en un suelo de buena fertilidad natural. En caso contrario se debe realizar una fertilización completa, ya que el nivel de fertilidad del suelo influye decisivamente tanto en la cantidad como en la calidad de la semilla producida.

Según informa CIAT (1983), aplicando un fertilizante completo a una parcela de semillas sembrada en un suelo de baja fertilidad se aumenta notablemente el número de estacas producidas así como el peso promedio por estaca (Tabla 1). Adicionalmente, de

Tabla 1. Influencia de la fertilización sobre la producción de estacas.

Cultivar	N° de estacas/planta		Peso estacas (gr)	
	sin fert.	con fert.	sin fert.	con fert.
MMex 59	6.3	9.4	59	68
MVen 218	8.9	11.3	67	70
MCol 63	4.9	6.7	46	54
MCol 22	5.2	6.2	58	60
MCol 1684	4.2	8.4	53	63
CM 91-3	4.9	4.4	46	63
Promedio	5.7	7.7	55	63

acuerdo con otra información del CIAT (1985), cuando se seleccionan para semilla plantas provenientes de parcelas con nivel de fertilidad alto, se obtiene en el cultivo subsiguiente un mayor rendimiento de raíces y una menor incidencia de enfermedades como añublo bacterial y superalargamiento en comparación con semilla obtenida de parcelas con bajo nivel de fertilidad.

COMPETENCIA INTRA E INTERESPECIFICA

Competencia con malas hierbas

La reducción en el rendimiento de raíces ocasionada por la competencia de las malezas es un hecho bien conocido en yuca como en otros cultivos. Pero también es claro que un deficiente control de malezas también afecta en proporción similar la producción de estacas.

En un ensayo realizando diferentes niveles de control de malezas durante los dos primeros meses de crecimiento (CIAT, 1983) se observó que de acuerdo a la eficiencia en el control de malezas hubo diferentes niveles de competencia entre malezas y yuca. Se registró por una reducción en el peso de la parte aérea de las plantas cuando disminuyó el porcentaje de control. El número de estacas producidas por planta fue proporcional al peso de la parte aérea.

Tabla 2. Efecto de la competencia de malezas en la producción de estacas de yuca.

Sistema de control	Control de malezas (%) 59 DDS*	Estacas/ planta	Peso fresco (ton/ha)	
			Ramas	Raíces
Control manual continuo	100	5.9	18.8	28.4
Herbicida preemergente **	62	4.9	16.7	19.2
Sin control de malezas	0	0.3	2.6	3.5

* DDS= Días después de siembra

** Diuron + Alaclor 1 Kg + 2 Lt/ha

El hecho de no controlar las malezas redujo el crecimiento de la parte aérea a un nivel muy bajo y en estas condiciones solamente una de cada 3 plantas produjo una estaca de aceptable tamaño y calidad. Por otra parte, sin competencia de malezas se obtuvieron casi 6 estacas por planta (Tabla 2). Es por lo tanto de doble interés mantener un buen control de malezas cuando se desea optimizar tanto la producción de estacas como de raíces.

Competencia entre plantas de yuca

La tasa de multiplicación de la yuca se podría aumentar notablemente aumentando la densidad de siembra en las parcelas de semilla. Según Villamayor (1983) cuando se aumenta el número de plantas por hectárea por encima de la población utilizada normalmente en cultivos comerciales, cada planta tiende a mantener estable su número de tallos primarios lo cual permite obtener una mayor producción de estacas. Estas estacas presentan un peso ligeramente menor debido a que los tallos crecen más delgados, a pesar de lo cual el rendimiento de los cultivos sembrados con estas estacas no se afecta (Tabla 3).

Con base en los resultados de este estudio, el uso de poblaciones altas para producir material de siembra se podría recomendar en los casos donde el espacio físico es una gran limitante, como podría ser en algunas instituciones de investigación. En los casos en que el ingreso por concepto de venta de las raíces sea decisivo para la continuidad

Tabla 3. Producción de estacas con diferentes poblaciones de yuca (cv. Golden Yellow) y rendimiento obtenido al sembrar estas estacas.

Población (pl/ha)	Nº Tallos por m ²	Diámetro de tallos (cm)	Estacas Nº/m ²	Rendimiento subsecuente (ton/ha)
13.333	2.7	1.94	10.4	16.9
17.777	3.7	1.80	15.1	19.0
26.666	4.8	1.79	18.3	17.4
53.333	8.3	1.54	26.7	16.7

de la actividad, la densidad de siembra a utilizar será determinada por la preferencia en el mercado de un tamaño particular de las raíces.

Intercultivo con maíz

La práctica de intercalar otras especies en un cultivo de yuca generalmente reduce la producción tanto de las raíces como de la parte aérea en proporción directa a la competencia ejercida por las otras plantas, reduciéndose además el peso promedio de las estacas.

CIAT (1989) reporta resultados de un experimento a nivel de finca con 5 agricultores durante dos años, para evaluar la influencia del intercultivo con maíz en la calidad del material de siembra de yuca. Se tomaron estacas de cada sistema de cultivo que se sembraron en la siguiente temporada en monocultivo y se encontró que ninguna de las variables medidas en ese cultivo fue afectada por el origen del material de siembra (Tabla 4).

Esto demuestra que la calidad del material de siembra obtenido tanto de yuca sembrada como cultivo individual como de yuca sembrada en asociación con maíz no es significativamente diferente. A pesar de que el intercultivo resulta en una reducción de la cantidad de estacas producidas, este sistema de cultivo corrientemente utilizado en muchas regiones del mundo podría ser también empleado en la producción comercial de semilla de yuca. Es posible que en pequeñas empresas artesanales se obtengan combinadamente tanto semillas de yuca como de variedades de maíz.

Tabla 4. Efecto del intercultivo con maíz en la calidad de estacas de yuca.

Origen del material de siembra	Altura de plantas (m)	Peso ramas (ton/ha)	Peso raíces (ton/ha)
Monocultivo	1.79a*	8.20a	17.32a
Intercultivo	1.73a	8.00a	16.56a

* Cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes.

CONTROL DE PLAGAS

El control de plagas tiene dos objetivos; por una parte, evitar que se reduzca el crecimiento de los tallos y por ende la cantidad de material de siembra que se espera producir, y por otra parte evitar la diseminación de plagas. Según CIAT (1987-A), insectos como las escamas y el piojo harinoso pueden reducir la germinación de las estacas hasta en un 70% dependiendo del grado de infestación. Los huevos y las larvas de ácaros y de otros insectos como los trips también se pueden diseminar al transportar estacas afectadas.

ALMACENAMIENTO

Si se espera hasta que la parcela de semillas complete 12 meses para su cosecha se obtendría semilla completamente fresca al momento de la nueva siembra, una óptima producción de estacas y de raíces.

Pero en la práctica es necesario iniciar la cosecha antes de los 12 meses, tanto más anticipadamente cuanto más grande sea la parcela debido a que: a) se requiere desocupar el terreno con anticipación a la temporada de lluvias con el fin de prepararlo para la nueva siembra. De lo contrario el terreno se quedaría sin sembrar encareciendo demasiado las estacas y las raíces producidas. b) la cosecha de las raíces es una labor que generalmente se hace en forma lenta, a no ser que se tenga contrato con una empresa procesadora de yuca que permita evacuar prontamente toda la producción. Es

de esperar que una parcela de semillas de 10 ha, que apenas permitiría sembrar 80 nuevas hectáreas, produzca por encima de 200 toneladas de raíces.

Pero cuanto más anticipadamente se inicie el arranque de la yuca más se reducirá el número de estacas posibles de obtener. Esto se debe a que por una parte porque los tallos están menos maduros y por otra parte porque es necesario almacenarlos por más tiempo.

En resumen, si se espera que la producción de semilla de yuca sea una actividad sostenible a largo plazo, se hace necesario realizar almacenamiento de los tallos, para lo cual se deben de tener en cuenta los siguientes parámetros:

- a. Iniciar el arranque con las variedades que tengan mejor potencial de almacenamiento, dejando para el final las que se deterioran rápidamente.
- b. La edad de las plantas en el momento del arranque afecta el potencial de almacenamiento de algunas variedades (Tabla 5).
- c. Las ramas se deben cortar de la mayor longitud posible.
- d. Almacenar las ramas tan pronto se arranque la planta. La exposición al sol en el campo reduce la capacidad de los tallos para soportar almacenamiento (Tabla 6).
- e. El tratamiento químico con una solución insecticida-fungicida es una medida preventiva que bajo condiciones desfavorables de almacenamiento puede ayudar a evitar el deterioro de la semilla .
- f. El almacenamiento de las ramas en posición vertical es preferible al almacenamiento horizontal ya que evita la pérdida de material de siembra y una reducción en el peso de las estacas aprovechables (Tabla 7).

Tabla 5. Efecto de la edad de las plantas sobre el almacenamiento de sus ramas durante 4 meses (Fuente: López, 1990).

Variedad	Edad (meses)	Perdida de semilla (%)
MMex 11	8	4
	18	2
MCol 22	8	31
	18	8

Tabla 6. Efecto de la exposición solar sobre ramas de yuca cv. M COL 1505 antes de ser almacenadas durante 2 meses. (Fuente: López, 1990)

Momento del Almacenamiento	Pérdida de semilla (%)
Inmediatamente después de la cosecha	10
8 días después de la cosecha	23

Tabla 7. Condiciones de material de siembra de yuca cv. MCOL 2215 almacenado durante 103 días en la costa norte de Colombia (Fuente : López, 1990)

	Antes del	Después del almacenamiento	
	Almacenamiento	Vertical	Horizontal
Peso/rama (gr)	340.0	307.0	240.0
Estacas/rama	3.4	2.7	2.4
Peso/estaca (gr)	76.0	63.0	54.0

CORTE Y EMPAQUE

Mientras sea posible es preferible transportar el material de siembra cortado en estacas ya que en forma de ramas hay mucho deterioro en el cargue, descargue y durante el viaje.

Una forma práctica y económica de transportar la semilla es en sacos de fique o de polipropileno, para lo cual las estacas se deben cortar de un tamaño uniforme y empacar en forma ordenada lo cual permite colocar varios bultos de semilla uno encima de otro sin ocasionar mayores daños físicos a las estacas.

A no ser que se hayan recomendaciones específicas, las estacas se deben cortar de una longitud de 20 cm, preferiblemente con sierra para evitar que se desgarre la corteza o se astille el leño. Con una sierra circular se pueden cortar 20.000 estacas en una jornada de 8 horas entre dos personas.

Una disposición uniforme del mismo número de estacas en cada saco es una medida que facilita el trabajo del que corta y el que transporta la semilla, así como para el usuario.

TRATAMIENTO QUIMICO

Después de sembradas, las estacas se pueden deteriorar por la acción de patógenos e insectos que por lo general atacan las yemas o penetran a través de heridas o por los retoños y raicillas (CIAT, 1987-A).

La selección y tratamiento de las estacas son prácticas que ayudan a eliminar o al menos a reducir la intensidad del daño causado por estos patógenos e insectos. El tratamiento químico puede actuar de varias maneras según el caso:

a. Erradicando un patógeno presente en las estacas. Aunque no se recomienda la utilización de material de siembra afectado por *Sphaceloma manihoticola* (Superalargamiento) o por *Diplodia manihotis* (Pudrición seca), cuando esto sea absolutamente necesario se deben escoger las plantas menos afectadas y tratarlas con Captafol o con productos a base de cobre en el caso del superalargamiento y con Benomyl en el caso de la pudrición seca. El Benomyl es un fungicida de acción sistémica que también es útil en el tratamiento curativo de estacas afectadas por *Fusarium spp* y por *Scytalidium spp*. (Lozano, 1991).

b. Inactivando un patógeno presente en las estacas. Cuando no se tenga la certeza de que un material de siembra está libre de añublo bacterial se debe tratar con fungicidas a base de cobre, los cuales inhiben la multiplicación de la bacteria (Lozano, 1991).

c. Eliminando ácaros e insectos adheridos a las estacas. Huevos y adultos de ácaros y de insectos como escamas, piojo harinoso (*Phaenococcus sp*) y trips, se pueden eliminar mediante inmersión de las estacas en una solución con insecticidas, tales como el Malathion (CIAT, 1987).

d. Protegiendo las estacas de agentes patógenos e insectos presentes en el lugar de la siembra.

Debido a que la microflora y la microfauna del suelo varían de un lugar a otro, se deben probar diferentes productos que sean fáciles de conseguir, hasta encontrar fórmulas específicas para cada región.

Según Lozano (1990), las diferencias en producción atribuibles a la selección y el tratamiento son más notorias cuando se utilizan clones susceptibles afectados que cuando se utilizan clones resistentes. Puede ocurrir sin embargo que con la selección y tratamiento de las estacas no se manifieste un efecto benéfico en los siguientes casos:

- a. Cuando la selección y el tratamiento se hacen en tallos de plantas vigorosas que crecen en una región sin problemas patológicos o entomológicos o con problemas leves.
- b. Cuando se utiliza para el tratamiento un producto inadecuado contra el patógeno que afecta la estaca o infesta el suelo donde se hará la siembra.
- c. Cuando la selección de las estacas es inapropiada (por ejemplo cuando se seleccionan estacas de plantas afectadas por patógenos sistémicos que producen pudriciones radicales como *Fusarium spp.*).

BIBLIOGRAFIA

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1987. Annual Report 1986. Cassava Program. Cali, Colombia.

_____. 1987-A. Selección y preparación de estacas de yuca para siembra - Guía de Estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: J. Carlos Lozano, Julio C. Toro, Abelardo Castro y Anthony C. Bellotti; Producción: Luis F. Ceballos, Fernando Fernández. Cali, Colombia. CIAT, 36 p. (Serie 04SC-06.02).

_____. 1989. Annual Report. Cassava Program. Cali, Colombia.

López, J. 1990. Producción comercial de semilla de yuca. Unidad de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 33p.

Lozano, J.C. 1990. La importancia de la selección y tratamiento de las estacas en la producción de yuca. Memorando CIAT FPY-018/90.

_____. 1991. Control integrado de enfermedades en yuca. Fitopatología Venezolana. 4(2):30-36.

_____ y R. Laberry. 1993. Hongos endófitos también en yuca. En: Yuca, Boletín Informativo 17(2):5-6. Cali, Colombia.

Luna, J.M. 1984. Influencia do armazenamento de manivas de mandioca na producao de raices e ramas. Tesis Mag. Se. Lavras, M.G., Brasil, Escola Superior de Agricultura. 90 p.

Villamayor Jr., F.G. 1983. Root and stake production of cassava at different populations and subsequent yield evaluation of stakes. Philipp. J. Crop Sci. 8(1): 23-25.

V. LIBERACION DE CLONES DE YUCA Y SU MONITOREO

Objetivo: Presentar estrategias para la liberación de variedades de yuca y evaluación del impacto en términos de producción y mercadeo.

LA IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE ADOPCION E IMPACTO: EL CASO DEL PROYECTO INTEGRADO DE YUCA EN LA COSTA NORTE DE COLOMBIA¹

María Verónica Gottret
Guy Henry²

INTRODUCCION

En los últimos años los fondos destinados para países en desarrollo se han mantenido en los mismos niveles que antes, o aún han disminuido en términos reales. Al mismo tiempo, el número de países beneficiarios aumentó debido a la reciente inclusión de los países que formaron parte del bloque comunista en Europa del Este. Por lo tanto, ahora ha sido necesario dividir menos recursos entre un mayor número de países. Esta disminución en los recursos para la financiación de programas o proyectos de investigación y desarrollo en los países del tercer mundo, ha llevado a los donantes a re-evaluar las prioridades para la asignación de recursos económicos. Esto ha traído una mayor competencia sobre los recursos económicos, y como consecuencia una necesidad inminente de estudios que puedan mostrar el impacto que han tenido los fondos invertidos en investigación y desarrollo. En el pasado existía una alta disponibilidad de recursos económicos y los países beneficiarios podían inclusive elegir entre las diferentes agencias o países donantes. Durante los últimos años, los donantes han empezado a requerir una detallada muestra de la manera en que han sido invertidos estos recursos, y de cual ha sido el retorno de esta inversión. A pesar de esto, se ha hecho muy poco énfasis en el potencial que tienen estos estudios de impacto en retroalimentar a los programas o proyectos de investigación y desarrollo.

Los estudios de impacto deben responder a un mayor número de objetivos aparte de determinar cuales han sido los retornos de los recursos invertidos en la investigación. En el largo plazo, los estudios de impacto son una herramienta importante para enfocar las actividades de investigación y desarrollo, como un mecanismo de retroalimentación ex-ante y ex-post. El objetivo de este trabajo es en primer lugar el de discutir que es lo que se ha buscado a través de estos estudios y realizando una revisión de la literatura existente, determinar cuál ha sido el uso que se le ha dado a los mismos. Por otra parte, este trabajo también tiene como objetivo determinar en que manera los estudios de adopción e impacto forman parte integral del ciclo de investigación y desarrollo.

¹Una versión preliminar fue presentada en el Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios. Marzo 1993, Quito, Ecuador.

²Asociado y Economista, Programa de Yuca, CIAT, Cali, Colombia, respectivamente.

Este trabajo está organizado en cuatro secciones. En la primera se hace una revisión de las más recientes contribuciones de los estudios de adopción e impacto, y se discuten los diferentes mecanismos de evaluación. Se presentan los términos de referencia para explicar como estos estudios pueden ser integrados dentro del proceso de investigación y desarrollo. En la segunda parte, se presenta un estudio de caso, que muestra diferentes formas de evaluación del Proyecto Integrado de Yuca que fue co-desarrollado por el Fondo de Desarrollo Rural Integrado de Colombia y el Programa de Yuca del CIAT, en la Costa Norte de Colombia. Se hace énfasis en los resultados de los estudios de adopción e impacto de tipo *ex-ante* y *ex-post*. En la tercera y última sección, se discuten los resultados en relación con los términos de referencia presentados anteriormente. Para terminar el trabajo, se presentan algunas recomendaciones que se espera puedan ayudar a los centros nacionales de investigación agropecuaria a apreciar la importancia de los mecanismos de evaluación, como una parte integral del proceso de investigación y desarrollo. Se pretende incrementar la eficiencia y eficacia de los proyectos o programas de investigación y desarrollo.

ADOPCION E IMPACTO COMO PARTE DEL PROCESO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Asumiendo que un determinado componente tecnológico llega al usuario y es aceptado o adoptado, entonces puede suponerse que esta acción genera cambios directos en el medio ambiente del usuario, y también efectos directos e indirectos en otros medios. De esta manera, todo proceso de adopción genera un impacto directo o indirecto tanto en el medio donde fue introducido el cambio como en otros medios relacionados con éste. A pesar de que la adopción y el impacto son fenómenos diferentes, existe una relación directa de causa y efecto entre ambos. Es así que en el sentido práctico, no puede existir impacto sin adopción.

El término de adopción es más fácil de definir que el término de impacto, el cual es más general. Mientras que Rogers (1962) define la adopción como "el proceso mental por el que atraviesa un individuo desde que escucha por primera vez acerca de una innovación hasta la adopción final"; Feder et. al (1985), lo definen como "el proceso de difusión de una nueva tecnología dentro de una región". Feder et. al (1985), en una revisión de los estudios empíricos de adopción realizados en los países en vías de desarrollo, revisan las conclusiones para determinar los principales factores que limitan el proceso de adopción. Este estudio presenta una valiosa colección de información, en relación a los resultados, mecanismos y las diferentes metodologías y sus limitantes, pero no presenta conclusiones acerca del valor de la información generada en estos estudios. La mayoría de estudios realizados con el objetivo de determinar el proceso y los niveles de adopción, son planteados como un objetivo final por sí mismos y no como una herramienta para generar información que sirva para retroalimentar al proceso de investigación y desarrollo.

De acuerdo con Anderson y Herdt (1990), los estudios de impacto tienen diferentes significados, existiendo diferencias pero pueden ser diferenciados entre los estudios relacionados con los mecanismos, productos y procesos de investigación, y los relacionados con los efectos en las fincas o en el área de interés. Horton (1990) define dos tipos de impacto, presentando el impacto en producción, que se refiere a los efectos físicos, sociales y económicos de la nueva tecnología en producción, mercadeo, utilización y bienestar social en general. Por otro lado, define el impacto institucional, como los efectos de la nueva tecnología en la capacidad de los programas de investigación y extensión para generar y disseminar nueva tecnología de producción. Durante la última década, los estudios de adopción e impacto, especialmente en el mundo en desarrollo, fueron incluidos dentro de los llamados "sistemas de monitoreo y evaluación" (Anderson y Herdt, 1990). Este tipo de estudios han sido adoptados principalmente en el marco de los proyectos de desarrollo. Dado que las actividades de investigación y desarrollo deben de considerarse como proyectos, esta propuesta está siendo puesta en práctica en la mayoría de los centros internacionales de investigación agropecuaria (CIAT, 1992).

La literatura sobre estudios de impacto es bastante extensa. Echeverría (1990), resumió más de cien estudios de impacto realizados en varios lugares del mundo, con énfasis en los retornos a la investigación. El autor plantea una discusión inicial en la cual implica que la evaluación de impacto sirve para medir y analizar los retornos a la inversión en investigación agrícola.

Con respecto a los estudios de impacto Anderson y Herdt (1990) plantean que "parece que es un rol claro de los gobiernos el de conducir revisiones rutinarias y regulares de la efectividad de los recursos invertidos en investigación". Los autores suponen que los estudios de impacto sirven principalmente a una audiencia fuera del sistema de investigación y desarrollo, como los políticos o donantes. Horton (1986), tampoco hace referencia al carácter endógeno de la información que dan los estudios de adopción e impacto, aunque habla sobre la importancia de la evaluación del impacto de la investigación internacional en la capacidad de investigación y desarrollo de los países menos desarrollados. Si bien el rol que le dan la mayoría de los autores a los estudios de adopción e impacto es de mucha importancia, éste tipo de estudios debe servir también como una herramienta para enfocar los proyectos de investigación y desarrollo, de manera que éstos sean más eficientes y efectivos.

Es importante analizar cómo los estudios de adopción e impacto están relacionados con la investigación y el desarrollo. En su forma más simple, el ciclo del proceso de investigación y desarrollo está compuesto de seis fases (Figura 1). Este trabajo se restringe a discutir como las evaluaciones de adopción e impacto se relacionan y son integradas dentro del proceso de investigación y desarrollo. La fase 2 no siempre es incluida cuando se habla del ciclo de investigación y desarrollo genérico. En el caso de la investigación y desarrollo del Programa de Yuca del CIAT, ésta ha sido distinguido como una fase particular.

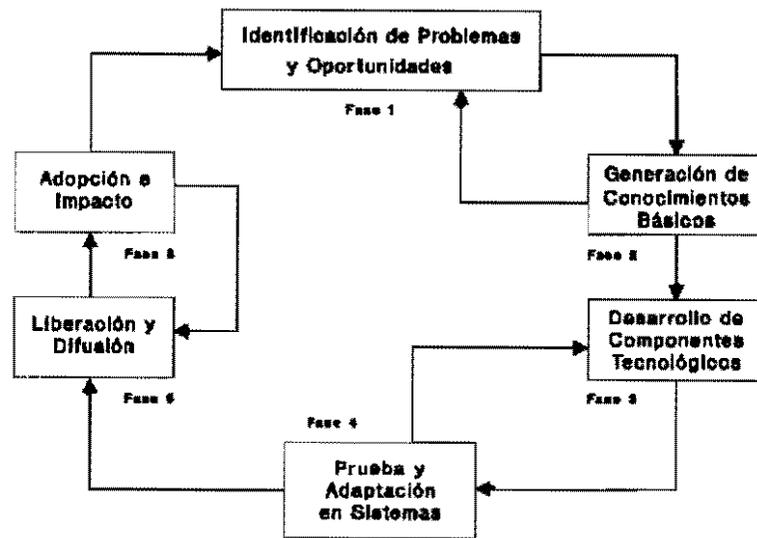


Figura 1. El ciclo de la investigación y desarrollo.

En el cuadro 1, se presenta un resumen de los diferentes estudios de evaluación de adopción e impacto, relacionado objetivos, productos y audiencia. De acuerdo con Horton (1986), los estudios de evaluación de impacto de tipo *ex-ante* tienen el objetivo de determinar "que es lo que se puede esperar en el futuro". De esta forma, se puede predecir el nivel y la distribución de los beneficios esperados de las diferentes alternativas tecnológicas ofrece el proceso de investigación y desarrollo. A partir de esto, es posible evaluar y definir las diferentes estrategias para el desarrollo de tecnologías. Los estudios de impacto de tipo *ex-ante* son relevantes en la primera fase del ciclo, donde existen amplias oportunidades para la investigación que pueden ser comparadas y priorizadas. Los resultados de los estudios de tipo *ex-ante*, pueden ser usados como un criterio para determinar la prioridad de las diferentes alternativas de investigación. Estos estudios son también importantes para comparar diferentes componentes tecnológicos desarrollados, antes de ser liberados y difundidos. De esta forma, los estudios de tipo *ex-ante* son usados para retroalimentar a los investigadores y administradores, ayudándolos a priorizar y tomar decisiones.

Otro rol de los estudios de impacto de tipo *ex-ante*, es el de servir como base de comparación. Por ejemplo, si el objetivo del esfuerzo de investigación es el de beneficiar a cierto grupo de la sociedad, a través de la distribución de los beneficios estimada en el análisis *ex-ante*, se puede verificar si el principal beneficiarios será el grupo de interés. Un buen ejemplo de este tipo de estudio se puede encontrar en Janssen (1988).

Cuadro 1. Productos, uso y usuarios de la información generada por los estudios de adopción e impacto.

Tipo de Estudio	Objetivos	Producto	Usuarios
Estudios de adopción de los componentes tecnológicos de la investigación y el desarrollo.	Analizar la tasa y el nivel de adopción, y evaluar las limitaciones del proceso de adopción y de los componentes tecnológicos.	A través de la retroinformación, desarrollar tecnologías y sistemas de difusión más eficientes y efectivos. El conocimiento de los niveles y tasas de adopción, los cuales pueden ser usados para evaluaciones futuras de impacto.	Investigadores, extensionistas, y administradores. Administradores y socio-economistas.
Estudios de evaluación del impacto de las tecnologías generadas por el proceso de investigación y desarrollo de tipo <u>ex-ante</u> .	Predecir los beneficios de la tecnología mejorada a los diferentes grupos de la sociedad y a poblaciones específicas.	Los beneficios esperados para fijar prioridades y (re) enfocar los objetivos de la investigación. Además, el retorno a la inversión, como una herramienta para la financiación de proyectos.	Investigadores, administradores y donantes.
Estudios de evaluación del impacto de las tecnologías generadas por el proceso de investigación y el desarrollo de tipo <u>ex-post</u> .	Calidad y Cantidad de los efectos directos e indirectos de las tecnologías adoptadas.	Evaluación de los beneficios en diferentes niveles y para diferentes grupos de la sociedad y regiones. Incluyendo aspectos técnicos, económicos, sociales, institucionales y de sostenibilidad.	Investigadores, administradores, donantes y políticos.

El tercer rol de los estudios de tipo ex-ante es el de servir a los administradores de la investigación para promover proyectos de investigación entre los donantes. Los beneficios netos esperados de la inversión en investigación, en muchos casos son un criterio de peso para decidir la financiación de proyectos. Por lo tanto, la mayoría de los anteproyectos de investigación incluyen una sección de "resultados esperados".

En la sexta fase del ciclo de investigación y desarrollo (Figura 1), se encuentran tanto los estudios de adopción como los estudios de impacto de tipo ex-post. Los estudios de adopción incluyen un rango de objetivos y productos diferentes. Entre estos están; (1) la evaluación del nivel y la tasa de adopción y (2) el análisis de las limitaciones en el sistema de difusión en el proceso de adopción, y la caracterización de los agricultores que no adoptaron la tecnología. Mientras que el primer resultado es usado principalmente para medir el desempeño de la tecnología, el segundo genera la información necesaria para retroalimentar los investigadores para mejorar los sistemas de investigación y difusión, y las metodologías o los componentes tecnológicos.

Las evaluaciones de impacto de tipo ex-post, juegan varios papeles en el proceso de investigación y desarrollo. Primero, pueden mostrar a los administradores y donantes los retornos obtenidos de la inversión hecha en el proceso de investigación. Segundo, permiten determinar si los objetivos de la investigación se han conseguido de la misma manera propuesta al comenzar el proyecto. Tercero, pueden dar una información muy útil a los políticos en relación con la planeación del desarrollo. Por último, estos resultados dan a los administradores de la investigación una herramienta para priorizar y re-asignar los recursos.

En esta sección se han discutido brevemente algunas nociones sobre los estudios de adopción e impacto. También, se mostró que la mayoría de los estudios son usados como un medio para evaluar los retornos a la inversión en la investigación. No obstante, se le ha dado poca atención al papel que juegan estos estudios como una herramienta para retroalimentar a los investigadores, extensionistas y administradores de la investigación. Siguiendo el ciclo de las actividades del proceso de investigación y desarrollo en yuca se mostró que los estudios de adopción e impacto tiene muchos productos adicionales de un gran uso para los investigadores. Estos estudios son partes integrales del proceso de investigación y desarrollo. En la siguiente sección se tratará de demostrar esto último, analizando el proceso de adopción de tecnología de yuca en la Costa Norte de Colombia y su impacto.

ESTUDIO DE CASO: ADOPCION E IMPACTO EN LA COSTA NORTE DE COLOMBIA

Desde 1990, el Programa de Yuca del CIAT le ha dado prioridad a los estudios enfocados hacia la adopción de tecnología y su respectivo impacto. Durante 1991, se emprendieron estudios para determinar el patrón de adopción de las tecnologías de procesamiento y producción de yuca en la Costa Norte de Colombia, y el impacto económico que tuvo la adopción de estas tecnologías en la región. Con base en los resultados de estos estudios, se analizarán los patrones de adopción y el impacto agregado de los Proyectos Integrados de Yuca en la Costa Norte de Colombia.

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

1. Comprender mejor el patrón de adopción de los diferentes componentes tecnológicos en la producción de yuca en la Costa Norte de Colombia e identificar los factores que afectan la respuesta de los productores de yuca a las nuevas tecnologías.
2. Cuantificar los beneficios económicos del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia, analizando brevemente el desarrollo de la industria del secado de yuca y la evolución de la producción y el consumo del cultivo en el área.

En la Figura 2, se puede observar el flujograma de adopción e impacto de las tecnologías de producción y utilización de yuca que formaron parte del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia. En primer lugar las cooperativas de pequeños agricultores adoptan la nueva tecnología de secado de yuca y crean un nuevo mercado. Este nuevo mercado para la yuca establece un precio piso para las raíces de yuca y en cierta medida estabiliza parcialmente los precios. La estabilización de los precios de la yuca y el aumento en su demanda, tienen efectos directos e indirectos en la producción de yuca. Por una parte, el nuevo mercado, al incrementar la demanda y disminuir el riesgo en los precios, hace que los agricultores aumenten su área sembrada con yuca. Esto crea una adopción espontánea de algunos componentes tecnológicos, como el uso de maquinaria para la preparación de la tierra o el uso de pesticidas. Se produce así un aumento en la producción de yuca en la región. Por otro lado, la tecnología de secado de yuca tiene un efecto indirecto en la producción de yuca al incentivar al agricultor a adoptar algunos componentes o el paquete tecnológico

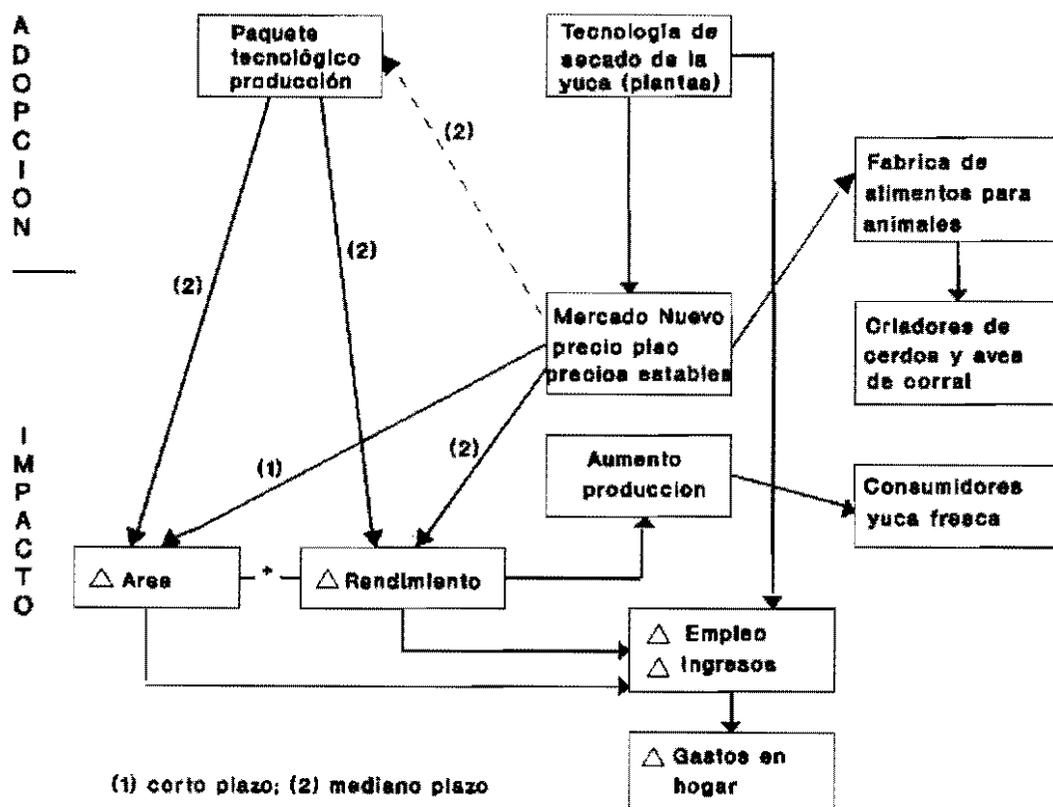


Figura 2. Flujograma de la adopción y del impacto de las tecnologías de la yuca en los proyectos integrados de yuca en Colombia durante 1991.

completo, propuesto por las instituciones. La adopción de la tecnología mejorada de producción produce un aumento aún mayor en la producción de yuca. La instalación de las plantas de secado y el aumento en la producción de yuca crean en última instancia un aumento en el empleo y los ingresos de los productores y procesadores de yuca. Este aumento en ingresos, a su vez crea un aumento del ingreso disponible en el hogar del hogar, lo que a su vez genera un aumento en los gastos. Este aumento en los gastos del hogar, en última instancia, debe mejorar las condiciones de vida de los productores de yuca de la región. Otro efecto adicional de la adopción de la tecnología de producción se puede observar a nivel de los consumidores de yuca fresca. El aumento en la producción y la disminución en los costos de mercadeo de yuca, al disminuir los desechos debido al nuevo mercado que recibe yuca de menor calidad, disminuye los precios de la yuca fresca en las áreas urbanas y aumenta su disponibilidad, beneficiando a los consumidores urbanos de yuca fresca. Por otra parte, la producción de yuca seca beneficia a los productores de concentrados para animales ya que representa una fuente más económica de calorías para las dietas. Finalmente esto se vería reflejado en una disminución en el precio de las carnes, beneficiando a los consumidores de carnes también.

Para analizar el impacto económico de la adopción de la tecnología de procesamiento y producción en la región, se utilizó un modelo descriptivo del sistema de yuca utilizado en la Costa Norte. Este modelo incorpora producción, procesamiento, mercadeo y consumo de la yuca, para simular los cambios exógenos en la oferta y la demanda, resultantes de la adopción de tecnologías de utilización y producción de yuca. Los cambios estimados en los precios de equilibrio y las cantidades producidas y consumidas que resultan de la adopción de cada tecnología, se utilizan luego para estimar los beneficios recibidos por los diferentes grupos de la sociedad durante el período 1984-1991.

En el caso del impacto de los Proyectos Integrados de Yuca en la Costa Norte de Colombia, es interesante analizar el cambio en los beneficios para los siguientes grupos de la sociedad: 1) los consumidores urbanos de yuca fresca, 2) los compradores de yuca seca, principalmente la industria de concentrados y los productores de aves de corral y porcinos, 3) los procesadores de yuca seca, que durante el período de análisis (1984-1991) fueron principalmente las asociaciones de pequeños productores de yuca, con la entrada de la empresa privada al mercado durante los últimos tres años, 4) los intermediarios del mercadeo de yuca fresca y 5) los productores de yuca. También es de interés estudiar las implicaciones de la tecnología para los grupos de consumidores de yuca fresca de bajos ingresos versus los de altos ingresos, y para los productores que adoptan la tecnología versus los que no la adoptan.

Desarrollo de la industria de secado de yuca

En 1981, el programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI), patrocinado por el gobierno colombiano, comenzó un proyecto para promover el desarrollo de la industria de secado de yuca en la Costa Norte de Colombia. En dicho proyecto participan asociaciones de

pequeños productores de yuca y colaboran diversas instituciones nacionales e internacionales, incluyendo el CIAT. Este proyecto incorporó una metodología para desarrollar, ensayar y validar diversas tecnologías de producción y procesamiento. Este enfoque denominado Proyectos Integrados de Yuca integra la investigación sobre producción, procesamiento y mercadeo de la yuca (Perez, 1991). Posteriormente, en 1982, la primera planta piloto de secado comenzó a producir trozos de yuca seca; pero no fue hasta 1984 que el proyecto empezó su fase comercial o de réplica.

En la Figura 3 se puede observar la evolución de las plantas de secado en Colombia. Actualmente, más de 142 plantas de secado de yuca se encuentran en operación en la Costa Norte de Colombia. De las 142 plantas de secado, 97 son propiedad de las asociaciones de pequeños productores de yuca y las 45 restantes pertenecen a empresarios privados.

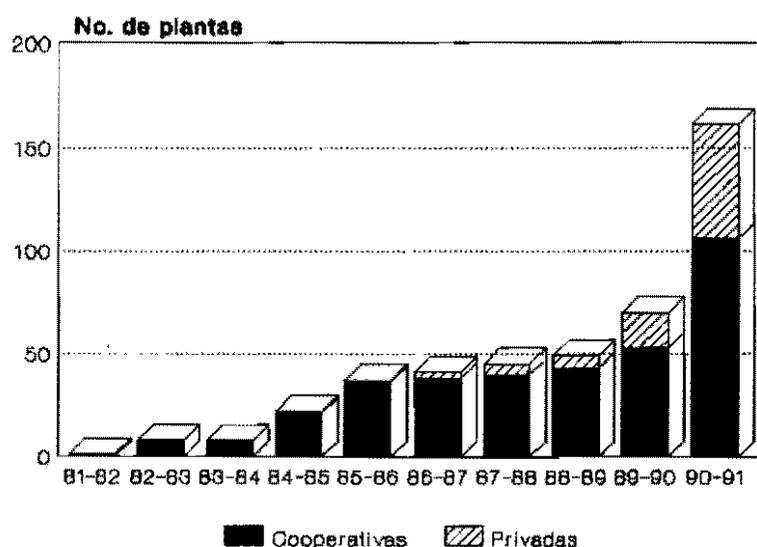


Figura 3. Adopción de plantas de secado de yuca en Colombia durante 1981-1991.

Durante 1991, estas plantas de secado produjeron alrededor de 25,000 TM, lo que implicó una demanda de 62,500 TM de raíces de yuca. La demanda de la yuca por las plantas de secado representó 6.6% de la yuca total producida en la región en 1991 y 8.6% de la yuca comercializada. Los costos de procesamiento para algunas de las plantas de secado en 1991 muestran que la yuca -la materia prima- representó en promedio el 91% de los costos variables totales y el resto de los costos variables (9%) correspondió principalmente a los costos de mano de obra.

Evolución de la producción de yuca

Cambio en el área sembrada de yuca

Según el Ministerio de Agricultura de Colombia, entre 1980 y 1984 el área total sembrada con yuca en la Costa Norte de Colombia disminuyó de 66,100 ha a 55,000 ha, lo que representa una tasa anual promedio de 7.6%. Una de las principales causas de esta disminución en la producción fue la baja de precios causada por la alta producción de yuca durante 1981. Muchos agricultores no encontraron compradores para su cultivo y araron la tierra sin cosechar. Desde entonces, han sido temerosos de continuar con el cultivo de la yuca. Esto es un ejemplo de la inestabilidad que normalmente caracteriza los mercados de yuca fresca.

Después de 1984, cuando las plantas de secado de yuca entraron en su fase comercial, se revirtió este fenómeno. Entre 1984 y 1991, el área bajo el cultivo de la yuca en la región aumentó de 55,000 hectáreas a 110,377 hectáreas, a una tasa anual promedio de 11.4%. De acuerdo con los datos obtenidos a través de encuestas realizadas a productores de yuca en 1982 y 1991, el área total de finca disminuyó en todos los

Cuadro 2. Cambio en el área promedio de la finca y la utilización de la tierra en algunos departamentos de la Costa Norte Colombiana, durante el período 1983-1991.

Departamento	Area total	Area cultivo	Area yuca	Area pasto	Area rastrojo/ descanso
	Hectáreas				
Bolívar 1983 ¹	11.2	3.3	1.7	3.8	4.1
1991 ²	6.2	2.7	2.4	2.2	1.2
% cambio	-44.3	-18.2	41.2	-42.1	-70.7
Córdoba 1983	9.7	3.3	2.1	4.5	1.8
1991	8.7	3.6	2.1	4.4	0.6
% cambio	-10.3	9.1	0.0	-2.2	-66.7
Sucre 1983	7.4	2.8	1.5	3.9	0.7
1991	8.9	3.6	2.2	3.6	0.4
% cambio	20.3	28.6	46.7	-7.7	-42.9

¹ Fuente: Utilización de la tierra e importancia de la yuca en la finca DRI, en los departamentos del Atlántico, Bolívar, Córdoba, y Sucre. En Tercer Informe del Proyecto Cooperativo DRI, ACDI, CIAT-Septiembre, 1984.

² Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de yuca, 1991. (Sub-muestra de fincas con área ≤ 20 ha).

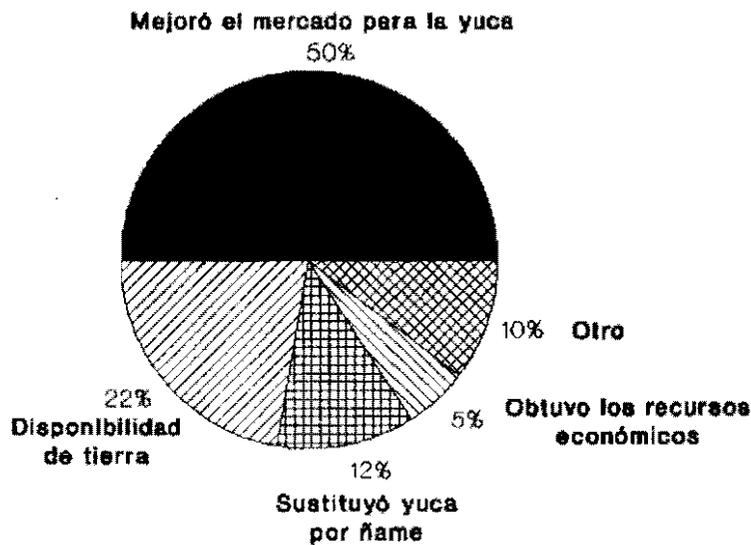


Figura 4. Razones para aumentar el área sembrada de yuca en los últimos diez años. Encuesta de adopción de tecnología. Economía de yuca, 1991.

Departamentos de la Costa Norte analizados, con excepción de Sucre (Cuadro 2). Sin embargo, el área sembrada con yuca aumentó en número de hectáreas en Bolívar y Sucre y aumentó en los tres Departamentos como porcentaje del área total de la finca. Mientras que en Córdoba, Sucre y Bolívar el área sembrada con yuca representaba en 1983 el 22, 20, y 15% del área de la finca, respectivamente; para 1991, representaba el 51, 25, y 39% del área total. Esto muestra que la introducción de la tecnología de secado de yuca, a creado un incentivo en la región para aumentar el área sembrada con yuca y a la vez ha aumentado su importancia dentro de la distribución de la tierra ha creado un mercado alternativo para la yuca, aumentando su demanda y estabilizando su precio. Esto como consecuencia de haberse el aumento en el área sembrada con yuca, al no haber un aumento en el área de la finca, ha sido a expensas de una disminución significativa en el área en descanso y en potreros. Por lo tanto, el aumento en el área de yuca ha causado un uso más intensivo de la tierra, disminuyendo principalmente el área en rastrojo y/o descanso.

En la Figura 4 se pueden apreciar las principales razones que dan los agricultores para aumentar su área sembrada con yuca. La mitad de los productores de yuca que aumentaron su área con yuca lo hicieron porque piensan que el mercado para la yuca mejoró y/o por la existencia de las plantas de secado como una alternativa para mercadear su producción. La disponibilidad de tierra también fue una razón importante para éste aumento en el área sembrada con yuca. Este mayor acceso a tierra en la mitad de los productores fue gracias a tierras obtenidas a través del INCORA. Los productores ubicados en el área de influencia de la plantas de secado donde hay mayor presencia institucional, aumentaron su área sembrada de yuca por el mejor acceso a la tierra a

través del INCORA. La sustitución de la yuca por el ñame, debido a la "antracnosis" en el ñame, también fue una causa importante para el aumento en el área sembrada con yuca así como las mayores facilidades de crédito y/o recursos económicos para sembrar yuca.

La disminución en el riesgo de mercadeo, mediante la estabilización del precio pagado al productor, se puede observar en la Figura 5. Los precios pagados al productor por las plantas de secado de yuca no variaron mucho de un año a otro, estableciéndose un precio piso promedio de Col\$12,859/TM (constante Col\$ de 1988). La fluctuación en los precios pagados al productor hasta 1984 fue de 18%. Después de 1984, esta fluctuación en los precios disminuyó a 10% para la yuca vendida al mercado fresco y a sólo 4% para la yuca vendida a las plantas de secado. En términos del programa de reforma agraria, los datos del INCORA indican que 184,134 hectáreas de tierra se adjudicaron a los pequeños agricultores en la Costa Norte de Colombia entre 1986 y 1991 (62.3% de la tierra adjudicada en los últimos veinte años). Por otra parte, según el Ministerio de Agricultura de Colombia, el número de hectáreas de yuca sembrada con crédito aumentó de 11,572 (18% del área total sembrada con yuca) en 1980 a 40,716 ha (55% del área total sembrada con yuca) en 1987.

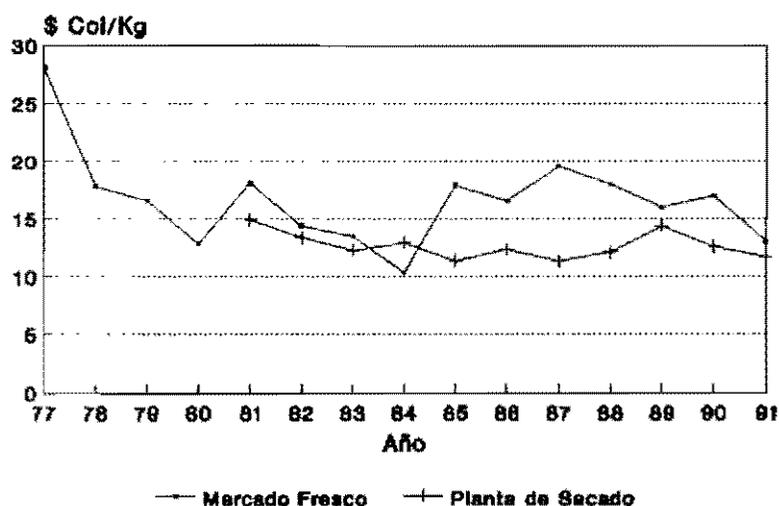


Figura 5. Comportamiento de los precios de yuca pagados al productor en el mercado fresco y en las plantas de secado de yuca, 1977-1991. Informes anuales de la Central de Cooperativas de Reforma Agraria (CECORA) y del Proyecto Cooperativo DRI-CIAT sobre el Desarrollo Agro-Industrial de la Yuca en la Costa Atlántica de Colombia.

Análisis de la adopción de tecnologías de producción de yuca

No sólo se observa un aumento en la producción debido al aumento en el área sembrada con yuca, sino también a un aumento en la productividad del cultivo, en gran medida debido a la adopción de tecnologías mejoradas de producción. En términos de productividad, los datos de las encuestas de productores de yuca realizadas por la Sección de Economía de Yuca del CIAT indican que el rendimiento promedio en la región aumento de 7.4 TM/ha en 1982 a 9.7 TM/ha en 1991. Este aumento del 31% en la productividad se debió principalmente a la adopción de tecnologías de producción de yuca. Es importante analizar este proceso de adopción de tecnología mejoradas de producción de yuca con el objetivo de determinar el nivel y la tasa de adopción, así como los factores que influyeron en este proceso.

A pesar de que existen varios estudios realizados en la Costa Norte de Colombia antes y durante la introducción de la tecnología de secado de yuca (Pinstrup-Andersen y Díaz, 1974 y Janssen, 1985), estos no fueron realizados con el objetivo de servir como estudios de base para el Proyecto Integrado de Yuca. Debido a esto, no se contó con una información de base completa que permitiera comparar los niveles de adopción antes y después de la introducción de la tecnología de secado, ni su efecto en el mercadeo del producto.

Dada esta limitación de información, fue necesario diseñar una metodología de pre-estratificación que permitiera comparar situaciones contrastantes en términos de nuevos mercados para la yuca. La estrategia utilizada en éste estudio fue la de identificar áreas con diferente nivel de influencia tecnológica, utilizando principalmente dos criterios: presencia institucional, y número y años de operación de las plantas de secado existentes en cada Municipio. Esta información permitió dividir el área de estudio en tres niveles de influencia tecnológica con las siguientes características:

Nivel 1: Alto nivel de influencia de tecnología. Municipios en donde se han instalado plantas de secado natural de yuca antes de 1988, y en donde existe una buena presencia institucional, la cual se ha manifestado a través de la investigación en fincas, la visita de técnicos a los cultivos y el acceso al créditos.

Nivel 2: Medio nivel de influencia de tecnología. Municipios donde se han instalado plantas de secado natural de yuca, después del año 1988 y en los que las instituciones se han hecho presentes a través de las actividades de secado de yuca con capacitación, investigación a nivel de finca, asesoría de los técnicos a los cultivos y acceso al crédito para el cultivo.

Nivel 3: Bajo nivel de influencia de tecnología. Municipios en donde no existen instaladas plantas de secado y en donde la presencia institucional dedicada a hacer investigación y extensión en el cultivo de yuca es bastante bajo o esta ausente.

Para determinar en que medida la introducción de la tecnología de procesamiento creó un incentivo para la demanda y adopción de tecnologías mejoradas de producción de yuca, se hará una evaluación de la adopción de diferentes componentes tecnológicos y se analizarán los factores que afectaron la adopción de los mismos.

Adopción de variedades mejoradas

En esta sección se analizará la adopción de dos variedades mejoradas de yuca y una variedad mejorada de maíz para la siembra en asocio con yuca.

La variedad Venezolana es una variedad introducida en la región, de forma espontánea en 1968, por agricultores que habían ido a trabajar al Estado Zulia (Venezuela). Luego esta variedad fue caracterizada por el CIAT e introducida en el banco de germoplasma y fue denominada como MCol 2215. Esta variedad fue evaluada, por la sección de Mejoramiento de Yuca del CIAT, en ensayos de rendimiento y pruebas regionales desde 1979. Debido al buen comportamiento de esta variedad, fue promovida por las instituciones como parte del Proyecto Integrado de Yuca.

Como se puede observar en la Figura 6, diez años después de que la variedad Venezolana fuera introducida en la región, sólo 6.5% de los agricultores la estaban sembrando. En 1981, año en que se introdujo la tecnología de secado de yuca en la región y dos años después de que esta variedad se empezara a probar en fincas de la región, se observa un desplazamiento de la curva de adopción y comienza la etapa de aceleración. Esta etapa generalmente comienza cuando la variedad introducida se va adoptando y existe un mayor conocimiento de su comportamiento en el campo y su

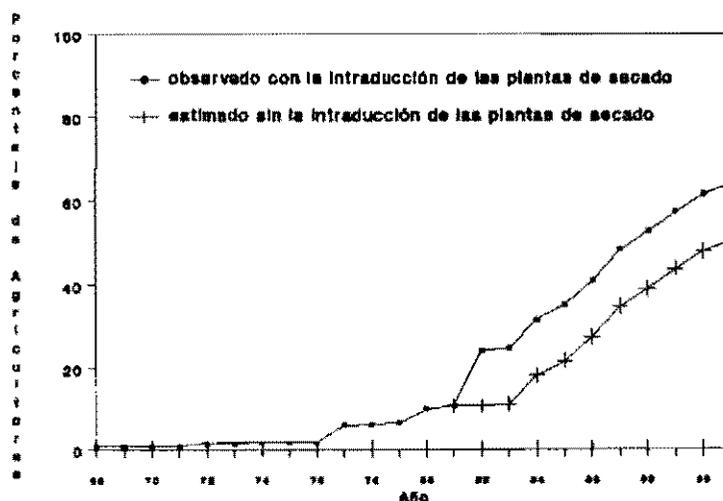


Figura 6. Porcentaje de agricultores sembrando la variedad Venezolana por año. Encuesta de adopción de tecnología. Economía de yuca, 1991.

rentabilidad. En el caso de la variedad Venezolana el nivel de adopción está actualmente llegando a estabilizarse, ya que se observa una disminución en el ritmo de adopción. Actualmente, 64% de los productores en la zona están sembrando Venezolana, pero se estima que sólo 50% de los agricultores la estarían sembrando si no se hubieran establecido las plantas de secado de yuca. Por otra parte, en la Figura 7 se puede observar una diferencia significativa en el nivel de adopción de la variedad, según el nivel de influencia tecnológica. Mientras 93% de los productores de yuca en el nivel 1 siembran la variedad Venezolana, sólo el 48% lo hacen en el nivel 3. La Figura 6 muestra no sólo que el nivel de adopción es mayor en el nivel 1, sino también que el desplazamiento de esta curva, aparentemente causado por la introducción de las plantas de secado, es también mayor en el nivel 1.

Por otro lado, a diferencia de la variedad Venezolana que fue introducida por los mismos agricultores, la variedad MP12 (CMC 76) fue desarrollada y liberada oficialmente en julio de 1984 por la sección de yuca y ñame del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). En la Figura 8, se puede observar el porcentaje de productores de yuca sembrando variedad MP12, desde que esta variedad fue introducida oficialmente en el año 1984 por el ICA. Como se puede observar en esta figura, el proceso de adopción de esta variedad, a diferencia del caso de la variedad Venezolana, se encuentra en su primera fase. En esta fase los agricultores empiezan a experimentar con la nueva variedad, pero se conoce poco sobre su comportamiento en el campo, su aceptación en el mercado y su rentabilidad. También se puede observar en la Figura 8 que para el año 1991, sólo 2.5% de los productores de yuca estaban sembrando variedad MP12. También se pueden apreciar diferencias significativas en el nivel de adopción entre los tres niveles de

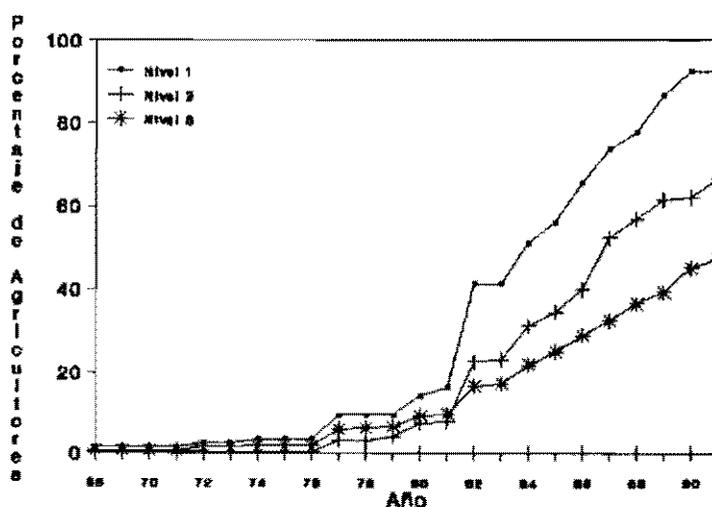


Figura 7. Porcentaje de agricultores sembrando la variedad venezolana por año y por nivel tecnológico. Encuesta de adopción de tecnología. Economía de yuca, 1991.

tecnología. Mientras 8% de los productores de yuca en el nivel tecnológico 1 siembran variedad MP12, sólo 1.7 y 0.4% de los agricultores la siembran en los niveles 2 y 3, respectivamente.

Debido a que la mayoría de los agricultores en la región (59%) siembran yuca en asocio con maíz y el 84% lo hacen en el nivel 1, el Proyecto Integrado de Yuca incorporó dentro de la tecnología mejorada de producción de yuca el uso de una variedad mejorada de maíz. Dicha variedad debe competir menos con la yuca y que a la vez tener un mayor rendimiento que la variedad de maíz que se sembraba tradicionalmente en la región. En la Figura 9, se puede observar que el proceso de adopción de variedad mejorada de maíz, en asocio con yuca, se encuentra en la fase de aceleración. Sin embargo, ya se pueden observar diferencias significativas en la tasa de aumento del porcentaje de agricultores que adoptaron la variedad por nivel tecnológico. En el nivel 1 no sólo existen mas agricultores sembrando la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca (40% de los agricultores), sino que también la tasa de aumento en el porcentaje de agricultores que usan variedad mejorada es mayor que en los niveles 2 y 3. Por otro lado, aunque en un principio hubo un mayor porcentaje de agricultores sembrando variedad mejorada en el nivel 3, a partir del año 1985 la tasa de adopción en el nivel 2 aumentó significativamente. En la actualidad existe un mayor porcentaje de agricultores sembrando la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca en el nivel 2 (25%), que en el nivel 3 (22%). En el caso de los agricultores del nivel 1, se puede apreciar que el proceso de adopción está empezando a estabilizarse, acercándose al punto máximo de adopción (aproximadamente entre 45-50%).

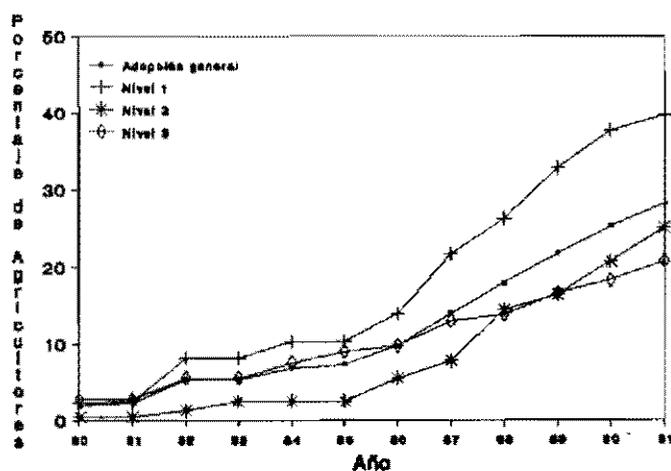


Figura 8. Porcentaje de agricultores sembrando la variedad MP12 por año y por nivel tecnológico. Encuesta de adopción de tecnología. Economía de yuca, 1991.

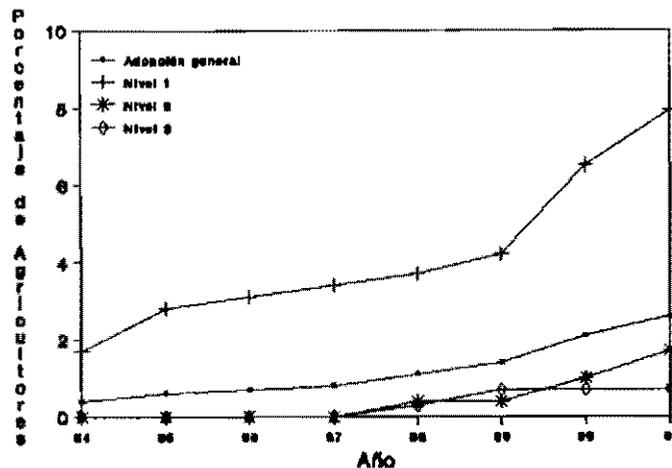


Figura 9. Porcentaje de agricultores sembrando la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca, por año y nivel tecnológico. Encuesta de adopción de tecnología. Economía de yuca, 1991.

Se puede observar que la primera fase del proceso de adopción, cuando los agricultores que siembran la variedad son pocos y se están empezando a experimentar y conocer la variedad, es más larga para el caso de las variedades de yuca que para la variedad de maíz. Para el caso de la yuca, cuya reproducción vegetativa y tasa de multiplicación más baja, es lógico pensar que esta primera fase del proceso de adopción es más bien lenta. Para el caso de la variedad Venezolana esta fase duró alrededor de diez a doce años. Esto implica que es necesario buscar formas más eficientes y efectivas de multiplicar la semilla de yuca de las variedades mejoradas y de que ésta llegue a los agricultores.

Según la encuesta realizada por la sección de Economía de Yuca del CIAT, los principales criterios que tienen en cuenta los agricultores para adoptar una nueva variedad de yuca, son en orden de importancia: la productividad, el contenido de almidón, la precocidad y la aceptación en el mercado.

Adopción de Prácticas Culturales

Varias prácticas culturales formaban parte de los componentes tecnológicos difundidos a los agricultores. Entre éstas se encontraban el almacenamiento de la semilla parada a la sombra, con riego y aplicaciones de pesticidas; la selección y tratamiento de la semilla antes de la siembra y la siembra en posición vertical y con una población óptima. Se analizará la adopción de dos de las prácticas recomendadas a los agricultores: el tratamiento de la semilla antes de la siembra y el aumento en la densidad de siembra.

En el Cuadro 3 se puede observar que los agricultores que tratan la semilla antes de la siembra en general son pocos (7.2%); aunque los productores ubicados en la región de nivel 1 han adoptado más esta práctica. Mientras que el 19% de los agricultores en el nivel 1 tratan el material de siembra, sólo el 4 y 8% lo hacen en los niveles 2 y 3, respectivamente. Las principales razones que dan los agricultores para tratar la semilla es la de prevenir el ataque de plagas y enfermedades, aumentándose así la germinación y evitándose la resiembra.

Dentro de las prácticas culturales recomendadas a los agricultores para incrementar los rendimientos de yuca, estaba la de utilizar una densidad de siembra adecuada a las condiciones de fertilidad de los suelos, el tipo de la planta, la variedad utilizada y el sistema de cultivo. En general se encontró que los agricultores estaban utilizando densidades de siembra bastante bajas y que un aumento en ésta densidad podría aumentar la productividad de la yuca. Para el caso de la yuca cultivada en asocio con otros cultivos, especialmente con maíz, se recomendaron densidades de siembra entre 6.000 y 8.500 plantas/ha. Para la yuca sembrada en monocultivo, la densidad recomendada fue entre 8.500 y 10.000, dependiendo de la fertilidad de los suelos y el tipo de planta sembrada. Debido a que los agricultores en general estaban utilizando densidades menores a las que les dan los mayores rendimientos, es importante observar en el Cuadro 3 que un porcentaje significativo de agricultores han aumentado su densidad de siembra (41.8%). Por otra parte, existen un mayor porcentaje de agricultores que aumentaron su densidad de siembra en el nivel 2 y 1 que en el nivel 3. Las principales razones que dan los agricultores para incrementar la densidad de siembra son la de aprovechar mejor la tierra que tienen disponible y la de aumentar sus rendimientos. Ambas razones muestran que el principal objetivo de los agricultores es el de aumentar la productividad de su tierra, la cual es un factor limitante para el agricultor.

Análisis de los factores que influyeron en la adopción de tecnología

Si consideramos que los agricultores de yuca son: 1) individuos que buscan ingresos, 2) con algún nivel de aversión al riesgo, 3) sensibles a los cambios en su medio ambiente, y 4) generalmente efectivos en la toma de decisiones; se puede esperar una relación de causa y efecto entre la adopción de los diferentes componentes tecnológicos y los siguientes factores:

- ◆ Importancia de los mercados: distancia de la finca al mercado fresco más cercano (área urbana) y a la planta de secado más cercana.
- ◆ Características de los programas gubernamentales: acceso al crédito y a la información (asistencia técnica).
- ◆ Características de la finca: importancia relativa del cultivo, tamaño de la explotación, topografía y sistema de cultivo.

- ◆ Características del agricultor: afiliación a asociaciones de agricultores, educación, experiencia, tenencia de la tierra (% de tierra de su propiedad), edad, tamaño de la familia y mano de obra familiar.

Para comprender estas relaciones, se desarrolló un modelo econométrico logístico, con el procedimiento "PROC LOGISTIC" disponible en el Programa SAS, con datos de corte transversal obtenidos mediante la encuesta de productores de yuca realizada en 1991 en la Costa Norte de Colombia. En este trabajo se presenta el análisis de adopción de los componentes tecnológicos a los que se dio mayor importancia dentro del Proyecto Integrado de Yuca. Los resultados de este análisis se presentan en los Cuadros 3 y 4.

El Cuadro 3 muestra la probabilidad de que un agricultor de yuca promedio en la Costa Norte de Colombia adopte diferentes componentes tecnológicos y cómo esta

Cuadro 3. Efecto de las características de la unidad de producción agrícola en la probabilidad de adopción de diferentes componentes tecnológicos de la producción de yuca en la Costa Norte de Colombia.

	Componente tecnológico				
	Variedad Venezolana	Variedad MP12	Variedad Mejorada de Maíz	Tratamiento de semillas	Mayor densidad de siembra
% de agricultores que adoptaron la tecnología	78.3	2.9	22.9	7.2	41.8
Características de la unidad de producción agrícola					
Agricultor típico ^a	0.79	0.01	0.26	0.03	0.37
Socio de cooperativa	0.89 ^{**}	0.02 ^{**}	0.44 ^{***}	0.09 ^{***}	0.38
Finca en terreno ondulado	0.82	0.00 ^{***}	0.20 ^{**}	0.03	0.38
Acceso al crédito	0.80	0.05 ^{***}	0.29 [*]	0.05 [*]	0.43
Monocultivo	0.58 ^{***}	0.00	-	0.03	0.45 [*]

^a El agricultor de yuca típico en la Costa Norte de Colombia tiene las siguientes características: 3 años de educación formal, 21 años de experiencia como agricultor de yuca, es dueño del 69% de su tierra, su finca se encuentra a una distancia de 16 km del mercado fresco más cercano, una distancia de 43 km de la planta de secado más cercana. El tamaño de su finca es de 11 ha, 79% de la tierra cultivada sembrada con yuca, 2 años de asistencia técnica, 50 años de edad con una familia de 7 miembros, de los cuales 3 trabajan en la finca. Por otra parte, el agricultor de yuca promedio no pertenece a una cooperativa de secado de yuca (93%), no recibe crédito para sembrar yuca (57%), siembra la yuca en asocio con otros cultivos (75%) y en terreno plano (57%).

^{***} La probabilidad de adopción es significativamente diferente del agricultor promedio a un nivel de significancia menor que 0.05.

^{**} La probabilidad de adopción es significativamente diferente del agricultor promedio a un nivel de significancia entre 0.05-0.10.

^{*} La probabilidad de adopción es significativamente diferente del agricultor promedio a un nivel de significancia entre 0.10-0.25.

probabilidad cambia si el agricultor es socio de una cooperativa de secado de yuca, si recibe crédito, si tiene una finca en terreno ondulado (en vez de terreno plano), o si siembra yuca en un sistema de monocultivo en vez de sembrarlo en asocio con otros cultivos.

Cuadro 4. Efecto de los cambios en las características de la unidad de producción agrícola en la probabilidad de adopción de diferentes componentes tecnológicos de la producción de yuca en la Costa Norte de Colombia.

Factores que afectan la adopción	Componente Tecnológico (elasticidad de adopción)				
	Variedad Venezolana	Variedad MP12	Variedad de maíz en asocio con yuca	Tratamiento de semillas	Mayor densidad de siembra
	Cambio en la adopción para un aumento del 1% en el factor				
1. Importancia de los mercados					
Distancia al mercado fresco (km)	-0.02	-0.44	0.43 ^{***}	0.17	0.48 ^{***}
Distancia a la planta de secado (km)	-0.08 ^{***}	-1.35 ^{***}	0.04	-0.54 ^{**}	-0.12 ^{**}
2. Características de los programas gubernamentales					
Asistencia técnica (# de años)	0.01	0.03	0.14 ^{***}	0.20 ^{***}	0.14 ^{***}
3. Características de la finca					
Importancia relativa del cultivo (% de área sembrada con yuca)	0.08 ^{**}	-0.38	-0.11	0.12	-0.02
Tamaño de la explotación agrícola (ha)	-0.01	-0.10	-0.07	-0.05	0.03
4. Características del agricultor					
Educación (# de años)	-0.01	-0.22	0.03	0.02	0.04
Experiencia (# de años)	0.06 ^{**}	0.16	-0.08	0.03	0.01
Tenencia de la tierra (% de tierra de su propiedad)	-0.003	-0.59 [*]	0.43 ^{***}	-0.23	-0.08
Edad (# de años)	0.07	-0.74	-0.87 ^{***}	0.50	0.19
Tamaño de la familia (# de miembros)	0.15 ^{***}	0.58	-0.69 ^{***}	-0.62	-0.11
Mano de obra familiar (# de miembros que trabajaron en la finca)	-0.11 ^{***}	0.36	0.38 ^{***}	0.25	-0.12 [*]

*** Nivel de significancia menos que 0.05

** Nivel de significancia entre 0.05-0.10

* Nivel de significancia entre 0.10-0.25

Las elasticidades de adopción en relación con los cambios en la distancia a los mercados frescos y las plantas de secado, la importancia relativa de la yuca en la finca, los años recibiendo asistencia técnica, el tamaño de la explotación agrícola, los años de educación formal, años de experiencia como cultivador de yuca, el porcentaje de tierra de su propiedad, la edad, el tamaño de la familia y la mano de obra familiar se registran en el Cuadro 4. Estas elasticidades dan el porcentaje de cambio en la probabilidad de adopción de una tecnología cuando el factor respectivo que afecta la adopción aumenta en 1%.

El análisis de los factores que afectaron la adopción de variedades mejoradas muestra que la probabilidad de que un agricultor típico de la Costa Norte de Colombia siembre la variedad Venezolana es significativamente mayor que la probabilidad de que siembre MP12 (0.79 versus 0.01). Por otro lado la probabilidad de que el agricultor yuquero típico de la región adopte una variedad mejorada de maíz para siembra en asocio con yuca es de 0.26. Esta probabilidad es menor que la probabilidad de adopción de Venezolana pero mayor que la probabilidad de adopción de MP12. La adopción de las variedades mejoradas, tanto de yuca como de maíz, aumenta significativamente si el agricultor es socio de una cooperativa de agricultores. Por otro lado, la probabilidad de adopción de MP12 y de la variedad mejorada de maíz disminuye significativamente si el agricultor siembra en terreno ondulado versus terreno plano, y aumenta si este recibe crédito. La adopción de Venezolana no se ve afectada ni por la topografía del terreno de la finca ni por el acceso al crédito. Por el contrario, la probabilidad de adopción de Venezolana en monocultivo se ve reducida de manera significativa, mientras que el sistema de cultivo no afecta la adopción de MP12.

La práctica de aumentar la densidad de siembra no requiere que el agricultor compre ningún insumo ni tampoco requiere de mayor mano de obra, sino que por el contrario puede requerir menos mano de obra para el control de malezas ya que el cultivo se cierra más rápidamente. Por lo tanto, la probabilidad de que el agricultor típico en la región aumente la densidad de siembra (0.37), no se ve afectada por el hecho de ser socio de una cooperativa de agricultores, el acceso al crédito o la topografía; pero es significativamente mayor si el agricultor siembra yuca en monocultivo.

Por otra parte, el tratamiento de la semilla antes de la siembra requiere de la compra de pesticidas y un mayor uso de mano de obra. Debido a esto, la probabilidad de que el agricultor típico trate la semilla antes de la siembra (0.03), aumenta significativamente si este recibe crédito y si es socio de una cooperativa de agricultores, pero no se afecta por la topografía del terreno o el sistema de siembra.

En relación con la importancia de los mercados, en el Cuadro 4 se puede observar que aunque la distancia al mercado fresco, no afecta significativamente la adopción de tecnología, con excepción del aumento en la densidad de siembra, la cercanía a las plantas de secado a tenido un impacto significativo en la adopción de tecnología. El acceso a los mercados es el principal factor que afecta la decisión de aumentar o no la

densidad de siembra. Los agricultores que se encuentren cerca de áreas urbanas y venden su yuca principalmente al mercado fresco tienen una menor probabilidad de aumentar su densidad de siembra que los agricultores de yuca que se encuentren cerca de las plantas de secado y que venden su yuca principalmente al mercado de yuca seca. La relación entre la adopción de una mayor densidad de siembra y el acceso a los mercados puede estar relacionado con el hecho de que el mercado de yuca fresca demanda raíces más grandes, que sólo se pueden obtener si la densidad de siembra es menor, mientras el mercado seco no tiene restricción en cuanto al tamaño de las raíces. Una disminución de 1% en la distancia al mercado fresco reduciría la adopción de una mayor densidad de siembra en 0.48%, mientras una disminución de 1% en la distancia a la planta de secado más cercana aumentaría la adopción en 0.12%. Por otro lado una disminución de la distancia entre la finca del agricultor y la planta de secado aumentaría la probabilidad de adoptar la variedad Venezolana, MP12 y de tratar la semilla antes de la siembra en un 0.06, 1.35, y 0.54%, respectivamente.

Para el caso de la importancia de los programas gubernamentales, se puede observar que los años que un agricultor lleva recibiendo asistencia técnica tienen un efecto positivo y significativo en la adopción de las dos prácticas culturales analizadas y de la variedad mejorada de maíz, pero no afectan la adopción de variedades mejoradas de yuca. Este resultado no significa necesariamente que el hecho de recibir asistencia técnica no tenga ningún efecto en la probabilidad de adoptar variedades mejoradas de yuca, sino simplemente que la intensidad de esta asistencia no afecta la adopción. Aun más, para el caso de la variedad MP12, de acuerdo con la encuesta a productores de yuca, 89% de estos productores dijeron haber oído de esta variedad por primera vez a través del ICA.

Por otro lado, los factores que tradicionalmente se consideraban como determinantes para la adopción de tecnologías de producción, como el tamaño de la finca, la tenencia de la tierra, la importancia relativa del cultivo en la finca, la edad, educación y experiencia del agricultor, o el tamaño de la familia, no mostraron estar relacionados con la adopción de tecnologías mejoradas. El efecto de estos factores varía bastante entre los diferentes componentes tecnológicos, y fue solo significativa en el caso de la variedad mejorada de maíz.

El estudio indica la importancia de la introducción de la tecnología de secado de la yuca, al analizar los resultados relacionados con la distancia a la planta de secado y la afiliación a cooperativas de secado de yuca. La introducción del secado de yuca no sólo ha ejercido un efecto significativo en la estabilización de los precios de la raíz, sino que ha tenido un efecto aún más positivo en la adopción de tecnología de producción del cultivo. Por lo tanto, estos resultados dan pruebas adicionales de que las asociaciones de secado de yuca pueden servir como medios de difusión de tecnología.

En resumen, lo anterior confirma la importancia de integrar las actividades de investigación en producción, procesamiento y mercadeo de la yuca. Es evidente que los

programas gubernamentales que influyen sobre el acceso de los agricultores de yuca a la información y al crédito son altamente significativos para la adopción de tecnología. La asistencia técnica ejerce un efecto positivo y significativo en la adopción de la mayoría de los componentes tecnológicos analizados en este estudio. Las características de la unidad de producción agrícola fueron de importancia relativamente menor en la adopción de tecnología y su efecto varía considerablemente entre los diferentes componentes.

Evolución del consumo de yuca fresca

A principios de la década de los 80, el papel de la yuca en la Costa Norte de Colombia disminuyó debido al alto precio (absoluto) de la yuca en las áreas urbanas. El proceso de urbanización y el mejoramiento de la infraestructura facilitaron la importación de los sustitutos de la yuca, cultivados fuera de la región, y esto aumentó el precio de la yuca en relación con los sustitutos. Janssen (1986) encontró que el consumo de yuca fresca disminuyó abruptamente, especialmente en las áreas más urbanizadas. Según la encuesta de consumo de yuca fresca realizada en 1983 por Janssen, el consumo de yuca fresca disminuyó en las áreas urbanas en 45% entre 1980 y 1983. Además, los datos de la encuesta nacional del DANE de 1985 reflejaron una disminución adicional del 2% entre 1983 y 1985.

Los estudios socioeconómicos, realizados como parte del Proyecto Integrado de Yuca desarrollado por el CIAT, indicaron que los esfuerzos para promover la producción de yuca, junto con los esfuerzos para mejorar y abrir nuevos mercados, disminuirían y estabilizarían los precios. Subsecuentemente, esto aumentaría la producción y en consecuencia ejercería una presión descendente en los precios al consumidor, aumentando por tanto el consumo de yuca fresca. Para medir y analizar el consumo actual de yuca fresca y compararlo con cifras de consumo para la década de los 80, se realizó una encuesta a familias consumidoras de yuca en tres ciudades representativas de la Costa Norte de Colombia (Barranquilla, Santa Marta y Sincelejo).

El Cuadro 5 muestra la evolución del consumo de yuca en Barranquilla, la principal área urbana de la Costa Norte. El consumo de yuca alcanzó su nivel más bajo de 30.5 kg per cápita en 1983; una disminución de 46% en comparación con su nivel de 1980. Esta disminución en el consumo se puede explicar en parte por el aumento de los precios de la yuca en 22% de 1980 a 1983. Después de 1983, el consumo de yuca en Barranquilla empezó a aumentar nuevamente, alcanzando un nivel de 40.9 kg per cápita en 1991, un incremento de 34% desde 1983. Nuevamente, las fluctuaciones en el precio pueden ser en parte responsables de este aumento en el consumo, dado que los precios disminuyeron en un 50% entre 1983 y 1991.

Dado lo anterior, se presentan tres conclusiones importantes en términos del consumo de yuca fresca en la última década. 1) el consumo de yuca fresca per cápita aumentó, especialmente para las personas de bajos ingresos, después de una disminución a

Cuadro 5. Consumo de yuca fresca y evolución de precios en Barranquilla.

Año	Consumo de yuca fresca		Precio de yuca fresca al consumidor	
	(kg per cápita/año)	% de cambio	Precios constantes de 1988 (\$/kg)	% de cambio
1980	56.3 ^a		80.92 ^c	
1983	30.5 ^a	-45.83	98.32	21.50
1987	39.5 ^b	29.51	70.92	-27.87
1991	40.9 ^b	3.54	52.54	-25.92

^a Fuente: Encuesta de consumo de yuca entre compradores y productores, CIAT, 1893.

^b Fuente: Encuesta de Consumo de Yuca Fresca, Economía de Yuca, CIAT, 1991.

^c Fuente: DANE, Boletín de Estadística.

principios de la década de los 80; 2) se presentó una disminución significativa en los precios de yuca fresca y en su fluctuación, y 3) el precio de los sustitutos de la yuca, principalmente la papa y el plátano, aumentaron, reduciendo aún más el precio relativo de la yuca en relación a ellos.

Estos cambios en el consumo de yuca fresca indican que la yuca ha renovado su importancia como fuente de calorías en la nutrición de la población urbana de la Costa Norte de Colombia, especialmente para los consumidores urbanos pobres, quienes consumen más y son más vulnerables a las fluctuaciones en precio. En consecuencia, los consumidores de yuca fresca se han beneficiado del Proyecto Integrado de Yuca, debido a que aumentó su consumo de yuca a un costo menor.

Análisis de excedentes económicos

Para calcular los beneficios económicos totales del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia, se simuló un modelo del sistema de producción, procesamiento, mercadeo y consumo de yuca en la región. Este modelo permitió: 1) calcular el impacto de estos beneficios entre los diferentes grupos de la sociedad, y 2) distinguir entre los beneficios directos generados por la tecnología de utilización de yuca y los beneficios indirectos reflejados en la respuesta de la producción de yuca. Para esta simulación, se emplearon las elasticidades de demanda, oferta y sustitución para la producción, el mercadeo, el procesamiento y el consumo de la yuca, estimadas en estudios realizados previamente por la Sección de Economía de Yuca del CIAT. Los resultados preliminares estimados por el modelo de simulación sobre los beneficios totales ex-post para la sociedad se registran en el Cuadro 6. Estos resultados se comparan con los beneficios estimados en el estudio de tipo ex-ante realizado por Janssen en 1983 y los beneficios totales observados en la región.

Los productores de yuca fueron el grupo más beneficiado por el Proyecto Integrado de Yuca en la región, ganando US\$15 millones entre 1984 y 1991. Además, los productores con menor número de limitaciones de producción, que pudieron adoptar la tecnología mejorada de producción y reaccionar más rápidamente a los cambios de precio, fueron los más beneficiados con el cambio tecnológico. Según el análisis de la adopción de la tecnología de producción de yuca, se puede concluir que los productores con mejor acceso a los mercados y a los programas gubernamentales fueron los que más adoptaron la tecnología de producción de yuca. En consecuencia, los agricultores de yuca que son: 1) socios de las cooperativas de secado de yuca, 2) tienen un acceso más fácil a los mercados frescos, 3) están cerca de las plantas de secado de yuca y 4) han sido beneficiarios de los programas gubernamentales de asistencia técnica y crédito, fueron los que recibieron la mayoría de los beneficios del Proyecto Integrado de Yuca. Sólo en menor grado dependieron los beneficios de otras características de la unidad

Cuadro 6. Beneficios económicos del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia.

Grupo de la sociedad	Beneficios estimados ex-post de la tecnología de utilización de yuca	Beneficios estimados ex-post de la respuesta de producción de yuca	Beneficios totales estimados ex-post de la tecnología	Beneficios totales estimados ex-ante de la tecnología ^a	Beneficios totales observados ^b
Consumidores de yuca fresca	233 ^c (3.35) ^d	1,806 (12.10)	2,039 (9.32)	-5,700 (-16.38)	5,211 (17.49)
Consumidores de yuca seca	4,334 (62.40)	0 (0.00)	4,334 (19.81)	7,200 (20.69)	5,279 (17.72)
Intermediarios del mercadeo de yuca fresca	-78 (-1.12)	-584 (-3.91)	-662 (-3.03)	-	-7,087 (-23.79)
Procesadores de yuca seca	1,150 (16.56)	0 (0.00)	1,150 (5.26)	-	3,323 (11.15)
Productores de yuca	1,307 (18.82)	13,706 (91.81)	15,013 (68.63)	33,300 (95.69)	23,066 (77.42)
Beneficios netos para la sociedad	6,946	14,928	21,874	34,800	29,792

^a Beneficios estimados ex-ante de la tecnología, Janssen 1983.

^b Los beneficios totales observados calculados a partir de los cambios observados en cantidades y precios. Estos beneficios no sólo incluyen las ganancias netas de la tecnología de utilización y producción de yuca, sino también las ganancias del programa de reforma agraria, el mejoramiento en la disponibilidad de crédito y otros factores externos.

^c Los valores son cambios en el excedente económico en miles de US\$ de 1991.

^d Los valores en paréntesis son las ganancias (en porcentaje) para cada grupo de la sociedad del cambio total en el excedente económico.

de producción agrícola como la importancia relativa de la yuca, la tenencia de la tierra, educación y experiencia de los agricultores.

El segundo grupo que se benefició ampliamente del Proyecto Integrado de Yuca fue el de los compradores de yuca seca, principalmente las plantas de concentrados para animales y los productores de aves de corral y porcinos. Este grupo ganó US\$4.3 millones debido a la introducción de plantas de secado de yuca en la Costa Norte de Colombia. Aunque al principio del Proyecto, este grupo no fue considerado como uno de los principales beneficiarios, es importante comprender que la magnitud de estos beneficios se relaciona directamente con de la demanda fuerte y continua de yuca seca. Sin esta demanda del producto, no habría sido factible la introducción de la tecnología de secado de yuca en la región.

Aunque los productores de yuca fueron los principales beneficiarios de los cambios tecnológicos en la Costa Norte de Colombia, los consumidores urbanos de yuca fresca también se beneficiaron de la adopción de la tecnología de producción y secado de yuca, obteniendo beneficios de US\$2 millones. Los consumidores urbanos pobres que consumen niveles absolutos más altos de yuca fresca y que muestran una menor elasticidad del precio de la demanda, son los que presentaron las mayores ganancias.

El grupo con la ganancia total más pequeña del Proyecto Integrado de Yuca en la región fue el de los procesadores de yuca seca, quienes sólo ganaron US\$ 1.1 millones. Sin embargo, se debe notar que la mayoría de los procesadores de yuca en pequeña escala, también son productores de yuca y en consecuencia se benefician de dos maneras. Entre 1984 y 1991, se produjeron aproximadamente 55,318 TM de yuca seca. De esta producción total de yuca seca, se estima que el 84% fue producido por las asociaciones de pequeños agricultores de yuca, con una ganancia neta total de la adopción de tecnología de yuca seca de US\$ 924,000 durante el período en mención. Los beneficios restantes recibidos por los procesadores de yuca seca (US\$ 176,000), correspondieron a los procesadores privados.

Los intermediarios del mercadeo de yuca fresca fueron el único grupo que presentó pérdidas como consecuencia del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia. La pérdida de los beneficios para este grupo es principalmente a consecuencia de la ineficiencia del mercado de yuca fresca. Cualquier intento de hacer más eficiente el mercadeo de la yuca fresca, aproximando condiciones perfectamente competitivas, reducirá las pérdidas para los intermediarios aumentará las ganancias para los consumidores de yuca fresca.

Por lo tanto, la introducción de la tecnología de utilización de yuca en la Costa Norte de Colombia benefició más a los compradores y procesadores de yuca seca. No obstante, es importante resaltar el efecto indirecto de la creación de un incentivo para aumentar el área sembrada con yuca y el incremento de los rendimientos mediante la adopción de tecnología de producción mejorada. La respuesta de producción a este incentivo de un

nuevo mercado produjo beneficios principalmente para los productores de yuca y los consumidores urbanos de yuca fresca.

Los beneficios netos para la sociedad del Proyecto Integrado de Yuca se estiman en US\$ 22 millones. Si se considera que los costos totales del proyecto fueron de US\$ 252,332, el retorno total a la inversión fue de aproximadamente US\$ 87 por cada dólar invertido. Como se indica en el Cuadro 6, los beneficios netos de la tecnología son menores que los beneficios totales observados de US\$ 27 millones. La diferencia de US\$ 5 millones entre los beneficios totales y los beneficios de la tecnología se deben a otros factores externos. Algunos de los factores que han aumentado aún más la oferta de la yuca a nivel de finca fueron la política de reforma agraria, la mayor disponibilidad de crédito para los pequeños agricultores de yuca y la sustitución del área de producción de ñame con yuca debido a la creciente incidencia de la "antracnosis".

Estos resultados resaltan el significado de este enfoque de investigación basado en la integración de los aspectos de producción, procesamiento y mercadeo. En ausencia de un mercado de yuca más amplio, la adopción de tecnologías de producción de yuca hubiera sido significativamente menor. Además, los principales beneficiarios hubieran sido los consumidores de yuca fresca y no los pequeños productores hacia los cuales se proyectó la tecnología. Por otra parte, en la ausencia de tecnología de producción, con solamente innovaciones de procesamiento y mercadeo, los beneficios totales absolutos hubieran sido significativamente menores y los principales beneficiarios hubieran sido las fábricas de concentrados para animales y, en menor grado los procesadores. La integración de la investigación ha sido el factor fundamental para optimizar tanto los beneficios absolutos como la distribución de los mismos. Como tal, se han cumplido los objetivos de investigación, al proyectar los beneficios hacia los pequeños productores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los estudios de adopción e impacto están directamente relacionados con el desarrollo agrícola de los países en desarrollo. Aunque el principal rol que se le da a estos estudios es el de determinar los retornos a la investigación y desarrollo, estos estudios deben también servir como una herramienta para localizar estos proyectos, de manera que estos sean mas eficientes y efectivos.

El estudio de caso del impacto y la adopción del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia a generado una gama de resultados. Es de gran utilidad mirar el tipo de información obtenida de la forma propuesta en el Cuadro 1. Por lo tanto, en esta última parte del trabajo se muestra como este estudio de adopción e impacto sirve los intereses de los diferentes usuarios.

El Cuadro 1, mostró de que manera los productos de los estudios de adopción e impacto sirven a los diferentes usuarios. Por otro lado, en el Cuadro 7 se muestra como la información específica, generada por el estudio de caso, sirve a los diferentes usuarios. A pesar de que puede existir un mayor número de usuarios, para el propósito de este estudio, se toman en cuenta a los investigadores, extensionistas, administradores, donantes y políticos.

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. La información generada por los estudios de adopción e impacto sirve generalmente a los investigadores, extensionistas, administradores y en menor grado a los políticos y donantes. Por lo tanto, la mayor parte de esta información puede ser utilizada para aumentar la eficiencia y la efectividad en el desarrollo y la transferencia de componentes tecnológicos.
2. La mayoría de la información se transmite a través de los administradores, y por lo tanto ellos juegan un rol muy importante en el flujo de la información. Esto se explica porque ellos son los principales usuarios de la información para fijar prioridades entre las diferentes alternativas de investigación, asignar los recursos de acuerdo con estas prioridades, dirigir las estrategias de investigación y obtener financiación para la investigación y el desarrollo.
3. El flujo de información hacia los donantes se origina principalmente en los estudios de impacto, lo cual está de acuerdo con la discusión acerca del uso que le dan la mayoría de los autores a los estudios de impacto.
4. Por último, normalmente no se le da la suficiente importancia a los políticos como un grupo que puede hacer uso de los estudios de adopción e impacto. A pesar de esto, esta consideración es muy importante. Por ejemplo, en el estudio de caso se demostró que la presencia institucional es un factor que afecta la adopción de tecnología de manera significativa. Además, el estudio muestra que el desarrollo de la pequeña agro-industria puede servir como un vehículo para lograr el desarrollo rural en áreas marginales. También este tipo de información puede servir para argumentar en contra de ciertas políticas de intervención del gobierno dirigidas a otros cultivos que puedan tener un efecto negativo para los pequeños productores de yuca.

Por último, puede ser importante dar algunas recomendaciones algunas de las cuales ya se han mencionado en el trabajo. Los administradores de investigación deben considerar lo siguiente:

1. Los estudios de adopción e impacto no deben ser considerados como estudios aislados que solamente sirven para satisfacer demandas específicas en un

Cuadro 7. Relación de la información generada por el estudio de caso del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte y sus usuarios.

ESTUDIO DE ADOPCIÓN:	Usuario				
	I ^a	E ^b	AI ^c	D ^d	P ^e
1. La adopción de la densidad de siembra adecuada es mayor que el tratamiento de la semilla, debido a que la primera no requiere de mano de obra adicional ni el uso de insumos.	X		X		
2. La primera fase del proceso de adopción de las variedades de yuca es mas lenta que la de la variedad de maíz. Esto se debe principalmente a la dificultad en la multiplicación y diseminación de la semilla de yuca.	X	X	X		
3. Los niveles de adopción son mayores en áreas donde existen plantas de secado y presencia institucional.	X	X	X		X
4. La integración de los procesos de investigación, procesamiento, y mercadeo es válida. El mejoramiento del mercado creó incentivos para la adopción de tecnología de producción.			X	X	
5. Las características de los agricultores que influyeron en la adopción versus la no adopción de tecnología.	X	X			
6. La diferencia en los niveles de adopción entre los diferentes componentes tecnológico es valiosa para la retroalimentación y priorización.			X		
7. Se mostró la importancia de la presencia institucional y el acceso al crédito para la transferencia efectiva de tecnología a los pequeños productores.			X		X
ESTUDIO DE IMPACTO EX-ANTE:					
8. El retorno esperado a la inversión en investigación y desarrollo, los beneficios totales esperados y la distribución de estos beneficios entre los diferentes grupos de la sociedad.			X	X	
9. Se mostró que los beneficios llegarían al grupo de interés en el mandato del Programa, los pequeños productores de yuca, lo cual sirvió para conseguir la financiación del proyecto.			X	X	
ESTUDIO DE IMPACTO EX-POST:					
10. La propuesta de la integración en la investigación es altamente válida para que la investigación y el desarrollo sean eficientes y efectivos. Los pequeños productores recibieron 69% de los beneficios del proyecto.			X	X	
11. Los beneficios totales son significativos y el retorno a la investigación es bastante alto (87 US\$ por cada US\$ invertido en investigación). Estos retornos garantizan la duplicación de este tipo de proyectos en otras regiones y países, ya que es una buena alternativa para invertir los fondos para la investigación y desarrollo.			X	X	
12. El Proyecto Integrado de Yuca no sólo ha beneficiado a los pequeños productores de yuca, sino que también en gran medida a beneficiado a los consumidores de yuca fresca, especialmente a los consumidores pobres de área urbanas que consumen mayor cantidad de yuca y que son más sensibles a los cambios en su precio.			X	X	X
13. La distribución y los niveles de los beneficios del proyecto muestran la importancia de la pequeña agro-industria rural como una herramienta para aumentar los ingresos y generar empleo en las áreas marginales.			X	X	X

^a I= Investigador ^b E=Extensionista ^c AI= Administrador de Investigación ^d D= Donante ^e P= Político

momento dado, sino que deben ser partes integrales del proceso de investigación y desarrollo.

2. La información generada por los estudios de adopción e impacto, no deben servir solo para satisfacer la demanda de los donantes, con el propósito de obtener financiación o mostrar los retornos a la inversión. La información generada por estos estudios tiene un número amplio de usuarios desde los investigadores hasta los políticos.
3. La información generada por los estudios de adopción e impacto, como cualquier otro tipo de información, tiene un precio. El valor de esta información depende de su calidad y de que esta sea generada oportunamente. Por lo tanto, es importante hacer un uso óptimo de esta información, mediante la distribución oportuna y rápida de esta a los usuarios.
4. Como se mencionó anteriormente, el rol del monitoreo y la evaluación en los proyectos a recibido una mayor atención y se ha establecido como una parte integral de estos (Perez, 1992). Cada vez se formula un mayor número de programas de investigación por objetivos" en la forma de proyectos separados. Es recomendable que la metodología de monitoreo y evaluación debería también aplicarse a los programas de investigación. Por lo tanto los administradores de la investigación deben pensar en los estudios de adopción e impacto como parte del monitoreo y la evaluación, y de esta manera maximizar la eficiencia y efectividad de las estrategias de investigación y desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, Jock R and R. W. Herdt. 1990. Reflections on impact assessment. In R. Echeverria (ed.). Methods for Diagnosing Research System Constraints and Assessing the Impact of Agricultural Research. Volume II. ISNAR, The Hague.
- Echeverria, Ruben G. (1990). Assessing the impact of agricultural research, In R. Echeverria (ed.). Methods for Diagnosing Research System Constraints and Assessing the Impact of Agricultural Research. Volume II. ISNAR, The Hague.
- Feder, G., R.E. Just and D. Zilberman. 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries: A survey. Economics Development and Cultural Change. Jan. 1985.
- Horton, D. 1986. Assessing the Impact of international agricultural R&D programs. World Development Vol. 14, No.4.

- Horton, D. 1990. Assessing the impact of international research: concepts and challenges. *In* Ruben Echeverria (ed.). *Methods for Diagnosing Research System Constraints and Assessing the Impact of Agricultural Research*. Volume II. ISNAR, The Hague.
- Janssen, W.G. 1982. *Producción, Mercadeo y el Potencial de la Yuca en los Departamentos de Atlántico, Córdoba, Sucre y Bolívar (Colombia)*. CIAT, Cassava Economics Section. Mimeograph.
- Janssen, W.G. 1988. *Market Impact on Cassava's Development Potential in the Atlantic Coast Region of Colombia*. CIAT, Cali, Colombia.
- Janssen, W.G. and Lynam, J.K. 1990. "Integrated Ex Ante and Ex Post Impact assessment in the generation of agricultural technology: cassava in the atlantic coast of Colombia." *In* *Methods for Diagnosing Research System Constraints and Assessing the Impact of Agricultural Research: Proceedings of the Workshop in New Jersey, USA, July 6-8, 1988*, by ISNAR and Rutgers University. ISNAR, The Hague. pp 217-250.
- Pérez, C.A. 1991. *Integrated cassava projects: a methodology for rural development*. *Integrated Cassava Projects*. Colombia: CIAT, Cassava Program. pp 26-43.
- Pinstrup-Andersen, P. y Díaz, R.O. 1977. *Descripción Agro-Económica del Proceso de Producción de Yuca en Colombia*. CIAT, Colombia.

HISTÓRICO DAS PRINCIPAIS VARIEDADES DE MANDIOCA DA REGIÃO SUL DO BRASIL

Teresa Losada Valle¹

RESUMO

Este trabalho descreve a cultura da mandioca na região Sul do Brasil, com ênfase no estado de São Paulo. São discutidas culturas comerciais e não-comerciais. As primeiras destinam-se a produção de farinha e extração de fécula nos grandes polos agroindustriais de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, assim como ao abastecimento do mercado hortícola. Discute-se o histórico das principais variedades e estratégias para difusão de novas variedades. Em culturas não-comerciais é mostrada uma visão histórica da introdução e difusão de novas variedades nos diversos estratos de produtores. Também são relatadas estratégias de difusão de novas variedades e seu alcance junto as populações de baixa renda.

INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas tem como objetivo selecionar variedades que facilitem o cultivo, aumentem a qualidade e/ou a quantidade da produção agrícola. Tem sido historicamente uma das técnicas que mais colaborou para o desenvolvimento da agricultura. Neste século, quando os programas de melhoramento incorporaram metodologia científica, tornaram-se mais eficientes, principalmente nas espécies cultivadas em grande escala. No entanto, muitos programas de melhoramento defrontam-se com a situação paradoxal de terem suas variedades melhoradas pouco utilizadas pelos produtores.

O objetivo deste trabalho é relatar e analisar a difusão de algumas das principais variedades de mandioca na região Sul do Brasil e a estratégia para o lançamento de novas variedades. Dá-se maior ênfase ao Estado de São Paulo devido a facilidade de acesso aos dados.

POLIMORFISMO DA CULTURA

A região Sul do Brasil é formada pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Neste trabalho, o Estado de São Paulo foi incluído nesta região, devido a sua

¹ Melhorista, Instituto Agrônomo (IAC), C.P. 28, 13101-970, Campinas, SP, Brasil.

proximidade física e similaridade agrícola da cultura da mandioca. Na região Sul do Brasil são produzidos cerca de 5 milhões de toneladas de mandioca por ano, colhidos em aproximadamente 300 mil hectares. A produtividade situa-se ao redor de 17 t/ha, 40% superior à média brasileira. Informações mais detalhadas de cada estado encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Área, produção e rendimento no Brasil e em alguns estados brasileiros no período 1985 a 1990.

Ano	Discriminação	Rio Grande Do Sul	Santa Catarina	Paraná	São Paulo	Sub-Total ou Média (A)	Brasil (B)	A/B (%)
1985	Área ¹	127,6	88,4	85,8	38,5	340,3	1868,1	18,2
	Produção ²	1515,8	1182,3	1722,9	784,7	5205,7	23124,8	22,5
	Rendimento ³	11,9	13,4	20,1	20,4	15,3	12,4	123,4
1986	Área ¹	134,6	84,8	85,8	35,2	340,4	2051,5	16,6
	Produção ²	1596,0	1224,2	1700,0	708,6	5228,8	25620,6	20,1
	Rendimento ³	11,9	14,4	19,8	20,1	15,4	12,5	122,9
1987	Área ¹	132,4	75,7	85,4	38,6	332,1	1934,8	17,2
	Produção ²	1693,6	1221,2	1853,9	754,9	5343,6	23499,9	22,7
	Rendimento ³	12,8	16,1	21,7	19,6	16,1	12,1	133,0
1988	Área ¹	136,6	69,5	85,2	26,5	317,8	1692,3	18,8
	Produção ²	1769,8	1165,9	1855,3	529,1	5320,1	20844,1	25,5
	Rendimento ³	13,0	16,8	21,8	20,0	16,7	12,3	135,8
1989	Área ¹	121,2	64,5	77,3	24,8	287,8	1869,8	15,4
	Produção ²	1644,7	1125,3	1622,8	531,6	4924,4	23450,0	21,0
	Rendimento ³	13,6	17,4	21,0	21,4	17,1	12,5	146,4
1990	Área ¹	121,5	67,6	101,8	22,8	313,7	1958,3	16,0
	Produção ²	1738,1	1162,2	2184,6	542,0	5626,9	24284,7	21,1
	Rendimento ³	14,3	17,2	21,4	23,7	17,9	12,8	142,4

¹ Área: dados x 1000ha; ² Produção: dados x 1000t; ³ Rendimento: dados em t/ha

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: Anuário Estatístico (1987/88; 1989; 1990; 1991; 1992).

Nesta região a mandioca é uma cultura tradicional e extremamente bem adaptada as condições edafoclimáticas, obtendo-se altas produtividades de biomassa mesmo em ambientes agrícolas marginais. Devido a essas características é cultivada em variados sistemas de produção (Lorenzi e Monteiro, 1987) e é utilizado grande número de variedades.

Quanto ao número de variedades cultivadas, é possível estabelecer-se dois grupamentos. Um grupo de exploração agrícola baseado num reduzido número de variedades. São culturas formadoras de receita para o produtor (cash crops), e aqui referidas como culturas comerciais. Outro grupo que utiliza muitas variedades, com relativa predominância de poucas. São destinadas ao uso na propriedade e são chamadas de culturas não-comerciais.

CULTURAS COMERCIAIS

As culturas comerciais destinam-se as indústrias de transformação e ao mercado hortícola. Os complexos agroindustriais localizam-se no Vale do Itajaí e Litoral Sul de Santa Catarina, Oeste do Paraná e nas Divisões Agrícolas Regionais (DIRAs) de Marília e Campinas no Estado de São Paulo.

Entre os mercados hortícolas, destacam-se as regiões metropolitanas de Porto Alegre com 8 mil t/ano entre 1980-87 (Borne, 1989) e de São Paulo com 22 mil t/ano no período de 1987/91 (Ueno e Silva, 1992).

Os produtores que atendem estes mercados concentram-se nas regiões periféricas as centrais de comercialização. Utilizam sistemas de produção e variedades que possibilitam atender as exigências dos padrões de comercialização.

Variedades industriais

Histórico

O Estado de Santa Catarina tem sido o principal centro de disseminação de variedades industriais para a região Sul do Brasil. Ainda que se disponha de diversas variedades recomendadas na mandiocultura catarinense (EPAGRI, 1993), cultiva-se preferencialmente "Mandim Branca" e "Mico", originadas, respectivamente, do Litoral Sul e Vale do Itajaí (Mondardo, 1991).

O Oeste do Paraná foi influenciado pelo deslocamento de produtores e industriais do Vale do Itajaí que introduziram variedades catarinenses, principalmente "Mico". Esta variedade expandiu-se rapidamente, dentre outros fatores, devido ao incentivo das feculárias para minimizar a concorrência das indústrias de farinha. Isto se deve a película suberosa da raiz de coloração marrom que dificulta a produção de farinhas de boa qualidade. Está sendo substituída por "Fibra" e "Espeto", ambas de película clara, cujas origens não são identificadas com segurança, e pela "IAC 12-829". Esta última, de película marrom, mais utilizada para a produção de fécula, em função de seu alto teor de matéria seca, mesmo na entressafra. A substituição das variedades tem-se concretizado mais em função de interesses imediatos dos produtores e industriais e da disponibilidade de material de propagação de que outros fatores.

O Estado de São Paulo concentra ao redor de 70% das culturas industriais nas DIRAs de Campinas e Marília (Tabela 2). Estas regiões também sofreram influência das variedades catarinenses. Na década de 40, a variedade mais cultivada era "Vassourinha Paulista" para consumo in natura e processamento industrial. Com a expansão da cultura ocorreram severas epidemias de bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*) porque esta variedade mostrou-se extremamente suscetível. Nos trabalhos de melhoramento desenvolvidos pelo IAC destacou-se a variedade Branca de Santa

Tabela 2. Área ocupada, produção e rendimento de mandioca para indústria no período 1988-1989, por Divisão Regional Agrícola (DIRA) no Estado de São Paulo.

DIRA	1988		1989		1990	
	Área ¹ (ha)	Produção (1000t)	Área (ha)	Produção (1000t)	Área (ha)	Produção (1000t)
1. Registro	500	5	560	3,8	730	6,4
2. S.J. Campos	1300	19	1160	16,6	800	12,0
3. Sorocaba	1490	22	1120	24,2	1850	63,1
4. Campinas	9280	131	11300	224,0	5300	135,1
5. Rib. Preto	2190	23	1980	24,5	2000	30,7
6. Bauru	1940	27	2100	24,9	2050	43,0
7. S.J. Rio Preto	-	-	70	1,2	80	0,8
8. Araçatuba	-	-	180	1,1	70	0,5
9. Pr. Prudente	1200	17	1000	11,6	1070	12,0
10. Marília	13400	193	13930	183,5	15200	204,4
Total	31300	437	33400	515,4	29150	508,2
Rendimento ² (t/ha)	-	24,5	-	28,5	-	27,5

¹ Área ocupada

² Produção total dividido pela área colhida

Fonte: Instituto de Economia Agrícola. In: Informações Econômicas 21(2) e 22(1e12)

Catarina, originária do Estado de Santa Catarina, pelo perfil agrônômico e resistência. Após 4 a 5 anos de experimentação foi multiplicada e foi rapidamente difundida sem a necessidade de grandes esforços dos agentes extensionistas junto aos produtores. No início dos anos 50 já ocupava todas as grandes lavouras do Estado e até meados da década de 70 ocupou praticamente toda a área destinada às indústrias de transformação. Chegou a ter mais de 150 mil ha plantados (IEA, 1990) e atualmente ainda ocupa uma área importante na DIRA de Campinas.

Em 1975 uma forte geada, na DIRA de Marília, dizimou quase todo o material de plantio. Os produtores introduziram material de propagação do Paraná e a variedades Mico disseminou-se rapidamente. Sua alta capacidade produtiva, disponibilidade de manivas e a diminuição da resistência de campo a bacteriose da "Branca de Santa Catarina" facilitaram sua adoção. No início dos anos 80, em fase de expansão da cultura naquela região, foi introduzida do Paraná a variedades Fibra que posteriormente, difundiu-se por todo o Estado. Sua parte aérea sem ramificação ou ramificação tardia, permitiu mecanizar o preparo de manivas e fazer o plantio em altas densidades. Sob o ponto de vista industrial, sua película branca e muito fina permite ao produtor comercializá-la com indústrias de fécula ou farinha. A variedade Fibra não foi aceita por produtores que exploram solos mais férteis e continuam cultivando "Mico". Outro importante fator para produtores que cultivam Mico tem sido a possibilidade de comercializá-la como mandioca de mesa no Entrepasto Terminal de São Paulo.

Em culturas intensivas e concentradas, a substituição de variedades é decorrente de vários fatores. Se a variedade representa a solução de um problema emergencial, como por exemplo a resistência a uma doença em ocasiões de epidemias, a difusão dá-se rapidamente como ocorreu com "Branca de Santa Catarina". Outro mecanismo é a escassez de material de plantio após intempéries ou durante fases de expansão da cultura como ocorreu com "Mico" e "Fibra" em São Paulo.

Caso a variedade apresente um pequeno balanço positivo de vantagens agronômicas, industriais, ou ambas, só pode ser difundida mediante um trabalho exaustivo de demonstração e convencimento por parte da rede de assistência técnica, acompanhado de grande oferta de material de plantio. Ofertas reduzidas originam pequenas áreas de plantio em que o produtor não dispõe de parâmetros que lhe permitam avaliar os ganhos advindos dessa substituição. Por outro lado, a baixa taxa de propagação da mandioca faz com que novas variedades sejam difundidas muito lentamente, diminuindo o interesse do produtor. A "Taquari", variedade selecionada no Rio Grande do Sul e recomendada em vários estados, ocupa uma área de plantio pouco expressiva e talvez possa ser um exemplo da convergência desses fatores. Outras variedades somente ganham espaço em situações especiais, por exemplo "IAC 12-829", que passou a ser cultivada de forma mais expressiva cerca de 15 anos após sua liberação, devido ao reconhecimento tardio de seu alto rendimento industrial.

Novas variedades

A difusão de novas variedades selecionadas no IAC e a produção de material de plantio para o Estado de São Paulo é feita principalmente pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Secretaria de Agricultura e Abastecimento, através do Departamento de Extensão Rural, Departamento de Produção de Sementes Mudas e Matrizes, Rede de Assistência Técnica e do Centro de Comunicação Rural. Atualmente, uma das prioridades daquele órgão é o programa estadual de testes regionais que tem por objetivo avaliar novas tecnologias, inclusive novas variedades, em função do nível tecnológico do produtor, além de consolidar a integração entre a pesquisa e extensão rural (CATI, 1993). Os testes regionais para avaliar novas variedades são planejados e executados conjuntamente pelo IAC e CATI. Os extensionistas divulgam os resultados junto a produtores e os pesquisadores junto à comunidade científica.

No ano agrícola 1993-94 estão sendo conduzidos nove testes regionais com quatro variedades já conhecidas (IAC 12-829, Branca de Santa Catarina, Fibra e Mico) e duas novas (IAC 114-80 e IAC 44-82). A IAC 114-80, mais indicada para fécula e a IAC 44-82, para fécula e farinha. Paralelamente estão sendo produzidos cerca de 125m³ de ramas para atender produtores interessados em cultivar as novas variedades.

Outro mecanismo para difundir novas variedades é através de convênio do IAC com a Associação Paulista de Produtores de Mandioca (APPM) e Associação de Produtores e Industriais de Mandioca do Estado de São Paulo (APIMESP) que prevê a produção de

manivas selecionadas de variedades que possam substituir "Mico" com vantagens no processo industrial; isto é, que tenham película fina e clara e ou maior teor de matéria seca. O programa atinge as variedades Branca de Santa Catarina, Fibra, IAC 12-829, IAC 44-82 e IAC 114-80 e tem como meta produzir 125m³ de material básico por dois anos agrícolas consecutivos e conta com o planejamento e supervisão técnica do IAC e execução e administração burocrática das associações de produtores.

Com esses dois programas objetiva-se colocar a disposição do parque agroindustrial uma série de variedades que atendam o máximo possível os interesses do setor agrícola e industrial. Pretende-se recomendar o cultivo de um grupo de variedades que além de atender diversos interesses do setor possam diminuir os riscos da uniformidade genética.

Variedades de mesa

Histórico

No Estado de São Paulo, no consumo de mandioca de mesa até a década de 40 utilizava-se preferencialmente a variedade Vassourinha Paulista. Com o advento de bacteriose foi substituída pela variedade Guaxupé, introduzida pelo IAC do Estado de Minas Gerais na década de 40. Esta variedade além de ser mais resistente á bacteriose disseminou-se rapidamente por ter melhores qualidades culinárias do que "Vassourinha Paulista". No entanto, mostrou-se muito suscetível a mosca do broto (*Neosilba perezii*) e, em pouco tempo teve reduzida sua resistência de campo a bacteriose. Com o crescimento das culturas que abastecem esses mercados a variedade Guaxupé foi substituída, na década de 70, por variedades do programa de melhoramento do IAC: IAC-Mantiqueira, IAC 14-18, IAC-Jaçanã e IAC 59-210 que ofereciam maior produtividade, resistência a bacteriose e características culinárias favoráveis. A difusão destas variedades deu-se principalmente através de ensaios feitos diretamente com produtores e foi facilitada pela proximidade física da sede de trabalho do IAC a principal área produtora (DIRA de Campinas) que abastece o Entreposto Terminal de São Paulo.

Novas variedades

As culturas de mandioca de mesa são muito mais dispersas (Tabela 3) do que as culturas destinadas as indústrias de transformação (Tabela 2). O grande mercado é o Entreposto Terminal de São Paulo que comercializa cerca de 30% da produção de mandioca de mesa de todo o Estado, sendo cerca de 45% proveniente da DIRA de Campinas (Ueno e Silva, 1992) que, praticamente, só cultiva variedades melhoradas. Ao redor de outras cidades desenvolvem-se pequenas culturas para centrais locais de abastecimento e comércio informal. Não se dispõe de dados estatísticos sobre o comércio informal mas acredita-se que seja considerável e que envolve grande número de produtores.

Tabela 3. Área ocupada, produção e produtividade de mandioca de mesa no período 1988-1989, por Divisão Regional Agrícola (DIRA) no Estado de São Paulo.

DIRA	1988		1989		1990	
	Área ¹ (ha)	Produção (1000t)	Área ¹ (ha)	Produção (1000t)	Área ¹ (ha)	Produção (1000t)
1. Registro	620	3225	600	3375	630	3625
2. S.J. Campos	1230	15325	1140	13500	900	10750
3. Sorocaba	1250	13375	1040	11000	750	10000
4. Campinas	860	7925	1550	12250	845	9125
5. Rib. Preto	460	5150	335	3500	350	4250
6. Bauru	220	1775	270	2750	210	2500
7. S.J. Rio Preto	1770	14725	1450	13000	1650	13750
8. Araçatuba	150	1650	150	1625	120	1250
9. Pr. Prudente	740	6725	935	7000	900	9500
10. Marília	700	4625	680	5750	860	7625
Total	8000	74500	6350	73750	6900	69000
Rendimento ² (t/ha)		14,0		13,9		13,8

¹ Área ocupada

² Produção total dividido pela área colhida

Fonte: Instituto de Economia Agrícola. In: Informações Econômicas 21(2) e 22(1e12)

Desse modo, o comércio local adquire interesses e características próprias. Na DIRA de São José dos Campos cultiva-se preferencialmente "IAC Mantiqueira" que além de ser utilizada na alimentação animal participa do abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, onde não sofre restrições de comercialização; talvez porque suas raízes são similares à variedade Saracura, cultivada naquele estado e padrão para esse mercado.

A DIRA de Marília fornece raízes da variedade Mico para o Entrepasto Terminal de São Paulo, principalmente no período de entressafra porque suas raízes confundem-se com outras variedades tradicionais, e o preço é duas a três vezes superior ao das indústrias de transformação. Outras DIRAs utilizam-se de grande número de variedades, que na maioria são de má qualidade (IAC, 1983).

Em determinadas DIRAs são conduzidos testes regionais para avaliação e difusão de variedades melhoradas. Durante a colheita dos testes são promovidos dias de campo e distribuição de manivas aos produtores. Paralelamente, também há produção e distribuição de manivas pelo Departamento de Sementes, Mudanças e Matrizes (CATI) e pelo IAC. Também informa-se aos solicitantes o endereço de produtores que possam vender manivas. Nessa rede de ensaios, iniciados em 1986, os resultados mostraram a superioridade da variedade IAC 576-70 pela sua capacidade produtiva, qualidades culinárias e cor amarela da polpa mais aceita que as de polpa branca (Lorenzi et al., 1987).

CULTURAS NÃO-COMERCIAIS

Culturas não-comerciais são destinadas ao autoconsumo do produtor e apenas o excedente é comercializado. Quanto a finalidade, podem ser classificadas em três grupos: a) lavouras destinadas á alimentação animal; b) uso misto; c) alimentação humana "in natura".

O maior volume da produção entre as culturas não-comerciais é destinado a alimentação animal. Quase toda a produção do Rio Grande do Sul e Oeste catarinense tem essa finalidade (Ternes e Silva, 1983). Apesar do volume, não há qualquer comércio em efetivo funcionamento. O produtor utiliza-se de um grande número de variedades.

As culturas destinadas ao uso misto, existentes em pequenos estabelecimentos agrícolas familiares, exploram a característica mais importante da mandioca, a estabilidade da produção e conseqüente segurança alimentar. Estes pequenos produtores, embora inseridos no mercado capitalista praticam agricultura com estrutura de subsistência. Cultivam uma série de espécies (mandioca, arroz, feijão, milho, banana) que garantem seu auto-abastecimento e comercializam o excedente em mercados locais para formação da renda familiar.

A mandioca, nessas condições, é utilizada para alimentação animal, consumo "in natura" pelos membros da família e produção de farinha. A farinha é feita em pequenas indústrias artesanais chamadas de engenho ou casa de farinha. Existiam em 1980, 634 em São Paulo, 1.235 no Paraná, 3.806 em Santa Catarina e 228 no Rio Grande do Sul (IBGE, 1980). Em São Paulo localizam-se, principalmente, no litoral (DIRA de Registro) e em Santa Catarina concentram-se nas regiões Sul e Litorânea (Ternes e Silva, 1983). Utilizam grande número de variedades com predominância de algumas tradicionais. Como os produtores conhecem intimamente as variedades que cultivam, o grande número é explicado pela diversidade de interesses dos produtores, em que a produtividade não é necessariamente o fator mais importante. É o sistema de produção mais rico em detalhes é o menos conhecido por pesquisadores e extensionistas. A difusão de variedades é feita por migrações e intercâmbio entre produtores.

No litoral paulista merece registro a variedade Santa ou Santista cultivada possivelmente há mais de um século (Normanha e Book, 1942). Apresenta baixo potencial produtivo (Lofrenzi et al., 1992), baixo teor de HCN e características culinárias superiores a outras durante todo ano, mesmo quando cultivada em ambientes estressantes. Essas características a tornam uma variedade de uso muito versátil.

As hortas caseiras são pequenas culturas, entre 10 a 100 plantas, feitas nos quintais da periferia de centros urbanos. Destinam-se ao autoconsumo na forma "in natura" para complementar a má alimentação decorrente do baixo poder aquisitivo familiar. São culturas pouco conhecidas e não detectadas em levantamentos estatísticos. Representam uma parcela pequena no volume e valor da produção mas têm substancial

importância social. Os produtores-consumidores, frequentemente desconhecem as variedades que cultivam, salvo os migrantes da zona rural.

Em 1982, o IAC realizou um levantamento no Estado de São Paulo com o objetivo de melhor conhecer essa classe de produtores e avaliar a diversidade genética. As informações mais relevantes foram:

a) A mandioca é a principal fonte de carboidratos nas hortas domésticas. b) Estas culturas têm características endêmicas, existem em todo o estado e em todos os locais em que a população disponha de terra. c) Utilizam-se de grande número de variedades (coletaram-se 250). Há predominância de "Vassourinha Paulista" e, em menor grau "Guaxupé" e "Ouro do Vale". Esta, introduzida do Estado do Paraná pelo IAC ao final da década de 50, possui excelentes qualidades culinárias e polpa amarela muito atrativa para o consumidor, mas não conseguiu fixar-se em culturas comerciais porque possui menor potencial produtivo, raízes desuniformes e tortuosas, pedúnculo fibroso, difícil arranquio e baixa resistência a bacteriose. d) A grande maioria das variedades coletadas tem baixo potencial produtivo, pouca resistência a bacteriose, características culinárias pouco satisfatórias, e algumas variedades contêm alto teor de ácido cianídrico. e) Frequentemente desconhecem as variedades que cultivam, confundindo-as com variedades tradicionais como "Guaxupé", "Ouro do Vale" e, principalmente, "Vassourinha Paulista". f) Esta faixa da população é pouco beneficiada pela prestação de serviços do Estado.

Como consequência desse levantamento, a CATI através do Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes, estabeleceu um programa de produção e distribuição de manivas de "IAC 576-70". O objetivo foi aumentar a disponibilidade de alimentos para essa faixa da população, uma vez que essa variedade tem potencial produtivo muito superior as variedades nativas em cultivo.

A estratégia adotada foi a produção de manivas em fazendas do Estado e distribuição de 5 a 10 manivas por residência na periferia das cidades através da rede de assistência técnica. Iniciou-se o programa em 10 municípios circunvizinhos nos quais foi detectada a ocorrência de micoplasma provocando severos prejuízos. Posteriormente, visando maior abrangência do programa, foram estabelecidos convênios com algumas prefeituras municipais. A CATI forneceria as manivas e orientação técnica enquanto os serviços de assistência da prefeitura distribuiriam 80% das manivas à população, utilizariam as raízes na merenda escolar e devolveriam à CATI 20% das manivas para início do programa em outro município. Até o momento foram beneficiadas cerca de 50 mil famílias. Os técnicos consideraram fator importante mostrar ao produtor-consumidor a qualidade da raiz após o cozimento, quando da distribuição das manivas. Planeja-se, na evolução do programa, vender manivas a pequenos produtores quando houver excedentes.

Outro trabalho de difusão foi feito pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) com a variedade Pioneira. Utilizando-se do argumento da fritura direta, sem cozimento, foi feita

sua divulgação pelo programa de televisão "Globo Rural". Foram recebidas 20 mil solicitações de todos os estados brasileiros e atendidas cerca de 5 mil delas pelo envio de 5 a 10 manivas acompanhadas de folheto e um questionário solicitando informações sobre a qualidade. Outros solicitantes foram encaminhados aos seus vizinhos anteriormente atendidos.

CONCLUSÕES

O processo de comercialização produz uniformidade e reduz ao mínimo o número de variedades cultivadas. Essas variedades são substituídas rapidamente quando viabilizam a solução de um problema dramático do produtor, por exemplo: resistência a doença em momentos de epidemia; pressões da indústria de transformação se a variedade é o veículo para atendimento de seus interesses; ou ainda, pela pronta e abundante disponibilidade de manivas.

Variedades que possam contribuir para maior eficiência do sistema produtivo mas de percepção não imediata, como maior resistência a doenças, ou aquelas que beneficiam parte do setor produtivo sem vinculação direta ao produtor, como por exemplo o teor de matéria seca, necessitam que seja feito um trabalho de demonstração e convencimento pela assistência técnica, coordenado a produção de sementes, viabilizando sua adoção pelos produtores.

Culturas não-comerciais utilizam-se de um grande número de variedades que atendem as mais variadas exigências do produtor e a produtividade não é necessariamente o fator mais importante. Estas culturas são pouco assistidas pela assistência técnica e pesquisa e sua realidade é pouco conhecida. São passíveis de melhoria, se não pelo volume econômico, pela segurança alimentar que representam para as populações de baixa renda. Neste extrato a substituição de variedades é factível, ocorre em ritmo lento e através de intercâmbio pessoal e pode ser acelerada através de um trabalho incisivo e direto com culturas destinadas ao auto-abastecimento.

AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros Agrônomos: Rames Elias (CATI/DSMM); Nelson Salin Abbud (IAPAR); Newton do Prado Granja, José Osmar Lorenzi, Edson Tobias Domingues e Edgar S. Normanha (IAC); e José Roberto da Silva (IEA) pelas informações, colaboração e sugestões para elaboração deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- Borne, H.R. 1989. Regiões produtoras de aipim (mandioca) no Rio Grande do Sul. Horticultura Brasileira 7: 45. XXIX Congresso Brasileiro de Olericultura (Resumo 32).
- Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). 1993. Programa de pesquisa e adaptação de tecnologia regional (teste regional) - Manual de Procedimentos. Campinas. SAA/CATI. 20p.
- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina (EPAGRI). 1993. Recomendação de Cultivares para o Estado de Santa Catarina. 1993-1994. Florianópolis. pp 87-93.
- Instituto Agrônômico (IAC). 1983. Levantamento, introdução e seleção de variedades de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) cultivadas no Estado de São Paulo. Campinas, IAC/FUNDEPAG. 84p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1980. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro.
- Instituto de Economia Agrícola (IEA). 1990. Estatística da Produção Agrícola no Estado da São Paulo. São Paulo, SAA/IFA, 1990. 218p. pg. 179.
- Lorenzi, J.O. & Monteiro, D.A. 1987. Culturas de Mandioca. O Agrônomo, Campinas 39: 35-40.
- _____; Monteiro, D.A.; Carvalho, A.P. de; Assis, C.M. de O.A.; Deak, L.G. & Igue, T. 1990. Testes regionais de variedades de mesa no Estado de São Paulo. Bragantia, 49: 391-401..
- _____; Saes, L.A.; Sakai, M.; Ribeiro, I.J.A.; Lourenção, A.L.; Monteiro, D.A.; Peressin, V.A.; Godoy Jr., G. 1992. Avaliação de variedades de mandioca de mesa no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo. In: VII Congresso Brasileiro de Mandioca (Resumos) Recife, SBM. pg 52.
- Mondardo, E. 1991. Cultivares de mandioca recomendadas para a região Sul do Estado de Santa Catarina. Agropecuária Catarinense 4: 30-32.
- Normanha, E.S. & Book, J.O. 1942. Ensaio de variedades de mandioca na Estação Experimental de Ubatuba. Bragantia 2: 521-559.
- Ternes, M. & Silva, P.R.F. 1983. A cultura da mandioca na Região Sul. In: Perim, S. (ed.). A cultura da mandioca nas Regiões Brasileiras. Brasília. p. 129-146.

Ueno, L.H. & Silva, J.R. 1992. Fontes e estacionalidade de suprimento e de preços de mandioca de mesa no Estado de São Paulo, 1487-91. *Informações Econômicas*, 22: 21-34.

METODOLOGIA PARA LA LIBERACION DE CLONES Y MONITOREO EN LA REPUBLICA DE CUBA

Sergio Rodríguez M.
Magaly García G.¹

RESUMEN

Se presentan las experiencias acumuladas en la República de Cuba, respecto a la estrategia que se sigue para liberar un clon de yuca y el monitoreo posterior. Para la liberación de clones el trabajo se apoya en las áreas demostrativas. Estas áreas se establecen en las empresas estatales, cooperativas de producción agropecuaria y campesinas individuales que constituyan ejemplos en la adopción y aplicación de resultados científicos y que se encuentran enclavadas en zonas representativas del cultivo.

En el trabajo se exponen los aspectos básicos a tener en cuenta para el establecimiento de dichas áreas, así como los objetivos y la forma en que se organizan las actividades con los productores. Se discute el papel del extensionista en la labor de monitoreo y los aspectos fundamentales que tiene que desarrollarse para lograr no sólo la adopción del clon por parte del productor que lo prueba, sino también su rápida difusión a otros productores.

INTRODUCCION

Una de las principales dificultades que presentan los investigadores en la agricultura tropical es la de transferir los resultados alcanzados en las estaciones experimentales a los productores. Esta dificultad se hace más o menos aguda en dependencia de las características del cultivo que se trate. En el caso de la yuca, por ser en cultivo de zonas marginales y estar en manos de productores con ingresos limitados, este resulta difícil proceso.

Los programas de fitomejoramiento han obtenido genotipos valiosos en las últimas décadas, en su mayoría portadores de caracteres deseados por los productores. Sin embargo, el eslabón entre esos resultados y la adopción del clon por el productor, aún presenta muchos puntos débiles, trayendo como resultado un mecanismo más lento para la introducción de nuevos genotipos en la producción.

¹ Director e Investigadora, INIVIT, Apartado 6, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

El desarrollo de metodologías para realizar a cabo de manera eficiente la introducción de nuevos clones, ha constituido una preocupación constante de investigadores e instituciones de investigación. Se han logrado avances considerables y en la misma medida en que se comuniquen los esquemas se irán perfeccionando cada vez más, hasta lograr un mecanismo fluido entre la obtención de un clon y su generalización en la producción.

Se expone la experiencia cubana, respecto a la introducción de clones y el monitoreo de los mismos, hasta llegar a su adopción por parte de los productores.

LIBERACION DE CLONES

Una vez seleccionados los nuevos clones para un determinado ecosistema, la estrategia que se establezca para llevarlos a extensión y su posterior generalización es decisiva. En general, no existe uniformidad de criterios entre las diferentes regiones e incluso dentro de una misma región, en cuanto a los requisitos para aceptar un nuevo clon. Uno de los aspectos que más conciernen a los campesinos productores de yuca es la estabilidad temporal de los clones. Generalmente, la estabilidad espacial es de menor importancia y en determinadas circunstancias cobra relevancia la estabilidad a través de diferentes sistemas de producción. Es por ello que para satisfacer las necesidades particulares de los productores deben realizar esfuerzos para obtener clones que en términos de rendimiento y calidad presenten al menos, buena estabilidad temporal. Esto debe de tenerse presente para la elección de los sitios de evaluación, la metodología de extensión y posterior generalización de un clon.

Para la liberación de clones en Cuba se toman como base los resultados obtenidos en las áreas demostrativas. Estas fueron concebidas bajo el principio de racionalidad administrativa ya que todo el personal técnico y de apoyo a la actividad, así como las tierras, pertenecen a la entidad que conduce esas áreas.

Las áreas demostrativas contribuyen al desarrollo agrícola tanto a través de la transferencia de clones como del desarrollo de recursos. Para el establecimiento de las mismas se tienen presente los siguientes aspectos:

1. Hacer un diagnóstico preciso de la realidad local.
2. Seleccionar áreas que sean representativas de la región y sistema tecnológico empleado.
3. Contemplar un crecimiento paulatino.
4. Partir de una evaluación de los clones existentes y comenzar de forma gradual la introducción y validación de clones promisorios, tomando como

testigos los que existen en la región.

5. Deben establecerse en empresas estatales, cooperativas de producción agropecuaria (CPA) y campesinas individuales que muestren interés por los resultados científico-técnicos.

Los objetivos de estas áreas son los siguientes:

1. Evaluar a escala comercial los resultados de la investigación, con la finalidad de conocer el potencial de sus beneficios técnicos y económicos, bajos las condiciones reales del productor.
2. Evaluar directamente con los productores y en su propio ecosistema, el efecto del componente y/o conjunto de componentes tecnológicos generados por la investigación en cuanto a:
 - 2.1 Incremento de los rendimientos por unidad de superficie.
 - 2.2 Reducción de los costos de producción por unidad de producto obtenido.
 - 2.3 Incremento en la calidad de la producción.
3. Desarrollar una metodología que permita a los productores autoabastecerse de semillas.
4. Estimular el intercambio de clones entre regiones con vistas a ampliar el horizonte en cuanto al uso del cultivo y crear una autoconfianza entre los productores para solucionar sus propios problemas y transformar realidades adversas.
5. Fomentar el intercambio de clones y experiencia de manera horizontal entre productores, de manera que los resultados representen la verificación regional de logros conseguidos por la investigación.

El empleo de las áreas demostrativas ha contribuido de manera significativa a impulsar la liberación de menos clones productivos. La implantación de estas áreas se ha basado en resultados de los métodos estadísticos para la sub-división ambiental, los cuales están relativamente bien desarrollados. Sin embargo, el fitomejorador está también interesado en determinar las modificaciones en el ambiente que los clones nuevos introducirán, a raíz de la intensificación de las prácticas culturales o por la adopción generalizada de un clon susceptible a una plaga anteriormente sin importancia. Es por ello que aunque la base teórica del esquema parezca sencillo, su aplicación práctica es un tanto compleja. Si bien es prioritario satisfacer las necesidades de las macroregiones, deben también considerarse aquellas microregiones que aparentemente son insignificantes, pero que en la realidad aportan volúmenes considerables de raíces

comerciales.

Una vez que se ha comprobado la superioridad de un nuevo clon se procede de la manera siguiente:

1. Se organizan visitas a productores del área para explicar los objetivos del trabajo.
2. La cosecha y evaluación de los clones se realiza con los propios campesinos involucrados.
3. Cuando se selecciona un clon promisorio, participan los agricultores y sus opiniones son valoradas con mucha profundidad. En la mayoría de los casos se trata de compatibilizar los criterios de los investigadores y productores.
4. Finalmente, los agricultores reciben determinada cantidad de semilla y una breve explicación de la fitotecnia a emplear.

De esta manera se inicia la fase de extensión del clon, que durante el primero y segundo año, tiene como objetivos la validación del mismo por parte de los productores y la multiplicación del material de siembra para su posterior generalización.

En Cuba la actividad de extensión agrícola se lleva a cabo por parte de la propia institución de investigación. Para ello existe personal especializado, el cual tiene bajo su responsabilidad mantener el vínculo entre los productores y el centro que promueve el nuevo clon, para realizar el monitoreo de éste hasta su adopción definitiva por parte de los productores.

MONITOREO

La labor de los extensionistas es importante en el monitoreo de los productores a los nuevos clones, en cuanto a las recomendaciones que se realizan respecto a la densidad de plantación, edad de la cosecha, fertilización u otros factores que van a influir significativamente en los rendimientos. Además, como agentes capacitadores son quienes deben brindarles los conocimientos mínimos para que los agricultores puedan adoptar de una forma más eficiente la nueva tecnología.

Los nuevos clones, no sólo se valora en sentido general, sino además respecto a plagas y enfermedades, y otros aspectos cualitativos. Junto con las actividades antes señaladas, el extensionista trabaja con los productores para lograr que los mismos se autoabastezcan de "semilla" y puedan a su vez contribuir a la difusión del nuevo clon, aportándole estacas a aquellos que no disponen.

El extensionista debe vincularse estrechamente con el agricultor considerando sus hábitos, intereses y las condiciones ecológicas y económicas en que practica la agricultura. Muchas veces deben enfrentarse circunstancias adversas que hay que reconocer y a las cuales hay que adecuarse o buscarles solución durante la labor de monitoreo.

El monitoreo concluye cuando el clon pasa a lo que se denomina fase de generalización, o sea cuando el productor lo adopta totalmente y se incluye en el registro de variedades que existe a nivel nacional, como un clon comercial.

CONSIDERACIONES FINALES

En la agricultura moderna la liberación de clones y monitoreo de éstos, es uno de los eslabones importantes que debe ser considerado dentro de la cadena investigación-producción. Varios son los factores a considerar para liberar un clon y entre ellos los requisitos exigidos por el productor juegan un papel predominante. Se requiere disponer de clones que en términos de rendimiento y calidad presente estabilidad temporal y en diferentes sistemas de producción.

En Cuba la vía de las áreas demostrativas ha resultado eficiente para impulsar la liberación de clones más productivos. Sin embargo, estas constituyen una de las opciones para ello, pues de acuerdo con las condiciones y características de cada país o región otras alternativas pueden considerarse.

El monitoreo es una de las labores importantes del extensionista y su éxito depende tanto de las bondades del nuevo clon, como también de su capacidad de convencimiento y penetración con los productores.

Paralelo a la liberación de los clones y el monitoreo debe existir un programa de producción de "semilla" correctamente estructurado y que garantice la rápida diseminación del mismo entre los productores.

ESTUDIO DE CASO: VARIEDAD DE YUCA INIAP-PORTOVIEJO 650

Francisco Hinostroza G. ¹
Flor M. Cárdenas de Mera
Hugo Alvarez P.
Gloria Cobeña R.

RESUMEN

Este documento describe las actividades de investigación efectuadas para la obtención de una variedad de yuca para procesamiento. El procedimiento para la elaboración de la información técnica sobre la nueva variedad se hizo en base al esquema desarrollado por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Se considera información sobre la problemática del cultivo, propósito, origen y desarrollo; descripción agronómica, además de estudios sobre prácticas culturales como densidad de siembra, fertilización y control de malezas. Se incluye además un resumen y conclusiones, así como una referencia al personal científico que trabajó en el desarrollo de la variedad.

INIAP-Portoviejo 650 es una variedad adaptada a condiciones de Manabí y otras zonas similares del Litoral ecuatoriano. Presenta una mayor ventaja comparativa en el procesamiento por su mayor contenido de materia seca (37%) y rendimiento de raíces promedio superior al de variedades locales (17 ton/ha de raíces frescas), así como tolerancia al ataque de enfermedades como *Cercospora* y *Cercosporidium sp.*, principalmente.

ANTECEDENTES

En el Litoral ecuatoriano, especialmente en Manabí, las alternativas de tecnologías post-cosecha en yuca han dado como resultado una mayor utilización de la producción de este cultivo en la alimentación humana y en usos industriales, principalmente para la fabricación de alimentos balanceados para camarones y pegamentos.

Lo manifestado ha hecho factible crear en la provincia de Manabí 18 Asociaciones de Productores y Procesadores de Yuca (APPY) y que las rallanderías existentes en el país (179) continúen produciendo productos y subproductos de este cultivo.

¹ Ingenieros Agrónomos, INIAP, Apartado 13-01-100, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Sin embargo, las variedades que generalmente utilizan los agricultores no presentan buena producción de raíces frescas y tienen variaciones en sus rendimientos, en especial de materia seca. Esto trae como consecuencia que los procesadores se encuentren con que la cantidad de yuca fresca que se necesita para producir yuca seca sea alta para la elaboración de harinas (3 a 1) o de almidones (10 a 1), lo que afecta la eficiencia de manejo para dichas plantas o rallanderías.

Con la finalidad de obtener una variedad con características adecuadas para procesamiento, además del consumo en fresco, el INIAP ha realizado investigaciones durante cinco años, desarrollando la variedad INIAP-Portoviejo 650. Esta variedad se presenta al agricultor ecuatoriano, con mayor precosidad que las locales, excelente capacidad de producción de raíces frescas, y en especial de almidón y materia seca.

La variedad ha sido desarrollada para la provincia de Manabí y otras zonas similares del Litoral ecuatoriano. Puede ser utilizada principalmente en la obtención de almidones y harinas, sin descartar el aprovechamiento de sus raíces en fresco.

ORIGEN Y DESARROLLO DEL NUEVO CULTIVAR

Esta variedad es originaria de Venezuela, y fue introducida por los agricultores a Colombia aproximadamente en 1978. Rápidamente se difundió en toda la Costa Norte, donde es conocida como "Venezolana".

Fue introducida al Ecuador en 1987 como cultivo *in vitro* a través del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia, bajo el código MCol 2215. Se micropropagó y se adaptó en laboratorio, invernadero y campo. Fue evaluada por el INIAP durante cinco años, lo que permitió seleccionarla como la mejor en producción de materia seca y con muy buen rendimiento de raíces frescas.

Descripción agronómica.

Morfología. Las plantas de la variedad INIAP-Portoviejo 650 se caracterizan por tener un altura intermedia (hasta 2.5 m). Alcanza a tener cuatro niveles de ramificación, con una altura de primera ramificación de hasta 1.5 m. Puede florecer a partir de los cuatro meses.

El tallo maduro presenta un color café rojizo, con un diámetro de hasta 2.5 cm. Las hojas tienen de 3 a 9 folíolos y son de forma lanceolada, de color verde en estado adulto y verde morado en estado juvenil. El pecíolo es verde rojizo cerca del tallo y pasando gradualmente al verde. Las hojas del ápice presentan baja pubescencia.

Las raíces son de forma fusiforme, con un promedio de nueve por planta. El color de peridermis es café oscuro, esclerénquima rosado y la pulpa blanca.

Tabla 1. Promedio de rendimiento (t/ha) y porcentaje de materia seca de la evaluación de variedades de yuca dulce en la provincia de Manabí, EE. Portoviejo, 1989.

Variedades	Bellavista		Tablonos		El Chial		Bijahual		Pan y Agua		Promedio	
	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS
INIAP Portoviejo 650	8.8	36.2	29.2	37.5	26.9	36.1	19.5	37.8	4.2	37.8	17.7 a ¹	37.1 a
Canela	7.3	32.2	20.1	35.5	20.5	33.2	11.9	35.2	13.4	33.2	14.8 ab	33.9 b
Amarilla	14.5	33.2	17.7	38.6	21.2	33.6	11.4	35.5	7.2	36.2	14.4 ab	35.4 ab
Negra	11.7	34.4	21.1	35.6	16.6	32.0	9.0	36.1	10.3	35.5	13.7 ab	34.7 ab
Tres Meses (EEP)	6.4	40.1	23.7	36.5	20.4	32.6	8.4	40.3	5.7	36.2	12.9 ab	37.1 a
Taureña	13.1	32.2	15.1	33.2	21.4	32.3	7.6	35.8	6.6	33.2	12.8 ab	33.3 b
Yema de Huevo	16.9	43.3	17.2	35.8	18.5	31.3	6.4	37.2	4.2	39.0	12.6 ab	37.3 a
Mulata	5.2	35.2	18.8	36.5	19.3	32.0	10.3	35.8	6.6	36.8	12.0 ab	35.3 ab
Tres Meses (R)	5.9	33.8	20.0	35.5	17.1	32.3	8.6	39.9	2.8	35.2	10.9 b	35.3 ab
Quevedeña	15.7	36.0	6.6	32.6	15.7	30.4	7.4	34.9	4.9	38.2	10.1 b	35.4
\bar{X}	10.6	35.7	19.0	35.7	9.8	32.6	10.1	36.9	6.6	36.1	13.2	35.4
C.V. %												30.4

%MS= Porcentaje de materia seca
 EEP= Estación Experimental Portoviejo
 R= Rocafuerte

¹ Duncan

Tabla 2. Promedios de rendimientos (t/ha) y porcentajes de materia seca (MS) de la evaluación de variedades de yuca dulce en la provincia de Manabí. EE. Portoviejo, 1990.

Variedades	Bellavista		Tablones		El Chial		Bijahual		Pan y Agua		Promedio	
	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS
INIAP Portoviejo 650	35.4	38.1	6.5	32.6	19.4	38.5	9.8	34.1	12.2	31.4	16.6 a ¹	35.0 a ¹
Negra	18.0	32.6	10.3	29.7	13.7	31.5	10.6	28.5	17.7	33.7	14.1 ab	31.2 b
Mulata	20.8	32.3	6.6	28.7	16.4	31.3	8.1	33.3	14.0	32.4	13.2 abc	31.4 b
Tres Meses (EEP)	18.7	33.1	5.8	23.0	13.8	30.4	9.2	31.7	18.2	33.0	13.1 abc	30.2 b
Canela	18.4	30.6	5.9	20.7	17.6	32.0	7.2	31.1	13.5	29.8	12.5 abcd	28.8 b
Taureña	19.2	35.4	6.0	28.0	15.6	30.2	7.0	27.1	11.5	31.3	11.8 bcd	30.5 b
Yema de Huevo	16.1	35.5	6.5	29.4	16.8	32.6	4.0	27.3	11.2	31.8	10.9 bod	31.3 b
Tres Meses (R)	16.1	33.4	3.6	28.9	13.7	30.6	8.3	31.9	12.6	32.2	10.8 bcd	31.3 b
Amarilla	17.0	37.8	5.7	27.9	8.1	30.6	6.8	33.6	6.1	30.7	8.7 cd	32.1 ab
Quevedeña	12.4	34.6	5.9	30.1	13.0	30.9	4.9	28.5	5.1	30.0	8.3 d	30.8 b
\bar{X}	19.2	34.3	6.3	27.9	12.9	30.9	7.6	30.8	12.2	31.6	12.0	31.3
C.V. %											26.6	7.0

%MS= Porcentaje de materia seca
 EEP= Estación Experimental Portoviejo
 R= Rocafuerte

¹ Duncan (0.05)

Ciclo Vegetativo. La cosecha depende principalmente de las condiciones ambientales y del manejo, pudiéndose cosechar raíces frescas en zonas de mayor pluviosidad como "Jaboncillo" (24 de Mayo) desde los 7 meses, y desde los 9 meses en zonas de menor precipitación como "Pan y Agua" (Jipijapa). Sin embargo, se puede dejar sus raíces en el campo y cosechar hasta los 18 meses en ciertas zonas de baja precipitación, donde no es posible cosechar de un año a otro.

Rendimiento. Pruebas varietales realizadas en Manabí, permitieron evaluar la variedad INIAP-Portoviejo 650 frente a otros materiales locales. Se destacó ésta variedad por su mayor rendimiento promedio de raíces frescas y materia seca, con 17.7 t/ha y 37.1%, en 1989 y con 16.6 t/ha y 34.95% en 1990, respectivamente, como se puede observar en las Tablas 1 y 2.

Tabla 3. Promedios de rendimiento de raíces frescas (t/ha) y porcentaje de materia seca (MS) de 11 variedades de yuca en Timbre, Esmeraldas, 1990-91.

Variedades	Años				Promedio	
	1990		1991			
	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS
INIAP Portoviejo 650	24.8 ab ¹	35.9 a	33.1 a	38.7 a	29.0	37.3
Tres Meses (EEP)	27.2 a	32.8 ab	21.6 bc	32.9 e	24.4	32.9
Negra Zaracay	24.9 ab	32.5 ab	22.1 bc	32.6 e	23.5	32.6
Colorada de Timbre	22.5 abc	32.5 ab	21.0 bc	33.3 e	21.7	32.9
Blanca de Tatica	19.9 abc	34.2 ab	22.8 b	36.0 bc	21.3	35.1
Negra de Quinindé	20.8 abc	32.1 ab	19.4 bcd	33.4 e	20.1	32.8
Blanca de Tonsupa	20.0 abc	32.2 ab	16.6 bcde	33.8 de	18.3	33.5
Negra de Tonsupa	17.5 abc	33.9 ab	12.2 de	37.7 ab	14.8	35.8
Yema de Huevo Same	15.4 bc	34.4 ab	14.2 cde	35.3 cd	14.8	34.9
Negra Añera Tonsupa	16.3 bc	30.9 b	10.5 e	37.3 ab	13.4	34.1
Negra Añera Same	11.7 c	35.2 a	9.8 e	37.1 abc	10.8	36.2
\bar{X}	20.1	33.4	35.3	19.3	19.3	34.4
C.V.%	27.6	6.0	2.8	28.2	28.2	4.6

¹ Duncan (0.05)

Estadísticamente los ensayos mostraron diferencias altamente significativas para localidades y variedades, lográndose en 1989 los mejores rendimientos en los sitios de

"Tablones" (Junín), "El Chial" (24 de Mayo) y "Bijahual" (Portoviejo), con 29.2, 26.9 y 19.5 t/ha de raíces, con 37.5%, 36.1% y 37.8% de materia seca, respectivamente. En 1990 "Bellavista" y "El Chial", presentaron los mayores valores lográndose 35.4 y 19.4 t/ha de raíces frescas, con 38.1% y 38.5% de materia seca, respectivamente (Tablas 1 y 2).

Es necesario indicar que en 1989 la INIAP-Portoviejo 650 en el sitio Bellavista el cultivo fue afectado por exceso de agua, y en Pan y Agua fue atacado por chizas blancas en la época de brotación. En 1990 en Tablones se tuvo un mal manejo, acrecentado por la sequía.

Otras pruebas hechas en Esmeraldas indican que la variedad INIAP-Portoviejo 650 presenta buen comportamiento superando a las variedades locales, obteniéndose una producción promedio de 29.0 t/ha de raíces frescas y 37.3 % de materia seca. Esto demuestra que es posible emplearla en esta región, o en otras con características climáticas y de suelos similares a ésta (Tabla 3).

Tabla 4. Promedio de rendimiento (t/ha) y porcentaje de materia seca (MS) de la evaluación de variedades de yuca dulce en Santo Domingo de los Colorados, 1990.

Variedades	Localidades				Promedio	
	KM 14 vía Santo Domingo-Quevedo		Valle Hermoso			
	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS
Encancela	21.7 a ¹	32.3 a	13.2 a	32.5 bc	17.4	32.4
Yema de Huevo	19.0 ab	31.5 a	12.6 ab	32.1 bc	15.8	31.8
Morada	15.5 abc	31.4 a	11.3 abc	33.5 bc	13.4	32.4
Lojana	17.4 ab	31.5 a	9.2 abc	32.2 bc	13.3	31.8
Tres Meses (EEP)	12.8 abc	29.3 a	7.3 bc	31.5 c	10.1	30.4
Morada Pequeña	13.4 abc	31.6 a	6.3 c	31.5 c	9.8	31.6
INIAP Portoviejo 650	9.6 bc	32.6 a	6.7 c	36.1 a	8.2	34.3
Paty Paloma	7.0 c	30.4 a	9.0 abc	33.7 b	8.0	32.0
\bar{X}	14.5	31.3	9.5	32.9	12.0	32.1
C.V.%	36.4	6.5	31.0	3.4	11.4	

EEP = Estación Experimental Portoviejo

¹ Duncan (0.05)

Por otra parte, ensayos realizados en Santo Domingo de los Colorados (Pichincha), indican que esta variedad no funciona para el trópico sub-húmedo, a pesar de mantener

alto su contenido de materia seca (Tablas 4 y 5). Los resultados anteriores junto con las pruebas de índices de selección y los buenos rendimientos de materia seca corroboran la ventaja que daría este material para reducir los altos índices de conversión de yuca fresca a seca que existen en la provincia, lo que redundaría en beneficio económico para los procesadores de este cultivo.

Tabla 5. Promedio de rendimiento (t/ha) y porcentaje de materia seca (%MS) de la evaluación de variedades de yuca dulce en Santo Domingo de los Colorados, 1991.

Variedades	Localidades					
	KM 14 vía Santo Domingo-Quevedo		Valle Hermoso		Promedio	
	t/ha	% MS	t/ha	% MS	t/ha	% MS
Escancela	15.1 a ¹	30.0 b	25.8 a	30.8 bc	20.4	30.4
Paty Paloma	12.1 ab	29.2 b	21.3 ab	29.8 cd	16.7	29.5
Lojana	15.0 a	29.6 b	14.8 ab	30.8 bcd	14.9	30.1
Morada	14.0 ab	29.1 b	15.8 ab	29.6 cd	14.9	29.4
Tres Meses (EEP)	9.3 abc	30.0 b	14.2 b	30.8 bc	11.8	30.4
Yema de Huevo	27.4 c	26.2 c	18.4 ab	32.0 b	10.6	29.1
Morada Pequeña	8.0 abc	29.6 b	10.1 b	29.0 d	9.0	29.3
INIAP Portoviejo 650	5.8 bc	35.2 a	10.1 b	34.6 a	7.9	34.9
\bar{X}	10.2	29.9	16.3	30.9	13.3	30.4
C.V.	44.4	2.7	35.7	2.9		

EEP = Estación Experimental Portoviejo

¹ Duncan (0.05)

Se realizaron ensayos en siete sitios de la provincia de Manabí para evaluar diferentes tecnologías en la nueva variedad, como el efecto de la calidad de estacas, los métodos de control de malezas y las poblaciones de siembra a nivel de finca y efectuar una estimación económica de los tratamientos. Se probaron las variedades Tres Meses e INIAP-Portoviejo 650 combinadas con la tecnología del agricultor y la desarrollada por el INIAP (Tabla 6).

Realizado el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos, siendo en cambio alta la significación para localidades. Esto refleja diferencias en condiciones ambientales, notándose que en la zona con mayor humedad (Jaboncillo) se lograron los mejores rendimientos promedios (29.6 t/ha) disminuyendo para zonas semiáridas como El Junco donde se registró el menor rendimiento (4.6 t/ha).

Tabla 6. Rendimiento (T/ha) en ensayo de evaluación de tecnologías sobre variedades, calidad de estacas, control de malezas y poblaciones generadas para la producción de yuca a nivel de finca. EE. Portoviejo, 1990.

Tratamientos	Localidades							Promedio
	Jaboncillo	La Unión	Junín	Pan y Agua	Mata de Cady	Bijahual	El Junco	
A. Tres Meses Tec. agricultor ²	34.8	11.4	9.4	9.8	9.7	12.0	33.0	12.9 a ^f
B. INIAP Portoviejo 650 Tec. agricultor	25.0	16.8	15.0	9.7	11.3	11.5	4.6	13.4 a
C. Tres Meses Tec. mejorada ³	32.0	11.8	11.1	15.7	11.8	11.2	5.6	14.2 a
D. INIAP Portoviejo 650 Tec. mejorada	26.7	12.4	13.2	12.9	11.6	9.2	5.0	13.0 a
\bar{X}	29.6 a	13.1 b	12.3 b	12.0 b	11.1 b	11.0 b	4.6 c	13.4
C.V. %								16.8

^f Duncan (0.05)

² Estaquillas sin seleccionar; Gramoxone 1-2 l/ha + 3-5 deshierbas; distancia de siembra 1 x 1 m.

³ Estaquillas seleccionadas + tratamiento; Diuron 0.6 kg/ha + Lazo 2.5 l/ha + 1 deshierba complementaria; distancia de siembra 1 x 1.4 m.

Al evaluar las alternativas tecnológicas con agricultores, el 79% de ellos escogieron las prácticas mejoradas y la variedad INIAP-Portoviejo 650; el 10% las prácticas mejoradas y la variedad Tres Meses; el 5% la tecnología del agricultor con la Tres Meses, el 2.5% la del agricultor con la INIAP-Portoviejo 650 y el resto no dijo nada. Las pruebas de cocción y de gustación permitieron establecer que era aceptada por el agricultor para consumo fresco.

Estabilidad de rendimiento. El análisis de estabilidad modificado de Hildebrand (1984), mostró que la variedad INIAP-Portoviejo 650, comparada con variedades locales, presentó diferencias significativas para la variable rendimiento (Figura 1). Sin embargo, presentó un grado menor de estabilidad que las variedades locales, debido a que las mismas se encuentran adaptadas a las condiciones edafoclimáticas predominantes. Cabe señalar que la variedad INIAP-Portoviejo 650 sobresalió por varias características agronómicas deseables como ciclo vegetativo precoz, facilidad de cosecha, alto contenido de materia seca y almidón, y mayor número de raíces comerciales.

Reacción a enfermedades y plagas. La variedad INIAP-Portoviejo 650, muestra un índice de infección foliar bajo para *Cercosporidium* sp., *Cercospora* sp., *Phaeoramularia manihotis* y *Oidium* sp. El daño causado por *Silba pendula* en esta variedad es más bajo que en las variedades locales, pudiendo existir hasta 25% de plantas atacadas en los cogollos. *Anastrepha* sp. produce daños reducidos, posiblemente debido a que este insecto ataca más al fruto (semilla sexual) que a la estaca. Las enfermedades y los insectos parecen no influir mayormente en la producción, pero sí en la calidad del material de siembra. Esta variedad presenta una tolerancia intermedia a los ácaros.

ANALISIS DE ESTABILIDAD MODIFICADO DE HILDEBRAND

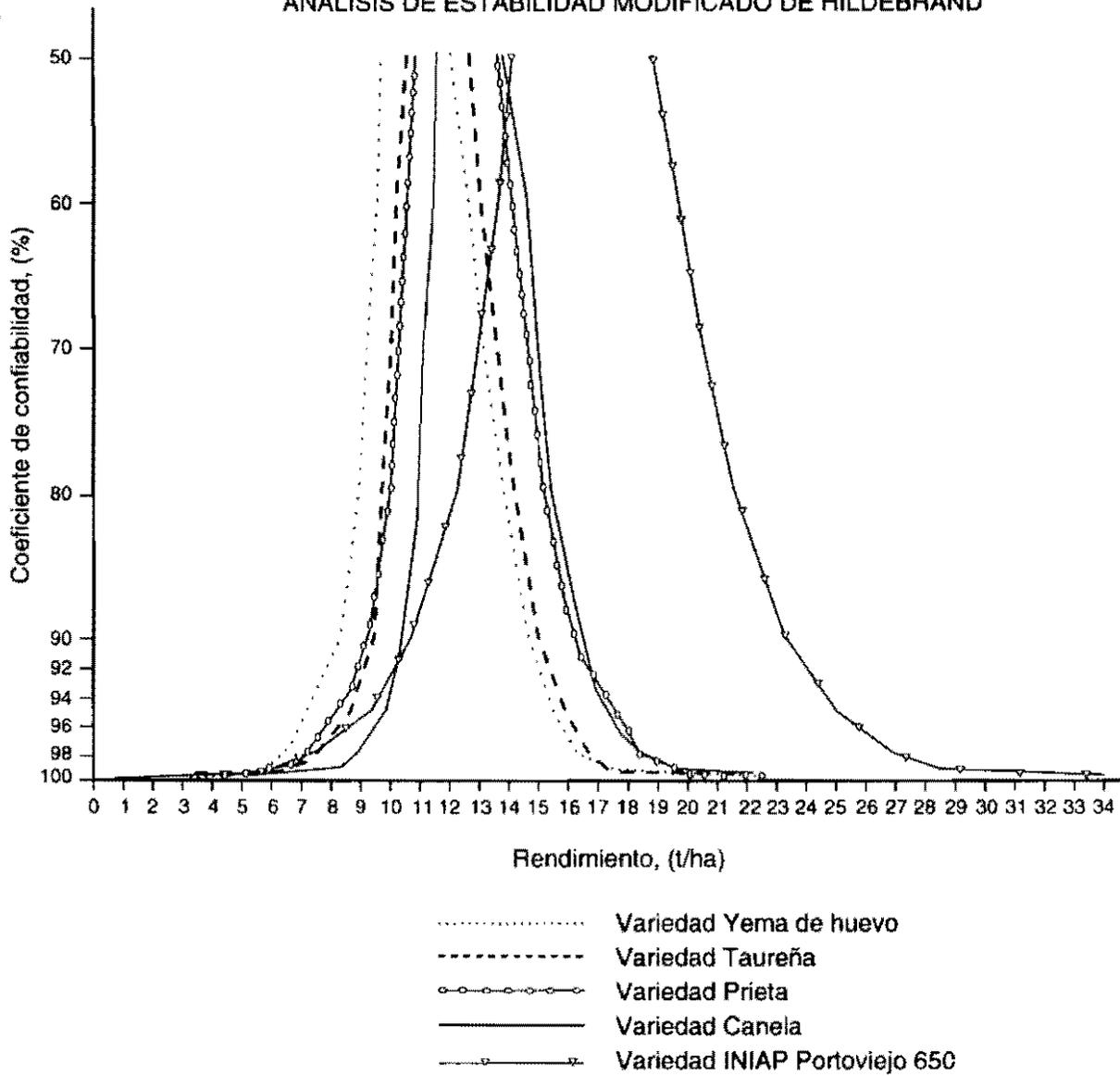


Figura 1. Distribución de intervalos de confianza para rendimiento de raíces frescas de yuca para la variedad INIAP Portoviejo 650 y cuatro variedades locales.

Calidad. La calidad culinaria de la variedad INIAP-Portoviejo 650 es buena, con un promedio adecuado de tiempo de cocción que va de 10 a 15 minutos, encontrándose dentro del rango permitido (menos de 30 minutos). Presenta sabor poco dulce, poca fibra, consistencia firme, con bastante almidón, color blanco amarillo y buena capacidad de conservación.

Los productos y subproductos que se obtienen de esta variedad (Tabla 7), presentan buenas características en cuanto a contenido de almidón, fibra, ceniza, cianuro, etc. Además, posee otras propiedades que le confieren ventajas al compararse con otros productos competitivos, tales como temperatura de gelatinización de 68.5 a 71.5 °C, la cual es más baja que la de la harina de trigo (88°C) y el almidón de maíz (77.5°C). El almidón obtenido de la variedad INIAP-Portoviejo 650 presenta una viscosidad (360 a 600 unidades Bravender) más alta que la del trigo (40 UB) y el maíz (235 UB), característica que permite utilizarla como adhesivo.

Tabla 7. Análisis bioquímicos de productos y subproductos de yuca, variedad INIAP Portoviejo 650, 1992.

Productos/subproductos	Composición								
	Almidón ¹ %	Extracto etéreo ¹ g	Ceniza ¹ %	Fibra ¹ %	Proteína N x 6.25 ¹ %	Cianuro ² ppm	Azúcares totales ³ %	Azúcares reductores ³ %	Amilosa ³ %
Harina integral	78.0	0.40	2.87	3.96	2.20	54.9	2.5	0.1	-*
Harina integral tamizada	71.0	0.46	2.90	2.56	3.20	35.9	2.5	0.0	-*
Harina blanca pelada	83.0	0.32	2.38	3.97	3.14	19.4	2.5	0.0	-*
Harina consumo humano	82.0	0.74	2.20	3.65	2.64	3.0	2.0	0.0	-*
Almidón consumo humano (limpio)	79.0	0.06	0.51	0.10	0.53	0.0	0.0	0.0	21.74
Almidón industrial (chillón)	83.0	0.69	0.35	0.00	0.73	0.0	0.0	0.0	19.13
Almidón industrial (corriente)	89.0	1.48	0.49	0.00	1.02	0.0	0.0	0.0	10.33
Bagazo	83.0	0.05	1.50	3.49	1.81	0.0	0.0	0.0	-*
Afrecho	72.0	0.11	3.34	51.20	5.08	0.0	3.2	0.7	-*

* No se hace análisis de amilosa; ¹ Laboratorio ESPOL, ² Laboratorio LATINRECO, ³ Laboratorio CIAT.

FACTORES DE MANEJO DEL CULTIVO

Densidades y poblaciones de siembra

Se evaluó la respuesta de la variedad INIAP-Portoviejo 650 a diferentes poblaciones y distancias de siembra, en la época lluviosa de 1991, en cuatro localidades de la provincia de Manabí. Se evaluó en asociación con maíz, empleándose poblaciones de yuca de 5.000, 6.250, 8.333 pl/ha y de maíz de 20.000 y 25.000 pl/ha, y en monocultivo con

Tabla 8. Rendimiento promedio de maíz (t/ha) en estudio de poblaciones de siembra de yuca asociada con maíz en la provincia de Manabí, 1991.

Tratamientos	Sitios				
	Bellavista	Tablones	Pan y Agua	Miguelillo	Promedio
Pob./ha y Distancias Yuca Maíz					
1) 5000 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 1.0 m 2.0 x 0.6 m	1.96 a ¹	1.10 a ²	2.16 a ²	3.15 ab ²	2.10
2) 5000 + 20000 (2) ¹ 2.0 x 1.0 m 2.0 x 0.5 m	2.08 a	1.47 a	2.12 a	2.96 b	2.16
3) 6250 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.6 m	2.20 a	1.10 a	2.17 a	3.74 a	2.30
4) 6250 + 20000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.5 m	1.80 a	1.22 a	2.02 a	2.91 b	1.99
5) 8333 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 0.6 m 2.0 x 0.6 m	2.07 a	1.31 a	2.02 a	3.16 ab	2.14
6) 8333 + 20000 (3) ¹ 2.0 x 0.6 m 2.0 x 0.5 m	1.54 a	1.17 a	2.15 a	2.98 a	1.96
7) 12500 - 1.0 x 0.8 m	-	-	-	-	-
8) 10000 - 1.0 x 1.0 m	-	-	-	-	-
9) 8333 - 1.0 x 1.2 m	-	-	-	-	-
10) - 50000 (2) ¹ 1.0 x 0.4 m	3.85	2.35	3.77	3.85	3.45
\bar{X}	2.22	1.39	2.34	3.25	2.30
C.V. %	26.0	27.2	20.53	7.32	

¹ Número de semillas por sitio

² Tukey (0.05)

poblaciones de 12.500, 10.000 y 8.333 pl/ha. El análisis estadístico en todas las localidades no mostró diferencias significativas para el rendimiento de maíz asociado con yuca, salvo en Miguelillo donde la mayor población de maíz produjo los mejores rendimientos al asociarla con yuca, ocurriendo lo mismo con los rendimientos de yuca (Tablas 8 y 9). Tanto los rendimientos del monocultivo de maíz como el de yuca sobresalieron en comparación con los de cultivos asociados.

El cálculo económico y la eficiencia de uso del suelo indicaron que la variedad INIAP-Portoviejo 650 presenta la mayor tasa de retorno marginal (420%) en asociación con maíz cuando se emplean 5.000 pl/ha de yuca (2.0 x 1.0 m) más 25.000 pl/ha de maíz (2.0 x 0.6 m, 3 semillas por sitio), con un uso eficiente del suelo de 1.20 (Tabla 10).

Tabla 9. Rendimiento promedio de yuca (t/ha) en Estudio de poblaciones de siembra de yuca asociada con maíz en la provincia de Manabí, 1991.

Tratamientos	Sitios					
	Pob./ha y Distancias Yuca Maíz	Bellavista	Tablones	Pan y Agua	Miguelillo	Promedio
1) 5000 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 1.0 m 2.0 x 0.6 m		13.0	7.2	5.1	1.1	6.6
2) 5000 + 20000 (2) ¹ 2.0 x 1.0 m 2.0 x 0.5 m		11.1	5.6	3.6	1.1	5.4
3) 6250 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.6 m		12.3	6.6	4.9	1.5	6.3
4) 6250 + 20000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.5 m		12.4	6.6	4.9	2.1	6.5
5) 8333 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 0.6 m 2.0 x 0.6 m		13.1	7.4	5.2	2.4	7.0
6) 8333 + 20000 (3) ¹ 2.0 x 0.6 m 2.0 x 0.5 m		11.9	6.4	4.8	1.3	6.1
7) 12500 - 1.0 x 0.8 m		18.3	9.3	8.2	5.1	10.2
8) 10000 - 1.0 x 1.0 m		17.7	9.3	7.4	4.9	9.8
9) 8333 - 1.0 x 1.2 m		18.0	7.8	7.9	4.1	9.4
10) - 50000 (2) ¹ 1.0 x 0.4 m		-	-	-	-	-
\bar{X}		14.2	7.8	7.9	4.1	7.5
C.V.%		17.6	34.5	21.8	43.6	

¹ Número de semillas por sitio

² Tukey (0.05)

Para el caso de monocultivo de yuca, el análisis económico reporta como el mejor tratamiento a la población de 8.333 pl/ha, es decir un distanciamiento de 1.0 m entre surcos y 1.20 m entre planta (Tabla 10).

Tabla 10. Índice de evaluaciones en el estudio de poblaciones de siembra de yuca asociada con maíz en la provincia de Manabí, 1991.

Tratamientos	Sitios														
	Belavista			Tablones			Pan y Agua			Miguelillo			Promedio		
	Pob./ha y Distancias Yuca Maíz	% MS	UET	% TRM ¹	% MS	UET	% TRM	% MS	UET	% TRM	% MS	UET	% TRM	% MS	UET
1) 5000 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 1.0 m 2.0 x 0.5 m	37.6 a ²	1.23	278 a ²	36.8 a ²	1.29	386	35.9 a ²	1.23	785	34.5 ab ²	1.05	231	36.2	1.20	420
2) 5000 + 20000 (2) ¹ 2.0 x 1.0 m 2.0 x 0.5 m	37.5 a	1.16	-	35.0 a	1.27	-	36.2 a	1.02	-	34.7 b	1.00	-	35.9	1.11	-
3) 6250 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.5 m	35.2 a	1.25	-	33.9 a	1.22	-	35.5 a	1.20	-	33.3 a	1.30	-	34.5	1.24	-
4) 6250 + 20000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.5 m	37.0 a	1.18	-	34.8 a	1.27	-	36.7 a	1.15	-	33.5 b	1.21	-	35.5	1.20	-
5) 8333 + 25000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.5 m	35.8 a	1.28	-	34.4 a	1.40	-	35.5 a	1.21	-	33.1 ab	1.18	-	34.7	1.30	-
6) 8333 + 20000 (3) ¹ 2.0 x 0.8 m 2.0 x 0.5 m	37.3 a	1.06	-	34.5 a	1.23	-	35.0 a	1.19	-	34.5 b	1.05	-	35.3	1.13	-
7) 12500 - 1.0 x 0.5 m	36.8	-	-	36.5	-	-	36.1	-	-	36.5	-	-	36.5	-	-
8) 10000 - 1.0 x 1.0 m	36.5	-	-	33.5	-	-	36.5	-	-	35.3	-	-	35.5	-	-
9) 8333 - 1.0 x 1.2 m	36.4	-	*	34.7	-	*	37.4	-	*	38.4	-	*	36.7	-	*
10) - 50000 (2) ¹ 1.0 x 0.4 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
\bar{X}	36.7	1.19	-	34.9	1.28	-	36.1	1.17	-	34.9	1.16	-	35.7	1.20	-
C.V.%	3.92			3.60			3.86			2.78					

%MS = Porcentaje de materia seca; UET = Eficiencia de uso del suelo; TRM = Tasa de retorno marginal.

* Tratamiento no dominado.

¹ Número de semillas por sitio

² Tukey (0.05)

Fertilización

El Departamento de Suelos y Fertilizantes, en investigaciones realizadas entre 1988 y 1991, encontró que bajo condiciones de pendiente y para yuca como monocultivo, con una densidad poblacional de 8.333 pl/ha (1.0 m x 1.20 m); las mejores tasas de retorno marginal se obtienen al aplicar 20 a 40 kg/ha de N, 30 días después de la siembra, colocado a 30 cm del pie de cada planta (Tabla 11).

Para el complejo yuca-maíz bajo el sistema de siembra intercalada en hileras simples con 5.000 pl/ha de yuca (2.0 m x 1.0 m) más 25.000 pl/ha de maíz (2.0 m x 0.40 m; 2 plantas por sitio), y de acuerdo al análisis económico, se puede emplear una fertilización de 60 kg N/ha, aplicados 40 kg/ha a las hileras de maíz a los 20 días después de la siembra y 20 kg/ha a la yuca (Tabla 12).

Tabla 11. Análisis económico de la fertilización nitrogenada en yuca con una densidad de 8333 pl/ha. Portoviejo, 1990-91.

N kg/ha	(1)	(2)	BN	CV	IMBN	IMCV	TRM %
	Miles sucres/ha						
0	17.6	14.1	617	25	-	-	-
20	19.4	15.5	650	41	33	16	206
40	20.6	16.5	661.6	57	11.6	16	72
60	21.2	17.0	652.2	73	-	16	-
80	21.2	17.0	622	89	-	16	-

(1) = Rendimiento estimado de acuerdo a ecuación, $Y = 17494 + 103 N - 0.72 N^2$

(2) = Rendimiento ajustado 80% rendimiento estimado

Tabla 12. Análisis económico del sistema de siembra intercalado en hileras sencillas y fertilización nitrogenada para maíz. Portoviejo, 1989-91.

Tratamientos ¹ N (kg/ha) maíz + yuca	BN ²	Costos	IMBN	IMCV	TRM %
0	1140	20			
40	1376	52	236	320	726
40 + 20	1418	68	42	160	261

¹ 5000 pl/ha de yuca + 30000 pl/ha de maíz

kg N = S/. 809, kg maíz = S/. 506, estacas de yuca = S/. 3 (insumos)

kg maíz = S/. 268.9, kg yuca = S/. 45.6 (valor de producción)

² Estimados en función de rendimiento ajustado (80% rendimiento experimental)

BN = Beneficio neto

IMCV = Incremento marginal de costos variables

CV = Costo variables

TRM = Tasa de retorno marginal

IMBN = Incremento marginal de beneficios netos

Manejo de malezas

El Departamento de Malezas, en trabajos de investigaciones efectuadas desde 1989 a 1991, encontró que para yuca como monocultivo o asociada con maíz, se deben realizar cuatro deshierbas con machete, iniciándose a los 15 días después de la brotación de las estacas hasta los 90 días, cuando el cultivo está cerrando las calles (Tabla 13). En algunos casos es necesario una pica adicional de malezas dicotiledóneas (*Ipomoea spp.*, *Prestonia mollis* o *Luffa spp.*). Cuando se realiza control químico para yuca sola, se debe aplicar 1.0 kg/ha de Diurón en pre-emergencia más dos deshierbas con machete. Para el sistema asociado yuca-maíz, los mejores resultados se logran cuando se emplea Lazo (2.5 l/ha) más Diurón (0.6 kg/ha) en pre-emergencia más una deshierba con machete (Tabla 14).

Tabla 13. Tratamientos evaluados y rendimientos obtenidos en el ensayo sobre interferencia de malezas en la asociación yuca-maíz en Bijahual. EEP. 1991.

Tratamientos	Rendimientos ²	
	Maíz	Yuca
1. Sin malezas 10 días	1.6	3.1
2. Sin malezas 20 días	1.9	5.4
3. Sin malezas 30 días	3.7	9.0
4. Sin malezas 40 días	4.4	12.5
5. Sin malezas 50 días	4.4	18.3
6. Sin malezas 70 días	4.5	21.2
7. Sin malezas 90 días	4.3	26.0
8. Sin malezas 120 días	4.2	26.2
9. Deshierbas 15, 30 y 45 días	4.5	22.8
10. Deshierbas 15, 30, 45, 70 y 90 días	4.5	25.3
11. Deshierbas 15, 30, 45, 70, 90 y 120 días	4.3	26.0
12. Enmalezado todo el ciclo	1.2	2.0
13. Sin malezas todo el ciclo	4.3	25.3
C.V. %	14.91	18.23
LSD 5%	2.88	12.57

¹ Mediante deshierbas con machete

² Kg/14 m². El rendimiento de maíz se ajustó al 15% de humedad

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Para la entrega de la variedad de yuca INIAP-Portoviejo 650, se realizaron en Manabí diez ensayos de variedades, durante los años 1989 y 1990 (cinco localidades); cuatro ensayos de poblaciones en 1991 y siete ensayos de verificación en 1990. En Esmeraldas se efectuaron dos ensayos de variedades y en Santo Domingo de los Colorados cuatro ensayos, durante los años 1990 y 1991.

La variedad INIAP-Portoviejo 650 fue introducida a través del CIAT, y proviene de zonas con características similares a la provincia de Manabí. Se diferencia de las variedades locales de yuca sembradas tradicionalmente por nuestro agricultor, por ser más precoz, de difícil cosecha, tener mayor contenido de materia seca y almidón, un número de raíces comerciales más alto, así como también por presentar menor porcentaje de daños por plagas y enfermedades.

INIAP-Portoviejo 650 es una variedad adaptada a condiciones de Manabí y otras zonas similares del Litoral ecuatoriano. Sus raíces pueden consumirse en estado fresco y presenta una mayor eficiencia en el procesamiento por su alto contenido de materia seca. En condiciones normales y de acuerdo a la zona se puede lograr con un buen manejo rendimientos promedios de 17 ton/ha a 35 ton/ha.

Tabla 14. Tratamientos, dosis y porcentajes de combate de malezas en los cultivos asociados yuca-maíz sembrado en tres localidades de Manabí, EEP, 1991.

Tratamientos	Dosis ¹	Localidades ²		
		Cañitas %	Bellavista %	La Cuesta %
1. Alaclor	1.44	63	56	55
2. Metolaclor	1.44	63	63	66
3. Diurón	1.00	68	75	78
4. Linurón	0.75	75	73	66
5. Diurón	0.50	85	85	81
6. Diurón + Linurón	0.60 + 0.5	80	81	80
7. Alaclor + Diurón	1.20 + 0.5	86	85	85
8. Deshierbas 20 + 40 + 70		86	83	81
9. Deshierbas 20 + 40 + 70 + 120		86	86	81
10. Testigo absoluto		-	-	-
CV%		9.43	21.60	16.15
LSD 5%		15.18	23.99	21.62

EEP = Estación Experimental Portoviejo

Malezas predominantes: *B. densa*, *P. oleracea*, *P. lappulacea*, *B. decumbens*, *A. spinosus*, *P. mollis*, *M. charantia*, *Ipomoea spp.*, *L. filiformis*, *E. colonum* y *P. fasciculatum*.

¹Kilos de ingrediente activo por hectarea.

²Promedio de evaluaciones a los 30, 60 y 90 días, de acuerdo a la escala ALAM: 0= control nulo y 100= control total.

Personal científico que trabajó en el desarrollo del nuevo cultivar.

- Programa de Tubérculos y Raíces Tropicales
Ing. Francisco Hinostroza G.
Ing. Flor M. Cárdenas de Mera, MSc.

Ing. Hugo Alvarez P.
Ing. Gloria Cobefia R.

- Departamentos de Apoyo

Ing. José Arroyave A., MSc Suelos y Fertilizantes

Ing. Oswaldo Zambrano M., MSc. Fitopatología

Ing. José Toro G., Malezas

Ing. Oswaldo Valarezo C., Entomología

PRIORIDADES FUTURAS DE UM PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE MANDIOCA

Wania Maria Gonçalves Fukuda¹

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo discutir algumas prioridades futuras para os programas de melhoramento com a cultura da mandioca. Enfoca-se as demandas dos produtores e consumidores e sugere-se novas estratégias na execução dos programas. Como prioridades futuras destaca-se dentro de demandas, aspectos de qualidade, adaptação dos clones gerados aos sistemas de produção em uso pelos produtores, e suas respostas a diferentes níveis de tecnologia. Dentro das novas estratégias propostas, discute-se o envolvimento dos produtores nos processos de seleção, programas em parceria com várias instituições, interdisciplinaridade, uso de hibridações inter-específicas e da biotecnologia.

INTRODUÇÃO

As prioridades de um programa de melhoramento com mandioca são estabelecidas em função das demandas de produção, processamento e mercado, e são específicas de cada país ou região, apesar de se observar que muitas são comuns, principalmente no que se refere ao incremento de produtividade e a resistência a pragas e doenças. No entanto, as prioridades devem ser dinâmicas e acompanharem a evolução do cultivo, dentro de um contexto que envolve a expansão da área cultivada, a diversificação do produto final e as oportunidades de mercados alternativos. Para a mandioca, novas oportunidades estão surgindo, à medida que essa cultura é reconhecida como uma das principais fontes de energia nos trópicos, com múltiplas formas de utilização e com potencial para produzir sob as mais diferentes condições edafoclimáticas. Acrescente-se a isso, o processo de modernização do cultivo que demandará tecnologias mais avançadas, a curto e médio prazos.

Durante as últimas cinco décadas, os programas de melhoramento com a cultura da mandioca, tem se preocupado principalmente, em elevar a produtividade do cultivo através da introdução, geração e seleção de novos clones, com alto potencial produtivo de raiz, tolerantes a pragas e doenças e adaptados a ambientes específicos (CIAT, 1985 & 1988). Como resultado desse trabalho, tem sido recomendados inúmeros clones, potencialmente superiores aos tradicionais. No entanto, observa-se que a maioria dos

¹ Pesquisadora, Melhorista M.Sc. EMBRAPA/CNPMPF, Cruz das Almas, BA, Brasil, Cx Postal 007.

produtores de mandioca continuam plantando as mesmas variedades que eles selecionaram durante vários anos, e grande parte dos clones gerados pelos programas de melhoramento, não tem sido utilizados pelos produtores (Fukuda, 1993).

Várias hipóteses poderiam explicar essa baixa adoção. Inicialmente, estima-se que os clones gerados não foram devidamente difundidos. Caso tenham sido, não atenderam as expectativas dos produtores e/ou consumidores, em termos de qualidade, disponibilidade de maniva-semente, ou ainda não se adequaram aos sistemas de cultivo utilizados. Hernández-Romero (1992a) identificou no CIAT (Colombia), algumas causas para a baixa adoção dessa tecnologia, destacando-se o fato do processo de seleção de variedades ser conduzido exclusivamente na estação experimental, a inexistência de mecanismos de retroinformação para os melhoristas incorporar critérios do produtor para aceitação da variedade, e a falta de coincidência dos critérios de seleção do melhorista com as necessidades dos produtores e consumidores. Vale salientar que a demanda por novos clones de mandioca vem crescendo constantemente, impulsionada pela necessidade de elevar-se a sua produtividade e qualidade para atender a novos mercados que avançam em direção a diversificação do produto final, estimulando a expansão de novas fronteiras de cultivo.

Para atender essas demandas, é necessário delinear-se novas prioridades para os programas de melhoramento, no sentido de tornar mais acessível aos produtores os genótipos gerados, estabelecer objetivos que atendam às diversas formas de utilização do produto e reduzir o ciclo dos programas, tornando-os mais eficientes no uso de recursos genéticos, humanos e financeiros.

DETERMINAÇÃO DE PRIORIDADES FUTURAS EM UM PROGRAMA DE MELHORAMENTO

Baseados na importância que as variedades de mandioca vêm assumindo para atender as diferentes alternativas de uso da cultura, as prioridades futuras para os programas de melhoramento de mandioca necessitam ser revistas, enfocando além do seu potencial produtivo, outros aspectos que satisfaçam as novas exigências dos produtores e consumidores. Por tanto, é necessário gerar genótipos que se adaptem aos sistemas de cultivo em uso pelos produtores, respondam a diferentes níveis de tecnologias e apresentem qualidade que atendam as diversas formas de utilização do produto. Como ponto fundamental, os programas devem assegurar a aceitação pelos produtores e consumidores dos novos clones gerados e traçar novas estratégias de trabalho que permitam reduzir o tempo gasto na geração e validação desses clones. Na definição das futuras prioridades dos programas de melhoramento com a cultura de mandioca, dois pontos devem ser considerados: as demandas do produtor/consumidor e novas estratégias de trabalho.

PRIORIDADES CONSIDERANDO AS DEMANDAS DO PRODUTOR/CONSUMIDOR

Qualidade

Para todas as formas de utilização da mandioca, a qualidade é um fator importante na aceitação da variedade (Wheatley, 1991). Isso sugere que ao desenvolver-se novas variedades de mandioca, é necessário conhecer-se as exigências de qualidade do mercado local. A qualidade considera frequentemente o teor de HCN, qualidade e teor de amido e proteína. No entanto, o mercado tem outros critérios de aceitação, tais como tempo de cozimento, resistência a deterioração pós-colheita. Os requisitos para a qualidade de raízes variam de acordo com a finalidade de exploração, seja para o consumo humano, processamento ou usos industriais.

Qualidade para o consumo humano

Segundo Wheatley (1991), o mercado para o consumo humano é o mais exigente com respeito a qualidade. As variedades selecionadas para atender ao mercado de raiz fresca, devem apresentar no mínimo as seguintes características: baixo teor de HCN, cozimento rápido, boa palatabilidade, ausência de fibras na massa cozida, boa consistência, resistência à deterioração pós-colheita, precocidade, raízes curtas, com boa conformação e fácil descascamento.

Além da raiz, as folhas da mandioca são utilizadas em alguns países, como uma boa opção para o suprimento de proteínas, vitamina C e Ferro. Para atender essa demanda, a prioridade é selecionar variedades com baixos teores de HCN nas folhas, boa qualidade e quantidade de proteínas, e níveis mais elevados de vitamina C e Ferro. As variedades devem apresentar boa produção e retenção foliar.

Qualidade para o consumo animal

De acordo com Wheatley (1991), na mandioca fresca para alimentação animal, o mais importante é a palatibilidade que está em função dos teores de HCN, açúcares e fenóis. O valor energético está relacionado com o conteúdo de amido. Para a sua utilização seca, o mais importante é o teor de amido e HCN, e ausência de aflatoxinas.

Qualidade para processamento

A raiz de mandioca é processada para a obtenção de diferentes produtos. Um dos mais comuns é a farinha de mesa. Existem outros, como amido, polvilho, tapioca e tucupi. Para todos esses produtos, já foi identificada variabilidade genética em termos de qualidade. Trabalhos realizados no CNPMF por Borges & Fukuda (in press), demonstraram que a qualidade da farinha de mesa, é extremamente afetada pela variedade, com a textura variando desde fina (com altos teores de amido), até grossa (com altos teores de fibras e baixos teores de amido).

Qualidade para usos industriais

O produto da mandioca atualmente mais usado na indústria é o amido. Dependendo de sua qualidade pode ser usado na indústria de massas, panificação, de amidos modificados e a longo prazo na confecção de embalagens biodegradáveis. A sua utilização na indústria de amidos modificados, está relacionada com o maior ou menor teor de amilose e amilopectina, os quais estão relacionados com a viscosidade. Wheatley (1991) identificou variabilidade para esses caracteres em mandioca, indicando a possibilidade de seleção de novas variedades para atender essa demanda na indústria do amido. Wheatley (1991) concluiu que, a importância da qualidade do amido, supera todos os outros fatores, desde que dele depende a qualidade culinária, da raiz processada e para usos industriais.

Não há dúvida de que a qualidade da raiz da mandioca é ponto chave para a aceitação de novas variedades, indicando ser essa, uma das prioridades atuais e futuras para programas de melhoramento.

Sistemas de Produção

De acordo com Correa (1991), os fatores que mais afetam a produtividade de mandioca em um local, são as práticas culturais do produtor. Essas práticas variam de acordo com as condições sócio-econômicas dos produtores. Até o momento, a maioria dos produtores de mandioca enquadram-se na categoria de pequenos, e usam pouca ou nenhuma tecnologia. No entanto, com o crescimento da demanda, surge também a necessidade de empregar-se tecnologias mais avançadas para o incremento da produtividade, como a uso de mecanização, irrigação e de fertilizantes. Independente do nível da tecnologia usada, existem interações genótipo x sistema de cultivo, que necessitam ser consideradas nas prioridades dos programas de melhoramento. Para maximizar o potencial produtivo dos clones melhorados, uma das prioridades seria a seleção de genótipos adaptados a diferentes práticas de cultivo. Dentre elas, destacam-se o uso de mecanização, fertilizantes, controle de ervas daninhas, densidade populacional, consórcio, rotação, época e idade de colheita. A mecanização, ainda pouco utilizada, apresenta uma tendência de maior demanda por grandes produtores de mandioca, à medida que estão entrando no mercado dessa cultura. Para se adaptar a colheitas mecânicas, são requeridas variedades com algumas características específicas tais como, porte pouco ramificado, raízes curtas ou médias, boa conformação e facilidade de colheita.

O consórcio, é uma prática adotada pela maioria dos pequenos produtores de mandioca. Normalmente, os programas de melhoramento de mandioca são conduzidos em todas as suas fases em sistemas de monocultivo. Com isso, de acordo com a capacidade de competição com outros cultivos, os clones selecionados, poderão apresentar uma queda de produção em relação aos clones tradicionais, quando plantados em sistemas de consórcio. Para evitar esse tipo de frustração, os melhoristas

devem ficar atentos aos sistemas de cultivos em uso na região, e buscar selecionar clones adaptados a esses sistemas.

Densidade populacional e idade de colheita são fatores que estão relacionados com arquitetura e ciclo da planta, respectivamente. Para cada um desses parâmetros devem ser selecionados genótipos com características adequadas para maximizar o seu potencial produtivo.

Preferências do produtor/consumidor

As preferências estão relacionadas com os critérios utilizados pelos produtores na escolha das variedades para plantio e na maioria das vezes, se caracterizam por pequenos detalhes que não são considerados pelos melhoristas, mas que influenciam de forma decisiva na adoção de um clone melhorado. Como exemplo pode-se citar, a cor da película, do córtex e da polpa; forma e conformação das raízes, pedúnculo e distância entre as gemas.

De acordo com Hernández-Romero (1992b), a preferência dos produtores pode ser identificada durante algumas fases do programa de melhoramento, antes de recomendação definitiva do novo clone.

PRIORIDADES CONSIDERANDO NOVAS ESTRATEGIAS DE TRABALHO

Normalmente os programas de melhoramento com a cultura da mandioca têm atuado de forma isolada e gerado clones que na sua maioria, não tem sido adotados pelos produtores. Isso não significa que tenham sido empregadas metodologias incorretas, ou que os clones gerados não apresentem boas características. No entanto, é necessário mudar esse quadro, desde quando a comunidade produtora e consumidora de mandioca demanda novas variedades. Novas estratégias de trabalho devem ser priorizadas com o objetivo de levar a tecnologia gerada ao produtor e maximizar os escassos recursos financeiros destinados à pesquisa com mandioca. Dentre elas destacam-se as seguintes:

Liberação dos clones gerados

Utilizando a metodologia de pesquisa participativa, desenvolvida por Hernández-Romero (1992a), sugere-se a validação, multiplicação e liberação imediata dos clones elites gerados e disponíveis nas instituições. Com esse processo, além da difusão dos clones, o melhorista passa a conhecer os critérios de seleção de variedades utilizadas pelos produtores, retroalimentando assim, os futuros programas de melhoramento.

Dois requisitos básicos devem ser observados para a liberação de novos clones:

a) Validação em propriedades dos produtores, utilizando a metodologia de pesquisa

participativa proposta por Hernández-Romero (1992a). Sem isso, os clones dificilmente serão adotados. O que se tem observado até o momento, é que a maioria dos programas de melhoramento dão como concluída a sua missão, após efetuarem os ensaios de rendimento nas estações, e algumas vezes ensaios regionais, com a conseqüente publicação das características dos melhores clones selecionados. Para o sucesso dos futuros programas de melhoramento, considera-se a validação dos clones melhorados, uma das principais prioridades. b) Suficiente disponibilidade de material básico. A falta de semente básica melhorada para a liberação de clones, tem sido uma das causas de muitos fracassos na adoção de novos clones. Em função da baixa taxa de multiplicação da mandioca, a difusão de novos clones é lenta. Para suprir essa deficiência, é necessário que a liberação dos clones seja antecedida de um programa de multiplicação de semente básica para distribuição aos produtores.

Programas em parceria

Essa é uma estratégia proposta no Brasil pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que se caracteriza por trabalhos em rede dentro de ecossistemas específicos. Uma das prioridades, é maximizar o uso de recursos genéticos, humanos e financeiros. Como retorno, pode-se citar a redução do tempo gasto nos programas de melhoramento, substituindo-se anos por locais dentro de cada ecossistema. Com isso, os clones são testados com respeito à adaptação e estabilidade, em um curto espaço de tempo. Além disso, os resultados são difundidos com maior rapidez em um número de locais. Essa metodologia de trabalho prevê o envolvimento das instituições de pesquisa e extensão dentro de cada ecossistema, que se unem em torno de um objetivo comum. Acrescente-se a isso, o fato das atividades serem divididas de acordo com o interesse, a necessidade e a infra-estrutura de cada instituição. Algumas têm condições de liderar e executar todas as fases de um programa de melhoramento, enquanto que outras, desenvolvem apenas algumas etapas. Dessa forma, os trabalhos se complementam e se descartam os riscos de solução de continuidade dos programas, um dos fatos mais comuns que tem impedido o avanço de muitos trabalhos de melhoramento com mandioca. Essa estratégia está sendo executada no Nordeste do Brasil através do projeto de desenvolvimento de germoplasma de mandioca para o semi-árido. Ao final de três anos de execução, o projeto já identificou clones promissores para iniciar um trabalho de validação junto aos produtores da região, utilizando o método de pesquisa participativa.

Interdisciplinaridade

Geralmente os clones selecionados, têm sido avaliados em sua maioria apenas para a produção de raiz fresca e matéria seca. Outras características tais como resistência a pragas, doenças e seca, e qualidade, tem sido pouco avaliadas, desde que os programas de melhoramento são conduzidos unicamente por melhoristas ou fitotecnistas. A participação de técnicos de outras áreas de pesquisa é fundamental,

principalmente quando o objetivo é desenvolver clones para determinados ecossistemas e diferentes formas de utilização. De acordo com Hershey (1991), os melhoristas devem trabalhar dentro de uma atmosfera interdisciplinar, para que a solução dos problemas se enfoque em função dos meios mais eficientes e efetivos.

Estudo de homologia entre os ambientes

Inicialmente tem como objetivo disciplinar os programas de melhoramento, evitando duplicações de esforços, ou seja o desenvolvimento de vários programas para resolver os mesmos problemas. Apresenta a vantagem de permitir o intercâmbio de genótipos adaptados, e de informações entre instituições e usuários localizados em regiões edafoclimaticamente semelhantes.

Segundo Hershey (1991), a melhor maneira de se identificar a homologia entre ambientes é mediante ensaios varietais que comparem grupos de diversos genótipos, com respeito a amplitude da variação ambiental de uma região.

Padronização de metodologias de avaliação

Apesar de ter sido objeto de várias discussões entre melhoristas (Iglesias & Fukuda, 1992), e de se reconhecer que a padronização da metodologia de avaliação é a melhor forma de viabilizar o intercâmbio de informações, esse ainda é um ponto que necessita ser implementado dentro dos programas de melhoramento.

Envolvimento de produtores nas fases intermediárias de seleção

Essa é uma proposta de Hernández-Romero (1992b), que apresenta a vantagem de integrar os critérios de seleção de produtores e melhoristas, crescendo as chances de adoção dos clones gerados e retroalimentando os programas de melhoramento. Pode ser iniciado na estação experimental e complementada em propriedades de produtores.

Monitoramento e retro-alimentação dos programas

Tem por objetivo acompanhar a difusão, o nível de adoção e o impacto sócio-econômico resultante da adoção dos clones recomendados.

A retro-alimentação deve ser efetuada tanto durante os processos de seleção, como após a liberação do novo clone. É baseada na opinião dos produtores sobre as características e o comportamento do clone na propriedade. Para isso, deve-se estabelecer um elo permanente entre produtores, extensionistas e melhoristas. Estima-se que dessa forma, os programas de melhoramento com a cultura da mandioca, serão mais objetivos no sentido de atender exatamente as expectativas de produtores e consumidores.

Adaptação espacial

Deve ser uma prioridade de programas nacionais e internacionais gerar clones com adaptação mais ampla. Acredita-se que isso evitaria a queda de produtividade que normalmente ocorre pelo intercâmbio de variedades entre produtores de diferentes regiões. Isso ocorre principalmente em épocas de pouca disponibilidade de material para plantio, ocasionado por problemas climáticos. Poucos programas têm gerado clones com ampla adaptação; destacando-se o "IAC-12-829" e a "Mantiqueira", liberados pelo Instituto Agrônomo de Campinas, adaptados as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Essas possibilidades deverão ser melhor exploradas nos programas de melhoramento para o futuro.

Hibridação inter-específica

A utilização de espécies silvestres de gênero *Manihot* em programas de melhoramento de mandioca, tem sido utilizada principalmente em alguns países da Ásia e África. Na América Latina, onde dispõe-se de uma ampla diversidade genética da espécie *M. esculenta*, poucos programas utilizam outras espécies. Para algumas características específicas, como resistência à seca e eficiência fotossintética, já se vislumbra para um futuro próximo, a utilização mais efetiva de espécies silvestres em programas de melhoramento.

Uso da Biotecnologia

O emprego de técnicas de biotecnologia pode ser considerado uma das prioridades futuras mais importantes para o avanço dos programas de melhoramento com a cultura da mandioca. De acordo com a Rede de Biotecnologia de Mandioca (Roca e Thro, 1993), a biotecnologia tem como prioridades elevar o teor e a qualidade do amido nas raízes de mandioca, reduzir o teor de HCN em raízes e folhas, prolongar o início da deterioração pós-colheita das raízes, contribuir para o controle de pragas e doenças através de estudos das interações patógenos/hospedeiro, e em trabalhos para resistência e vírus de importância econômica.

CONCLUSÕES

As prioridades dos programas de melhoramento de mandioca, se baseiam nas demandas dos produtores e consumidores do produto final. Evoluem de acordo com as exigências do mercado, e o aparecimento de novos problemas bióticos e/ou abióticos que afetam o cultivo.

As prioridades futuras para os programas de melhoramento, devem focar de forma mais objetiva, os aspectos de qualidade, as respostas aos sistemas de cultivo em uso pelos produtores e a níveis de tecnologia.

Considerando que o êxito dos programas de melhoramento culmina com a adoção dos clones gerados, os melhoristas devem ter uma visão clara sobre os critérios utilizados pelos produtores na adoção de variedades, através da retroalimentação de seus programas com essas informações.

BIBLIOGRAFIA

- CIAT. 1985. Cassava Breeding: a Multidisciplinary Review. Proceedings of a workshop held in the Philippines. Cali, Colombia. 312 p.
- _____. 1988. Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia. Proceedings of a workshop held in Thailand. Bangkok, Thailand. 350 p.
- Correa, H. 1991. Análisis de diferencias em rendimento da mandioca entre estações experimentais e os campos de agricultores. In: CIAT (Cali, Colombia). Mejoramiento Genético de la Yuca en América Latina. p. 371-385.
- Fukuda, W.M.G. 1993. Obtenção e avaliação de clones avançados de mandioca. EMBRAPA-CNPMP. 22 p. (VIII Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Cruz das Almas-BA).
- Hernández, R., L.A. 1992a. Evaluación de nuevas variedades de yuca con la participación de agricultores. In: Hernández, R., L.A. Unidad de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción. Cali, Colombia. 203 p.
- _____. 1992b. Participación de los agricultores en la evaluación: In: Hernández, R., L.A. Memorias de un Taller en el CIAT. Cali, Colombia, (CIAT, Documento de Trabajo, 99). 40-48 p.
- Hershey, C.H. 1991. Consideraciones para el diseño de un programa de mejoramiento de yuca. In: CIAT (Cali, Colombia). Mejoramiento Genético de la Yuca en América Latina. p. 233-255.
- Iglesias, C.; Fukuda, W.M.G. 1992. Memorias de la Segunda Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. Cali, Colombia. CIAT, Documento de Trabajo, 112. 184p.
- Roca, W. and A.M. Thro. 1993. Proceedings of the First International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network. CIAT, Cali, Colombia. 486p.
- Wheatley, C. 1991. Calidad de las raíces de yuca y factores que intervienen en ella. In: CIAT (Cali, Colombia). Mejoramiento Genético de la Yuca en América Latina. 267-291.

VI. SITUACION DE LA RED PANAMERICANA DE FITOMEJORADORES DE YUCA

Objetivo: Analizar alternativas para dinamizar el funcionamiento de la Red.

MECANISMOS Y ACTIVIDADES RELATIVOS AL FUNCIONAMIENTO DE LA RED¹

Carlos Iglesias²

INTRODUCCION

A pesar de que el tema central de esta reunión fué el de analizar la interfase entre los programas de mejoramiento de yuca y los usuarios finales de los productos derivados del cultivo, se discutieron otros aspectos relacionados con el funcionamiento de la Red de Fitomejoradores de Yuca. Dicha Red es un mecanismo informal de intercambio de germoplasma e información, y se ha caracterizado por un número de participantes relativamente restringido pero estable en el tiempo. En América Latina existen muy pocos mejoradores de yuca de tiempo completo. Si se considera a los profesionales que incluyen dentro de otras responsabilidades el conducir actividades de mejoramiento en yuca, el número no sobrepasa a los 20 profesionales. Se suma a esto el limitado respaldo que dichos profesionales normalmente cuentan en términos de recursos operativos. Por estas razones, es importante mantener una activa interacción entre los mejoradores del continente para hacer un uso más eficiente de los recursos genéticos, las estrategias y la infraestructura existentes.

RECURSOS GENETICOS

A raíz de una reunión internacional mantenida en CIAT en 1992, se creó la Red de Recursos Genéticos de la Yuca (MGRN en inglés). Dado que a nivel de América Latina quienes manejan los recursos genéticos de yuca son normalmente los mismos mejoradores, se decidió unir las dos redes a nivel del continente constituyendo una red de recursos genéticos y fitomejoramiento.

La mayoría de los participantes solicitaron que se agilizase el intercambio de germoplasma entre países. Al momento, la mayor parte del intercambio se realiza a través de CIAT. Dicha institución cuenta con una colección bastante completa de germoplasma de las principales regiones del continente, manteniéndose in-vitro e indexada en su mayoría para las principales enfermedades. Esto asegura un intercambio seguro en cuanto a aspectos fitosanitarios. Sin embargo, hay regiones que no están debidamente representadas en esa colección y los esfuerzos deberán dirigirse en el futuro a cubrir dichos vacíos.

¹Compilación de los conceptos más importantes discutidos en la reunión.

²Programa de Yuca. CIAT. Apartado Aereo 6713, Cali, Colombia.

Se requiere la definición y difusión de una lista unificada de descriptores, que ayuden a padronizar la caracterización del germoplasma existente a nivel de programas nacionales, así como a identificar posibles duplicados dentro de las colecciones.

AMBIENTES Y CRITERIOS DE SELECCION

Se debe de realizar una difusión de la información existente en cuanto a la caracterización edafo-climática de los ambientes en los cuales se cultiva la yuca a nivel del continente. Si bien se tiene información para el área de América del Sur, dicha información no se ha difundido suficientemente. Un buen conocimiento de los ambientes de los cuales se ha recolectado germoplasma, o en los que se está realizando trabajos de mejoramiento, ayudaría a una mejor planeación en el intercambio de germoplasma e información sobre su comportamiento.

Dentro de los criterios de selección con mayor importancia dentro de los programas actuales se encuentran: rendimiento de raíces, contenido de materia seca, calidad culinaria, tipo de planta y resistencia para los principales factores bióticos y abióticos que limitan la producción de yuca. Sin embargo, la yuca está siendo considerada, cada vez más, como una alternativa agroindustrial de alta viabilidad, por lo que se hace necesario evaluar a los materiales normalmente plantados y los clones mejorados por sus características de almidón. La industria de almidones tiene requerimientos específicos en términos de materia prima para elaborar diferentes productos a partir de almidones. Enfocar parte del trabajo de mejoramiento hacia este objetivo ha de contribuir en el futuro a ligar cada vez más a los agricultores pequeños con los mercados de la yuca.

ADOPCION E IMPACTO

La presente reunión ha servido para intercambiar ideas y concientizarnos sobre la necesidad de considerar a los usuarios finales de nuestros productos como parte integrante del proceso de desarrollo de nuevas variedades de yuca. El sector más importante de estos usuarios lo constituye los agricultores. El modelo de investigación participativa para la evaluación de variedades de yuca desarrollado en Colombia fué tomado como punto de referencia, y existe mucho interés en su estudio, adaptación y aplicación a nivel de otros países. A través de dicho modelo se genera un flujo de información desde el agricultor hacia el mejorador que ha de permitir hacer más eficiente el proceso de mejoramiento, resultando en un mayor porcentaje de adopción de nuevas variedades y eventualmente en una simplificación del proceso de selección.

La difusión de nuevas variedades de yuca debe de ir siempre unida a un sistema de multiplicación de material de siembra que asegure disponibilidad y calidad del mismo. El intercambio de experiencias entre los diferentes esquemas practicados en el continente ha de servir para adaptar las mejores alternativas. Las características del cultivo de la

yuca, hacen que no puedan asimilarse esquemas que operan en otros cultivos extensivos. La expresión del potencial genético de una nueva variedad ha de estar siempre condicionado a la disponibilidad de material de siembra de buena calidad nutricional y fitosanitaria.

Si bien los programas de mejoramiento de yuca a nivel continental son relativamente recientes, muchos de ellos ya han liberado variedades, las cuales están siendo adoptadas por los agricultores. Sin embargo, este trabajo no está siendo acompañado por un seguimiento de la adopción y el impacto que estas nuevas variedades están causando en los diferentes niveles del proceso de producción, procesamiento y mercadeo. Se concluyó que es importante promover dichos estudios a los efectos de valorizar aún más el trabajo que realizan los mejoradores, mostrando con cifras la rentabilidad de dicho proceso.

COMUNICACION DENTRO DE LA RED

Se hizo énfasis en la necesidad de agilizar la comunicación entre los miembros de la Red. Normalmente, el mayor nivel de intercambio ocurre en las reuniones organizadas cada 3 años, y en los períodos entre reuniones en muy poco lo que se comunica. El hecho de que no exista una persona con funciones específicas de coordinar actividades dentro de la Red, hace más relevante la necesidad de que cada uno de los miembros contribuya al intercambio de información e ideas.

A los efectos promover un nivel de formalidad mayor en la Red se planteó la idea de realizar un plegable sobre la red, las actividades que se desarrollan y su importancia. Dicho plegable sería desarrollado inicialmente por CIAT y circulado entre los miembros para recoger sus opiniones.

LISTA DE PARTICIPANTES

ARGENTINA

Irland Gnoatto
INTA
Estación Experimental El Colorado
Casilla de Correos 5
3603 El Colorado
Formosa, Argentina
Tel. (0717)80004/80005 FAX 54-111-1917

BOLIVIA

Juan Lenis Chumacero
IBTA/Chapare
Apartado Postal 4067
Cochabamba, Bolivia
Tel. 591-42-44137 FAX (591) 42 32773

BRASIL

Wania Maria Fukuda
CNPMP/EMBRAPA
Caixa Postal 007
44.380, Cruz das Almas, Bahia
Brasil
Tel. 55-75-7212120 FAX 55-75-7211118

Teresa Losada Valle
IAC
Caixa Postal 28
13.101 Campinas, Sao Paulo
Brasil
Tel. 55-11-419057 TLX 191059 IACP BR

Elton Oliveira Do Santos
IPA/EMBRAPA
Av. Gral San Martin 1371-Bongi
CEP 50.571 Recife, Pernambuco
Brasil
Tel. 55-81-2274017

Eloisa Ramos Cardoso
EMBRAPA/CPATU
Caixa Postal 130
CEP 66.240, Belem, Pará
Brasil
Tel. 55-81-2266612

Marcio Ender
EPAGRI
Estación Experimental Itajaí
Caixa Postal 277
CEP 88.300, Itajaí, Santa Catarina
Brasil
Tel. 55-473-443677 E-mail <CTAITJ01@IBM.UFSC.BR>

COLOMBIA

Antonio José López
ICA
Apartado 1079
Montería, Córdoba
Colombia
Tel. 952-860096

CUBA

Sergio Rodriguez
INIVIT
Apartado 6,
Santo Domingo, Villa Clara
Cuba

Magaly García
INIVIT
Apartado 6,
Santo Domingo, Villa Clara
Cuba