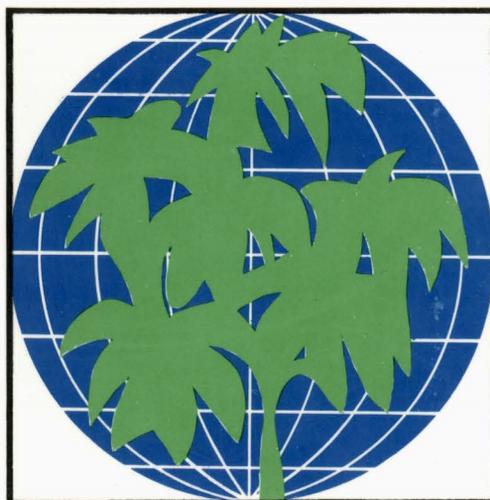


Pruebas e Intercambio Internacional  
de  
**GERMOPLASMA  
DE  
YUCA**



Exposiciones presentadas durante el evento interdisciplinario  
en la sede del CIAT, Palmira, Colombia;  
4 a 6 de febrero de 1975

Auspiciado por:  
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo  
y  
Centro Internacional de Agricultura Tropical

ISBN 0-88936-080-4  
UDC 633.682

© International Development Research Centre  
Head Office: Box 8500, Ottawa, Canada. K1G 3H9  
Edición Microficha \$1 dolar canadiense

Pruebas e Intercambio Internacional  
de  
**GERMOPLASMA  
DE  
YUCA**



Exposiciones presentadas durante el evento interdisciplinario  
en la sede del CIAT, Palmira, Colombia;  
4 a 6 de febrero de 1975

Auspiciado por:  
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo  
y  
Centro Internacional de Agricultura Tropical



División de Publicaciones  
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo  
Oficina Regional para América Latina y el Caribe  
Apartado Aéreo 53016, Bogotá, Colombia

Editor: Barry Nestel

Versión Española:

Ana Cecilia Muñoz  
Stella de Feferbaum  
Jaime Rojas H.

# Indice de Contenidos

Prefacio	5
Lista de Participantes	8

## *Presentación por Países*

Indonesia (T.S. Dharmaputra)	13
Perú (C. Rosas)	16
Colombia (L. Luján)	18
Malasia (S.K. Chan, S.L. Tan, y S.L. Geh)	21
Guatemala (A. Fumagalli)	24
Filipinas (A.L. Carpena y D.P. Baldos)	26
Ecuador (F.R. Paz Briz)	28
Tailandia (B. Boonsue y S. Sinthuprama)	30
Venezuela (C. Arias)	33
India (M. Hrishu)	35
Brasil (A.J. de Conceicao)	38

## *Presentación por Temas*

Fuentes de Germoplasma, incidencia de enfermedades y restricciones fitosanitarias para yuca en el IITA, Nigeria, E. Terry	43
Peligro de diseminar enfermedades y plagas mediante la introducción de material de propagación de yuca, J.C. Lozano y A. van Schoonhoven	46
Valor potencial de una técnica de cultivo de tejidos para la producción de plantas de yuca libres del síntoma del mosaico, K.K. Kartha y O.L. Gamborg	50
Método propuesto para mejorar la base informativa con miras a establecer prioridades en la investigación sobre yuca, Per Pinstруп-Andersen y Rafael O. Diaz	57
Proyecto de estructura de una red cooperativa internacional para la evaluación de materiales de yuca promisorios, Julio César Toro y David Franklin	67
Colección de germoplasma de yuca y material genético avanzado en el CIAT, Kazuo Kawano	69

Resumen de la discusión general y conclusiones del simposio	73
---	----

Anexo 1	Normas propuestas sobre el movimiento internacional de material de propagación de yuca.	77
Anexo 2	Normas propuestas para el diseño de pruebas agronómicas destinadas a la evaluación de cultivares de yuca promisorios.	79
Anexo 3	Criterios propuestos para la evaluación de germoplasma de yuca.	82



*Existe una gama amplia de variación en las características que se encuentran en las principales colecciones de germoplasma de yuca.*

## PREFACIO

*Esta es la séptima publicación del CIID sobre yuca, y la sexta que registra las exposiciones presentadas durante un evento interdisciplinario (véase lista al final del prefacio). Su contenido difiere parcialmente de las publicaciones anteriores en que los primeros cinco encuentros tenían por objeto determinar las prioridades de investigación en los diferentes aspectos de la producción y utilización de la yuca, en tanto que este simposio fue convocado con el fin de establecer pautas para las pruebas y el intercambio internacional de germoplasma de yuca.*

*En el curso de los tres últimos años los nuevos centros internacionales de investigación agrícola —el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Colombia, y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Nigeria— han progresado notablemente en la comprensión del potencial ofrecido por la yuca como cultivo y en la demostración de sus posibilidades para el incremento de la producción. Estos logros han despertado considerable interés debido a la pronta acogida de su empleo como alimento animal. El mercado internacional de la yuca procesada con este fin ha crecido tan rápidamente que en 1974 los países exportadores de este producto en el Sudeste Asiático obtuvieron un excedente de 200 millones de dólares, cifra que supera el doble del valor alcanzado en 1972.*

*Dada la poca investigación agrícola de la yuca en el pasado, la expansión de su producción en los últimos años ha sido, en buena parte, atribuida al aumento de la extensión cultivada y a la siembra de variedades tradicionales. Sin embargo, el trabajo adelantado tanto por el CIAT como por el IITA en algunos centros nacionales, v.gr. el Instituto Central de Investigaciones sobre Cultivo de Tuberosas en India, demuestra que existe una gama muy amplia de variación genética y un considerable potencial de mayor rendimiento y mejor resistencia a las enfermedades y plagas, mediante la aplicación de técnicas modernas de cultivo. Para que este potencial pudiera ser explotado, pareció conveniente reunir investigadores en yuca de distintos países y analizar las posibilidades de intercambio y evaluación a nivel internacional tanto del germoplasma tradicional existente como del nuevo. Para lograr este objetivo el CIID, en colaboración con el CIAT, patrocinó un seminario que tuvo lugar del 4 al 6 de febrero de 1975 en la sede del CIAT, en el cual participaron investigadores provenientes de doce países latinoamericanos y asiáticos productores de yuca. La invitación no se hizo extensiva a los representantes de países africanos en vista de que la presencia del virus mosaico común de la yuca en dicho continente ocasiona serios problemas fitosanitarios en relación con el intercambio de germoplasma de yuca entre éste y otros continentes. Sin embargo, delegados del IITA tomaron parte en el seminario con miras a utilizar su estructura y conclusiones como pautas para organizar, en Nigeria, una reunión similar de países africanos productores de yuca a fines de 1975.*

*En el primer día se establecieron las normas de trabajo para las discusiones posteriores, y los representantes de IITA, Indonesia, Perú, Colombia, Malasia, Guatemala, Filipinas, Ecuador, Tailandia, Venezuela, India y Brasil,*

hicieron uso de la palabra para exponer la situación de la producción de yuca en sus respectivos países. Cada intervención debía cubrir los siguientes puntos:

- 1) germoplasma de yuca disponible en el país;
- 2) estado en que se encuentra la evaluación de este germoplasma, incluyendo las características observadas;
- 3) área dedicada al cultivo de la yuca, explicando si se trata de cultivo múltiple o individual, y estimativo de las posibilidades de aumento o disminución del área;
- 4) estado de la investigación sobre yuca y breve resumen tanto del trabajo en desarrollo como del proyectado para el futuro.
- 5) recursos humanos y financieros dedicados a los programas de investigación y extensión de la yuca;
- 6) nombre e incidencia de las enfermedades y plagas más importantes del cultivo;
- 7) medidas de cuarentena para la importación de germoplasma.

El trabajo del día concluyó con una breve descripción del banco de germoplasma del CIAT, por parte de K. Kawano, quien también se refirió a la disponibilidad de este material para otras instituciones.

El tema del segundo día se refería a la preparación de pautas sugeridas para la cooperación internacional en el intercambio, ensayo y evaluación del germoplasma de yuca. La primera intervención, a cargo de Lozano y van Schoonhoven, versó sobre los riesgos de enfermedades y plagas implicados en el intercambio internacional de material vegetal y semillas de yuca; los autores expusieron algunas normas preliminares para reducir estos riesgos. Luego de discutir la exposición, se conformó un grupo de trabajo en el que, a más de los autores, quedaron incluidos Belloti, Booth y Terry para revisar las pautas sobre el intercambio internacional de semillas y material vegetal de propagación. Las pautas revisadas fueron presentadas en el último día.

El siguiente trabajo fue presentado por Kartha quien habló sobre el valor potencial de una técnica de cultivo de tejidos que permite reproducir plantas de yuca libres del virus mosaico. Esta charla despertó considerable interés y debate. Aunque se reconoció que, por carecerse de una prueba de diagnóstico confiable para la enfermedad del mosaico africano de la yuca, sería imposible constatar su absoluta ausencia, los indicios de que la técnica de cultivo de tejidos, partiendo de material infectado, producía plantas libres del síntoma ofrecieron promesa suficiente como para permitir nuevas evaluaciones.

La tercera conferencia del día, a cargo de Andersen y Díaz, se refirió al papel de los estudios agroeconómicos en la determinación de prioridades para la asignación de recursos en la investigación sobre yuca. Aunque esta charla no se relacionaba directamente con el tema del simposio, sirvió como actividad informativa en relación con una red asociada a la red internacional de ensayos que el CIAT está en proceso de desarrollar. La última presentación de este día comenzó con una exposición de Toro y Franklin acerca de un diseño experimental para un programa internacional de ensayos sobre yuca, y terminó con un tema aún desarrollado por Cock y Toro quienes tabularon los requisitos específicos para un programa cooperativo internacional de ensayos.

El último día de la reunión se dedicó a tres sesiones de temas en las que se trató de sintetizar las contribuciones de los dos primeros días. La primera de

las discusiones se destinó a las presentaciones revisadas por Lozano et al., sobre la preparación de pautas sugeridas para el intercambio internacional de germoplasma de yuca. Siguió luego una presentación revisada del trabajo de Cock y Toro/Franklin en que se describían las pautas sugeridas para el diseño de pruebas agronómicas uniformes para la evaluación de cultivares de yuca promisorios. Por último, Kawano presentó una lista de condiciones, clasificadas en tres niveles de prioridad, para evaluar el germoplasma en programas comparativos internacionales.

Las presentaciones por países han sido resumidas en este libro para su publicación, pero los trabajos sobre temas específicos se transcriben en su totalidad. Se incluyen también una reseña breve de las conclusiones del encuentro y tres anexos con todas las pautas sugeridas y aprobadas durante la reunión.

Este es el primer simposio de la serie que versa sobre metodología, y ha sido estimulante observar que cada uno de los países invitados envió representantes.

El nivel de discusión a lo largo de las sesiones fue excelente: el CIID agradece a los participantes la contribución en tiempo, esfuerzo y experiencia con que hicieron de esta reunión un éxito. Expresamos nuestra gratitud especial a los doctores F. Martin y W. Tossel, cuya presidencia sostuvo el cumplimiento de horarios y mantuvo las discusiones centradas en el tema.

Finalmente, el CIID da las gracias al doctor John Nickel, Director General del CIAT, por su discurso inaugural y por haber puesto a disposición de los participantes los recursos y demás facilidades del CIAT, al doctor E. Alvarez Luna, responsable de la mayoría de los arreglos locales, y al Señor D. Evans, del personal de conferencias del CIAT, cuyas actividades contribuyeron ampliamente al desarrollo sin tropiezos del programa. Incluimos, igualmente, en nuestro reconocimiento al doctor Carlos Lozano por la lectura final del texto en español.

BARRY L. NESTEL  
Director Asociado  
Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición  
CIID

#### OTRAS PUBLICACIONES DEL CIID SOBRE YUCA:

- Report of a CIAT/IDRC sponsored cassava program review, Cali, January 1972; por CIAT, Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia.
- Report on an IITA/IDRC-sponsored workshop on cassava mosaic, Ibadan, December 1972; publicado por IITA, Ibadan, Nigeria.
- Nestel, Barry, and Reginald MacIntyre (ed.) 1973. Chronic cassava toxicity: proceedings of an interdisciplinary workshop, London, 29-30 January 1973, IDRC0010e, Ottawa, 163 p.;
- Phillips, T.P. 1974. Cassava utilization and potential markets. IDRC-020e, Ottawa, 183 p.
- Araullo, E.V., Barry Nestel, and Marilyn Campbell (ed.) 1974. Cassava processing and storage: proceeding of an interdisciplinary workshop, Pattaya, Thailand, 17-19 April 1974. IDRC-031e, Ottawa, 125 p.
- Nestel, Barry L. 1974. Current trends in cassava research. IDRC-036e, Ottawa, 32 p.

## PARTICIPANTES

### Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo

B.L. Nestel  
Apartado Aéreo 53016  
Bogotá, D.E. Colombia

Reginald MacIntyre  
Box 8500, Ottawa, Canadá

E. J. Weber  
Box 8500, Ottawa, Canadá

Ana Cecilia Muñoz  
Apartado Aéreo 53016  
Bogotá, D.E. Colombia

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

J. Nickel, Director General  
E. Alvarez  
K. Kawano  
P. Andersen  
R. Howeler  
A. van Schoonhoven

J. Cock  
A. Belloti  
J.C. Lozano  
J.C. Toro  
R. Díaz  
R. Booth

### América Latina

Ing. Antonio José da Conceição  
Universidade Federal da Bahia  
Convenio UFBA/Brascan Nordeste  
Escola Agronômica  
Cruz das Almas, Brasil

Ing. Jairo Gartner  
CNIA - ICA  
Palmira, Colombia

Ing. León Gómez  
ICA - TIBAITATA  
Apartado Aéreo 7984  
Bogotá, D.E., Colombia

Dr. Lauro Luján  
Director  
Programa Nacional de Tuberosas  
ICA - Tibaitatá  
Apartado Aéreo 7984  
Bogotá, D.E., Colombia

Dr. Edmundo Pérez M.  
CNIA - ICA Tibaitatá  
Apartado Aéreo 7984  
Bogotá, D.E., Colombia

Ing. Fernando Paz Briz  
Cervezas Nacionales Cía. Anónima  
Casilla 519  
Guayaquil, Ecuador

Ing. Astolfo Fumagalli  
Subgerente General ICTA  
Galerías España, 5o. piso  
Av. 67 No. 11-59, Zona 9  
Guatemala, América Central

Ing. Furmencio Pérez Notario  
Albamex  
Mérida, México

Ing. Armando de la Cruz  
Banco Agrario  
Mérida, México

Ing. Juan Carlos Rosas Sotomayor  
Departamento de Yuca, Camote y Otras Raíces  
Centro Regional de Investigación Agraria "La  
Molina"  
Apartado 2791  
Lima, Perú

Ing. Carlos Arias  
Programa de Raíces y Tubérculos  
CENIAP  
Ministerio de Agricultura y Cría  
Maracay, Venezuela

#### Asia

N.P. Hrishi  
Director  
Central Tuber Crops Research Institute  
Trivandrum 17, Kerala, India

T.S. Dharmaputra  
University Brawijaya  
Facultas Pertanian  
Malang, Indonesia

Chan Seak Khen  
MARDI  
P.O. Box 208  
Sungai Besi, Serdang,  
Selangor, Malasia

Danilo Baldos  
Philippine Council for Agricultural Research  
Los Baños  
Laguna, Filipinas

Banjerd Boonsue  
Head, Department of Plant Sciences  
Jasetart University  
Bangkok, Tailandia

Sophon Sinthuprama  
Department of Agriculture  
Ministry of Agriculture and Cooperatives  
Rajadamnern Avenue  
Bangkok, Tailandia

#### Otros

D.G. Coursey  
Ministry of Overseas Development  
Tropical Products Institute  
56-62 Gray's Inn Road  
Londres Wc1Z 8LU, Inglaterra

K. K. Kartha  
Prairie Regional Research Laboratory  
National Research Council  
Saskatoon, Saskatchewan, Canadá

F.W. Martin  
Mayagüez Institute of Tropical Agriculture  
P. O. Box 70  
Mayagüez, Puerto Rico 00708

E. Terry  
International Institute of Tropical Agriculture  
Oyo Road, P.M. B. 53-20  
Ibadan, Nigeria

W.E. Tossell  
Dean of Research  
Office of Research  
University of Guelph  
Guelph, Ontario N1G 2W1, Canadá

*Algunos cultivares son altamente susceptibles a las plagas y enfermedades. En esta lámina se ilustra un severo ataque de mancha foliar Phoma.*



# **PRESENTACION POR PAISES**



*Existen cultivares con diversos grados de resistencia a ciertas plagas y enfermedades importantes. El grado de resistencia de los cultivares a algunas plagas puede ser muy acentuado. En la foto el investigador estudia la resistencia a la mancha foliar Phoma.*

# INDONESIA

T.S. Dharmaputra\*

La yuca (*Manihot esculenta*) no es originaria de Indonesia. Según Koens (1948) para el año de 1838 los javaneses no conocían aún la yuca como cultivo alimenticio. En 1852 el gobierno importó algunos cangres de Surinam y en 1854, una vez reproducidos en el Jardín Botánico de Bogor, se distribuyeron a todos los distritos de Java. Fueron necesarios muchos años para que la yuca llegara a ser un cultivo alimenticio importante en Indonesia. Su mayor expansión como cultivo agrícola tuvo lugar entre 1914 y 1918 cuando el suministro de arroz se vió amenazado. Hoy día Indonesia ocupa el segundo lugar en la producción mundial de yuca después de Brasil (FAO, Informe Anual 1971). El 90% de su producción se consume internamente como alimento humano.

Es posible que la yuca tenga el potencial necesario para superar el hambre que asecha al mundo, sin embargo ha sido prácticamente olvidada por los investigadores. Para superar esta negligencia y encaminar un mayor esfuerzo investigativo hacia este cultivo, es esencial establecer, en este momento, un programa de cooperación internacional para la investigación en yuca. Los siguientes son algunos de los tópicos que deben incluirse en dicho programa: intercambio de fuentes de germoplasma; unificación de los procedimientos para la evaluación de cultivares; realización de programas de pruebas comparativas; y programación de reuniones internacionales en relación con el desarrollo de la investigación sobre yuca.

## Germoplasma recolectado

El Instituto Central de Investigaciones Agrícolas (Central Research Institute for

Agriculture - CRIA) posee en su colección nueve cultivares mejorados: Valenca y Sao Pedro Petro SPP, originada en Brasil; Bogor (del cruce Maleka × Basiorao); Muara (del cruce Bogor × Basiorao); Gading de Java Occidental; Ambón (de Ambón), y tres selecciones Bogor (Ambón × Gading, V-629; Mangi × Ambón, W-78; y W-236).

## Germoplasma evaluado y características observadas

Los cultivares de yuca existentes en Indonesia provienen de la importación o del resultado de la hibridación, sea natural o artificial. No es raro que un cultivar posea diferentes nombres según el lugar, puesto que no existe una clasificación uniforme de los cultivares de yuca. En la tabla 1 se describen los clones mejorados reproducidos por el CRIA.

## Proyectos en desarrollo y planes futuros

Aunque la yuca es uno de los cultivos alimenticios más importantes en Indonesia, la planta, como en muchos otros países cultivadores de la misma, ha pasado generalmente inadvertida para los investigadores. Casi toda la investigación sobre yuca es adelantada por el Instituto Central de Investigaciones Agrícolas (CRIA) y la Universidad Brawijaya. Los estudios en el Instituto son realizados principalmente por la División de Agronomía como parte de su programa investigativo sobre tuberosas. Las actividades incluyen el mantenimiento de la colección de yuca, selección e hibridación, pruebas de rendimiento de las diferentes variedades, y experimentos de fertilización.

\* Universidad Brawijaya, Facultad Pertanian, Malang, Indonesia.

(Soenarjo and Wargiono 1972; Staf Pemuliaan Pemupukan Ubi-ubian 1970, 1971, 1972, 1973).

La selección de los clones resultantes de la hibridación y las pruebas de rendimiento de las diferentes variedades han sido, desde 1969, las principales actividades. Las pruebas de adaptación de los diferentes clones de yuca se llevan a cabo en los terrenos experimentales del Instituto en Java y otras islas principales de Indonesia. Las colecciones de yuca se mantienen en nueve campos experimentales de Java, siendo las principales las de Tamanbogo, Muneng, y Cikeumeuh. Con el fin de establecer recomendaciones generales sobre el uso de fertilizantes para los agricultores, se han realizado ensayos con la combinación NPK en varios terrenos experimentales.

La Universidad Brawijaya se ha dedicado ante todo a estudiar la producción de yuca según el sistema Mukibat que consiste, básicamente, en el injerto de púa o yema de *Manihot glaziovii* en un patrón de *Manihot esculenta* (de Bruijn y Dharmaputra 1974). El sistema fue inventado en 1952 por un agricultor del mismo nombre. Hasta 1973, cuando la Universidad Brawijaya decidió investigar el sistema Mukibat, ninguna investigación científica sistemática se había adelantado sobre su agronomía y posibilidades económicas. En la actualidad el sistema Mukibat se extiende progresivamente en Indonesia, particularmente en Java Oriental. En algunos lugares ha llegado a desplazar, casi en su totalidad, al sistema corriente de producción de yuca, con una duplicación estimada de rendimiento.

#### **Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión**

El auspicio del CIID a la investigación sobre el sistema Mukibat para la producción de yuca se inició en septiembre de 1973 en la Universidad Brawijaya. Los objetivos centrales del programa investigativo radican en el estudio de su viabilidad económica y de los métodos para mejorar el sistema desde el punto de vista agronómico. Para el efecto se llevan a cabo investigaciones en varias de las principales áreas productoras de yuca al oriente de Java. En julio de 1974 se adelantó una encuesta para

estudiar el alcance del sistema en las principales áreas productoras que lo utilizan.

#### **Enfermedades y plagas importantes**

Hasta el momento las enfermedades de la yuca no son, en Indonesia, un problema mayor. Aunque en 1931 Muller reportó la presencia del virus mosaico de la yuca, su prevalencia no ha sido confirmada.

Parece que en Java se presenta el marchitamiento bacteriano. Uno de los objetivos del programa de reproducción de vegetal que adelanta el CRIA consiste en la obtención de clones resistentes a dicha enfermedad.

La araña roja, *Tetranychus bimaculatus*, es la plaga más difundida en la yuca de Indonesia, especialmente en las regiones más secas. El CRIA adelanta un programa de selección e hibridación destinado a producir clones resistentes a tal plaga, que no dejó de ser problema en uno de los terrenos experimentales durante la estación seca de 1974. La variedad *Manihot glaziovii* de la yuca Mukibat fue también seriamente afectada por este ácaro.

#### **Medidas de Cuarentena**

Para la importación o exportación de plantas de yuca o de cualquier material vegetal se requiere la autorización del Ministerio de Agricultura.

Todo material vegetal, debe ir acompañado de un certificado fitosanitario internacional y entrar o salir del país a través de puertos determinados.

Las solicitudes de licencias para la importación o exportación de material vegetal deben dirigirse a la Dirección General de Agricultura en Yakarta, y especificar nombre, dirección y ocupación del consignador y consignatario; variedad y cantidad de plantas y de material vegetal y lugar de origen; método de embarque; puerto de entrada o salida; motivos para importar o exportar dicho material, y lugar de cultivo.

#### **Referencias**

- BRUIJN, G.H. de and T.S. DHARMAPUTRA, 1974. *The Mukibat system, a high yielding method of cassava production in Indonesia*. Neth. J. Agric. Sci. 22:89-100.
- KOENS, A.J. 1948 KNOLGEWASSEN. In C.J.J. van Hall and V. van de Koppel (ed.) *De Land-*

- bouw in de Indische archipel IIA*. N.V. Uitgeverij W. van Hoeve, La Haya, Holanda.
- MULLER, H.R.A. 1931 *Mozaiekziekte bij cassava*. Inst. voor Plantenziekten Bull. 24. 17 p.
- SOERNARJO, AND J. WARGIONO, 1972. *Experimental report on cassava and sweet potato during 1970/1971 wet season and 1971 dry season*. Staff Meeting, 1972. Central Research Institute for Agriculture, Bogor, Indonesia.
- STAF PEMULIAAN PEMUPUKAN UBI-UBIAN
1970. *Progress Report Tanaman Ubi-ubian tahun 1969* (Progress Report on Tuber Crops). Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bagian Agronomi, Bogor, Indonesia.
1971. *Progress Report Tanaman Ubi-ubian tahun 1970* (Progress Report on Tuber Crops). Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bagian Agronomi, Bogor, Indonesia.
1972. *Progress Report Tanaman Ubi-ubian tahun 1971* (Progress Report on Tuber Crops). Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bagian Agronomi, Bogor, Indonesia.
1973. *Progress Report Tanaman Ubi-ubian tahun 1972* (Progress Report on Tuber Crops). Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bagian Agronomi, Bogor, Indonesia.

# PERU

Juan Carlos Rosas\*

El material de yuca cultivado en Perú ofrece gran variedad de caracteres genéticos. Desafortunadamente, la investigación para desarrollar nuevas variedades ha ignorado, casi por completo, la recolección de éstas o su organización en un banco de germoplasma.

El sistema tradicional de cultivo para consumo local ha hecho que los agricultores cosechen más de una variedad de yuca. En cada pequeña parcela, localidad, o zona, se encuentran variedades diferentes con rasgos y características genéticas variables. Seis especies de *Manihot* han sido encontradas en el país.

## Germoplasma recolectado

En Perú el germoplasma se halla distribuido de la siguiente manera:

*Estación Experimental Agrícola "La Molina"*: 164 cultivares nacionales, 34 de Brasil, 24 de Paraguay, 17 de Bolivia, 10 de Colombia, 5 de Ecuador y una especie *M. glaziovii*; para un total de 255 cultivares.

*Estación Experimental Agrícola de Tulumayo (Tingo Maria)*: 74 cultivares nacionales (16 de "La Molina").

*Campo Experimental Agrícola de Yurimaguas y Tarapoto*: 46 cultivares nacionales (11 de "La Molina").

*Otros campos y Estaciones Experimentales*: un promedio de 10 cultivares diferentes, en su mayoría de "La Molina".

Perú cuenta con un total de 347 cultivares esclulenta y una especie de origen germoplásmico diferente.

## Germoplasma evaluado y características observadas

En la Estación Experimental Agrícola "La Molina" se determinaron las siguientes

características en el total cultivado: peso arrojado de raíces frescas; peso arrojado de raíces secas; peso arrojado de follaje fresco; índice de cosecha; raíces: almidón, proteínas 80%, HCN (Guinard) 50%; tipo de crecimiento de los tallos; color de la raíz: cáscara, felodermis, pulpa; forma de las raíces, pedúnculo y profundidad de enraizamiento; resistencia al nemátodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*): 30% del total; defoliación durante la cosecha (evaluación cualitativa); y resistencia a la araña roja (*Tetranychus* sp.): 50% del total.

En la Estación Tulumayo solo se determinó el peso arrojado de raíces frescas y el rendimiento farináceo (50% del total). En el campo experimental agrícola Tarapoto se registró el peso arrojado de raíces frescas y el contenido de almidón.

## Area dedicada al cultivo de yuca y área futura

El área dedicada al cultivo de yuca en Perú abarca actualmente una extensión de 36.075 hectáreas, con un volumen de producción de 481.925 toneladas métricas, y un promedio de rendimiento de 13.365 kg/Ha (Estadística Agraria, Perú, 1971).

Puesto que aún prevalece la tradición de granjas familiares, los agricultores prefieren sembrar pequeñas parcelas independientes con un solo cultivo, ocasionalmente mezclado con maíz. La zona costera presenta sembrados más extensos que abarcan varias hectáreas y abastecen grandes mercados aledaños.

La raíz se consume generalmente en estado fresco y solo un pequeño porcentaje se

\* Estación Agrícola Experimental "La Molina", Apartado 2791, Lima, Perú.

destina a las fábricas para su transformación en almidón y harina.

Aunque la demanda de yuca fresca experimenta actualmente un ligero aumento, que debería traducirse en una expansión semejante del área total destinada a su producción, todo aumento significativo del área cultivada permanece supeditado al establecimiento de industrias productoras de harina y almidón.

### Proyectos en desarrollo y planes futuros

Aunque se han considerado algunas metas experimentales para el futuro inmediato (v.gr., mejoramiento genético y germoplásmico, fertilización, fisiología y control de malezas, trabajos de cultivo, conservación de productos, alternativas de producción, nutrición animal, plagas y enfermedades), es probable que los recursos para su ejecución sean escasos. A pesar de la necesidad de desarrollar técnicas acordes con la importancia que la yuca pueda tener en Perú, el recorte presupuestal reducirá las actividades en varios aspectos.

Los proyectos actualmente en desarrollo son: evaluación agronómica del germoplasma; b) mejoramiento genético por medio de cruces libres; c) estudio comparativo de cultivares; d) distancias de siembra; e) fertilización NPK; f) control de malezas; g) estudios fisiológicos; h) métodos de siembra y tipos de cangres; i) análisis de las raíces (proteínas, almidón, HCN, harina); j) alternativas de producción (rotación de cultivos); k) épocas de siembra y cosecha; y l) alimento porcino. Los planes futuros incluyen trabajos sobre almacenamiento y secado.

### Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión

Los recursos financieros para investigación son muy escasos y no existe financiación alguna por parte del Ministerio de Agricultura.

En la actualidad las estaciones experimentales cuentan con el siguiente personal: La Molina, dos agrónomos (80% tiempo), Tingo María, un agrónomo (20% tiempo), Tarapoto, un agrónomo (25% tiempo), y Lambayeque, Cuzco, Satipo, un agrónomo (50% tiempo).

El proyecto de Tingo María es el único que ofrece servicios de extensión, con un agrónomo por cada 2.000 hectáreas.

### Enfermedades y plagas importantes

Son diversas las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de yuca en Perú; sin embargo, los agricultores rara vez otorgan importancia a su incidencia. Las pérdidas económicas causadas por estos ataques son desconocidas, ya que frecuentemente pasan desapercibidos o ignorados.

Entre 1969 y 1971 los cultivos sudamericanos fueron sometidos a cuarentena para llevar el control de las enfermedades presentes; en lo referente a plagas sólo se evaluaron los nemátodos.

Las siguientes son algunas de las enfermedades y pestes que atacan la yuca.

#### Enfermedades

mancha parda, *Cercospora henningsii*;  
mancha blanca, *Cercospora caribaea*;  
manchas foliares, *Phyllosticta* sp.;  
podrición radical, *Botryodiplodia* sp.

#### Plagas

gusano de la hoja, *Erinnys ello*;  
mosca barrenadora de los brotes, *Silba pendula*;  
araña roja, *Tetranychus* sp.;  
broca de la yuca, *Eubulus* sp.;  
nemátodo del nudo de la raíz, *Meloidogyne incognita*.

#### Medidas de Cuarentena

A pesar de que no existe un reglamento escrito sobre la introducción de material vegetal al país, se requiere la autorización de la Dirección de Inspección y Control del Ministerio de Agricultura, un certificado fitosanitario que acredite la ausencia de plagas y enfermedades en el material, y un período de cuarentena para su observación. Desafortunadamente, estos requisitos no se cumplen a cabalidad, existiendo el riesgo de que entren al país plagas y enfermedades que afecten los cultivos y ocasionen problemas agrícolas serios.

# COLOMBIA

Lauro Luján\*

En Colombia ha sido tradicional la siembra de variedades de yuca dulce cultivada casi toda por pequeños agricultores para consumo doméstico. Cerca de 70% de la yuca cultivada se utiliza como alimento humano, 20% se destina a fines industriales, y 10% se emplea como pienso.

## Germoplasma recolectado

La investigación sobre yuca fue iniciada en Colombia por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 1967, como parte de su Programa Nacional de Raíces y Tuberosas. Al comienzo la Colección Colombiana de Manihot (CMC), registró 330 entradas. El Centro Experimental del ICA, en Palmira, mantiene 256 clones de yuca cultivada, provenientes de Colombia, Venezuela y Brasil, los cuales se encuentran todavía libres de la bacteriosis y el superalargamiento. Existe otro grupo de 74 cultivares en Caribía (Sevilla, Magdalena) recogidos en los estados septentrionales de Colombia, en los cuales se incluyen la especie silvestre *Manihot carthagenensis*.

## Germoplasma evaluado y características observadas

Por varios años, el material disponible se sometió a evaluación en las principales áreas productoras de yuca, observándose sus características agronómicas y fenotípicas, y sus reacciones a plagas y enfermedades.

Las principales características registradas en relación con el follaje fueron: germinación, hábitos de ramificación, altura y vigor de la planta, tamaño y retención de la hoja, floración y localización de la fruta, y madurez.

En las raíces se evaluó su cantidad y forma; longitud y diámetro; color de la epidermis, la felodermis y la pulpa; peso; gravedad específica; contenido de almidón; contenido de HCN; perecimiento y calidad de cocción.

El índice de cosecha fue 10 meses. Se registró, también, la reacción a las plagas thrips, arañas y moscas barrenadoras de los brotes; y a las enfermedades: bacteriosis, *Phoma*, y *Cercospora*.

El repetido trabajo de evaluación regional contribuyó a la identificación de 20 cultivares promisorios de los cuales se escogieron, como variedades, cuatro clones superiores, a saber: Llanera (CMC-9), ICA Palmira (CMC-76) ICA Montería (CMC-40), e ICA Caribía (CMC-84).

## Area dedicada al cultivo de yuca y área futura

La yuca se cultiva a lo largo del país en pequeñas parcelas dispersas por debajo de los 2.000 metros de altura. El cultivo cubre aproximadamente 160.000 ha/año, con un costo promedio de US\$227 por hectárea, una producción de 1'320.000 toneladas de raíces evaluadas en US\$44 millones, y un empleo de más de 200.000 personas.

Aproximadamente el 60% del total de cultivos sigue los métodos tradicionales y, por consiguiente, el nivel de tecnología aplicada es bajo. Cerca del 30% del total se siembra en asocio con maíz, plátano, café o frijol, según la región.

Existen razones fuertes para prevenir aumentos tanto en la cantidad de tierras destinadas a su cultivo, como en su rendi-

\* Dirección Programa Nacional de Tuberosas, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Apartado Aéreo 151123, El Dorado, Bogotá, Colombia.

miento. Con que se pudiera destinar al cultivo de yuca solo el 1% del total de la superficie menor de 2000 metros ( $1'002.320^2$ ), el potencial disponible sería de 10 millones de hectáreas.

### Proyectos en desarrollo y planes futuros

Los proyectos investigativos del ICA sobre yuca tienen como objetivo el mejoramiento genético, las prácticas de cultivo, y su utilización. Los trabajos de investigación que abarcan las planicies del Norte se adelantan en Caribia, (Sevilla, Magdalena), los de las tierras bajas interandinas en Palmira (Valle) y Nataima (Tolima), y en La Libertad (Meta) los que cubren los Llanos Orientales. El suelo y las condiciones ecológicas de estas tres principales regiones productoras de yuca difieren entre sí. Los trabajos de investigación sobre yuca cuentan con la estrecha colaboración del ICA y el CIAT.

Mediante el trabajo de reproducción se espera obtener variedades tempranas con buenas características agronómicas y bajo contenido de HCN. La autofecundación y el cruce controlado dió 5000 embriones, de los cuales se seleccionaron 60 clones que en la actualidad están siendo sometidos a pruebas de rendimiento para escoger los mejores y someterlos a ensayos regionales. El catálogo preliminar de yuca en Colombia incluye cuatro variedades registradas. La semilla básica se distribuye a los cultivadores por intermedio de los centros investigativos de Palmira, Caribia y Nataima en especial.

Las siguientes fueron las prácticas de cultivo consideradas mejores: a) fecha de siembra: marzo y septiembre; cosecha 9 a 11 meses después; b) espaciamiento entre plantas: 1 x 1 m; cada variedad requiere espaciamiento diferente según el uso destinado del cultivo; c) métodos de siembra: en su mayor parte manuales; los mejores rendimientos se obtuvieron con cangres de 20-30 cm, sembrados a 45 grados; d) fertilización: en sus etapas iniciales; los niveles críticos de NPK se estudian en todo el país; e) control de enfermedades y plagas: limitado a los cultivos comerciales; utilización de semilla sana y unas pocas fumigaciones.

En su mayor parte, los métodos de empleo de la yuca son tradicionales. Existe,

sin embargo, creciente interés por mejorar las pequeñas plantas procesadoras a fin de producir harina de yuca que reemplace, en parte, la harina de trigo utilizada en la industria panificadora. Los resultados obtenidos con el uso de la yuca como alimento para ganado lechero y porcino fueron promisorios.

### Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión

El Programa Nacional de Raíces y Tuberosas adelantado por el ICA cuenta con un grupo investigativo sobre yuca de siete agrónomos de planta y siete asistentes de campo y con un presupuesto anual de US\$ 85.000.

Los resultados de la investigación son puestos a disposición de los cultivadores por los Programas de Desarrollo Rural localizados en tierras bajas, mediante un grupo de 14 agrónomos de tiempo completo y 30 asistentes de campo, con un presupuesto anual de US\$ 135.000.

### Enfermedades y plagas importantes

**Enfermedades.** Añublo bacteriano de la yuca: de importancia económica, prevalece en las regiones de humedad relativa alta y temperatura media entre 25-30°C; manchas foliares por *Cercospora*: ampliamente diseminada en el país, no ocasiona daño serio a los cultivos; manchas pardas y blancas: siempre presentes; manchas foliares por *Phyllosticta*: común en las regiones más frías; superalargamiento: serio factor reductor del rendimiento, se encontró hace poco en varias regiones; pudrición de la raíz: ocasionada por hongos de *Phytophthora* y *Rosellinia*, se presenta en los suelos orgánicos deficientemente drenados de las regiones con alta pluvialidad.

Las enfermedades ocasionadas por virus son, hasta ahora, desconocidas en Colombia.

**Plagas.** Thrips: ampliamente diseminada en Colombia, ofrece, según observación, cierta resistencia varietal; ácaros: la especie común pertenece al género *Monychus* y *Tetranychus*; gusano de la hoja: generalmente presente en pequeñas cantidades, posee predadores naturales; broca del tallo: más

frecuente en los Llanos Orientales y planicies del norte; mosca barrenadora de los brotes, común en la mayoría de las áreas cultivadoras de yuca; hormigas: la especie de gérmenes ATTA es la más frecuente.

#### **Medidas de cuarentena**

Colombia se rige por el acuerdo internacional firmado en Roma el 6 de diciembre de 1951, y aprobado por la Ley 82 de 1968 del país. Las regulaciones pertinentes establecidas por el Ministerio de Agricultura son aplicadas y puestas en vigencia por el ICA.

Para la importación de material vegetal se requiere en Colombia el permiso del ICA. Dicho material puede ser admitido o rechazado por el Servicio de Inspección Sanitaria en el puerto de entrada. Las medidas de cuarentena fueron estrictamente aplicadas al germoplasma de yuca en Tibiatatá (Bogotá), con la cooperación de los fitopatólogos del CIAT.

# MALASIA

S.K. Chan\*  
S.L. Tan\*  
S.L. Geh\*

## Germoplasma recolectado

En Malasia el cultivo de la yuca a gran escala tuvo lugar por primera vez hacia 1851 en Malaca. En 1883, Cantley registró cuatro variedades: Brasileña Roja y Brasileña Blanca, de maduración en 9 meses; Singapur, en 15 meses; y Mauricio, en 18 meses. En 1886 el mismo Cantley adquirió más variedades de yuca procedentes de Brasil. Más tarde, el Departamento de Agricultura importó de Suramérica, vía Java y Filipinas, nuevas variedades. En 1946 este mismo Departamento informó la pérdida de las variedades de yuca existentes en la Estación Central Experimental de Serdang, durante la ocupación japonesa, y la recolección de variedades provenientes de diferentes partes de Malasia peninsular. Dicha colección incluyó las variedades: Medan (Kekabu), Jurai, Betawi (Berat), Puteh 1, Ladang (Btg. Puteh), Pulut, Lemak y Sakai. En 1955 el Departamento de Agricultura adquirió las variedades 'Black Twig' y 'Green Twig', extensamente cultivadas en Perak, para la elaboración de harina de tapioca. Las importaciones más recientes son: KGT 44 de Indonesia, Bangkok 1 y 2 de Tailandia, y las variedades sudamericanas: Llanera, Brasil, ITU 1507720, Fowlfat y El Salvadore.

Hasta el momento se cuenta con un total aproximado de 40 variedades locales y foráneas, y cerca de 1.000 clones de semillas. La fuente original de la colección de germoplasma en la península de Malasia es posiblemente Brasil. La variedad más difundida para la elaboración de harina de tapioca y hojuelas de yuca es la denominada 'Black Twig', y para complemento alimenticio la variedad 'Medan'.

## Germoplasma evaluado y características observadas

La colección se encuentra dividida en cuatro grupos principales, de acuerdo con el color del tallo maduro (castaño claro, castaño oscuro, argentado o naranja). La siguiente subdivisión se basa en la relación largo/ancho del lóbulo de la hoja. Un lóbulo angosto es aquel que posee una relación de  $> 10:1$ , mientras en un lóbulo normal esta relación es de  $< 10:1$ . También se ha utilizado como subdivisión, a este nivel, el borde rizado de la hoja por comparación con las hojas normales o angostas. El color del retoño o el de las hojas tiernas ofrece tres categorías: retoños completamente verdes, retoños parduzcos, y retoños rojo purpuro o verde rojizo. Se incluye un cuarto grupo menor con base en la presencia de hojas jaspeadas.

El color del pecíolo provee la cuarta característica de tipo morfológico utilizada en la clasificación. Este puede ser de tres clases principales: pecíolos rojos son aquellos completamente rojos o aquellos cuya proporción de rojo sea mayor que de verde. Pecíolos ligeramente rojizos son aquellos predominantemente verdes, aunque con un tinte rojo ya sea pronunciado o desvanecido. Pecíolos verdes son aquellos que no tienen traza alguna de rojo.

El grupo final se basa en los colores principales de la capa exterior de la epidermis del tubérculo: castaño claro y castaño oscuro (incluyendo la coloración pardo rojizo).

\* MARDI, P.O. Box 208, Sungai Besi, Serdang, Selangor, Malasia.

## Área dedicada al cultivo de yuca y área futura

Es difícil hacer un estimativo del área real dedicada a su cultivo. De acuerdo con las estadísticas del Ministerio de Agricultura y Cooperativas hay en la actualidad cerca de 20.000 hectáreas sembradas con yuca. La mayor parte de estos cultivos son siembra individual destinada a la elaboración de almidón y hojuelas. Cuando su uso es alimenticio se observa el patrón de cultivo múltiple. Se espera un aumento del área en razón de que algunos gobiernos estatales e intereses privados están abriendo fábricas para la elaboración de almidón y hojuelas.

## Proyectos en desarrollo y planes futuros

Los proyectos actualmente en desarrollo son: 1) reproducción y selección de variedades; 2) mejoramiento agronómico de la producción de yuca; y 3) identificación de enfermedades y evaluación de su importancia económica.

Bajo el segundo de los proyectos mencionados se llevan a cabo los siguientes estudios: a) factibilidad para la siembra vertical de cangres de tallo más largo con miras a lograr cosechamiento temprano, rendimiento alto, y control mecánico de la maleza; el estudio incorpora también los efectos de la siembra en caballones frente a la siembra plana, y el momento de aplicación de abonos; b) resultados de la siembra de variedades, lado a lado, con el fin de encontrar la mejor combinación de variedades para producir alto rendimiento de raíces; c) posibilidad de utilizar los residuos de la rama de la palma oleosa como cobertura de la yuca, con el objeto de obtener un rendimiento mayor mediante posibles beneficios como el control de malezas, la retención de humedad del suelo, el suministro nutritivo, etc.; d) requerimientos nutricionales de la yuca en terrenos sometidos a cultivos continuos. Igualmente se incluyen en el estudio los indicadores de diagnóstico tales como cambios en los niveles de folionutrientes, y las características morfológicas.

## Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión

A partir de 1975 el MARDI asignó, además del agrónomo de planta, un genetista y

un fitopatólogo para trabajar de tiempo completo sobre la reproducción y enfermedades de la yuca. El equipo local de trabajo se vió fortalecido, aún más, por la participación de un científico del CIID quien, además de otras tareas, trabajará con el grupo durante cuatro años para profundizar en los aspectos fisiológicos de la yuca. El MARDI también ha solicitado un experto del Instituto de Productos Tropicales de Gran Bretaña para estudiar los problemas de almacenamiento e idear métodos prácticos para el almacenamiento de las raíces. Igualmente, MARDI proyecta, en el curso de los próximos cinco años, elevar a seis el personal local de investigadores, e incluir un economista, un agrónomo (o fisiólogo), y un ingeniero.

## Enfermedades y plagas importantes

En varias plantaciones de yuca de Serdang, Selangor, fue posible observar marchitamiento de los retoños y manchas foliares angulares, síntomas similares a los del añublo bacteriano de la yuca. La bacteria responsable de estas lesiones se identificó como *Xanthomonas manihotis*. Esta enfermedad fue igualmente observada en una gran plantación de yuca ubicada en un terreno selvático recientemente despejado en la región Kota Tinggi (200 millas al Sur de Serdang). Sin embargo, en esta región, en donde se han sembrado más de 2200 hectáreas con yuca, no se encontraron síntomas del mencionado marchitamiento de los retoños.

Entre las diferentes manchas foliares registradas en la yuca, las más prevalentes parecen ser las causadas por *Cercospora* spp., siendo su agente más común la *Cercospora henningsii*. En las plantaciones de Johore se encontró en gran cantidad la mancha foliar blanca, similar a la producida por la *Cercospora caribaea*. Sin embargo, su incidencia en Serdang es esporádica, y no se registran datos de daños extensos.

La enfermedad llamada podredumbre blanca causada por el *Fomes lignosus* se encuentra ocasionalmente en los cultivos de yuca, pero no produce mayores daños. Su prevalencia es mayor en los terrenos sembrados previamente con caucho (conocido hospedero de esta enfermedad). Prácticas

agrícolas como la remoción y quema de los restos del caucho ayudarían a controlar la difusión de esta enfermedad.

A más de las enfermedades mencionadas, se han registrado la mancha foliar (*Choanephora cucurbitarum*), la podredumbre roja (*Ganoderma pseudoferrum*), el marchitamiento (*Sclerotium rolfsii*), y las enfermedades de la raíz (*Sphaerostilbe repens*). Otras enfermedades foliares secundarias observadas tienen los siguientes agentes causales *Glomerella Cingulata*, *Mycosphaerella manihoris*, *Periconia byssoides* y *Pestalotiopsis* sp.

Por lo general, las plagas son de menor importancia. Son comunes la araña roja, los escarabajos, las cochinillas y las hormigas blancas. Ocasionalmente los cultivos de yuca sufren daños infligidos por ratas, cerdos salvajes y monos.

#### **Medidas de Cuarentena**

Para el material procedente de América del Sur y África debe obtenerse permiso del funcionario encargado de hacer cumplir las medidas de cuarentena, detallando el tipo de material, nombre botánico; si se trata de esquejes, bulbos o semillas; propósito, país de origen, cantidad, método de envío, puerto de entrada, fecha y hora de llegada. El permiso, una vez concedido, estará sujeto a condiciones como la emisión de un certificado sanitario, tratamiento previo contra plagas y enfermedades, cuarentena intermedia en un instituto reconocido (v.gr. CMI o el Royal Institute of Tropical Agriculture en Amsterdam), y cuarentena local antes de permitir su siembra en el campo.

El material proveniente de otros continentes requiere un permiso de importación emitido por el mencionado funcionario quien puede, en este caso, autorizar su entrada sin necesidad de someterlo a cuarentena intermedia, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones como el certificado sanitario, el tratamiento previo contra plagas y enfermedades, y la cuarentena local antes de su siembra.

# GUATEMALA

Astolfo Fumagalli\*

Son muchas las variedades de yuca cultivadas en Guatemala y se da el caso de que una misma variedad reciba diferentes denominaciones, según la zona de cultivo.

Su siembra está casi exclusivamente limitada al oriente y sur del país, y satisface la demanda interna para fines industriales y alimenticios. Del total de la producción, el 80% se transforma en almidón y el 20% restante se destina para alimento humano y animal.

No obstante la existencia de dos fábricas para el procesamiento de yuca, éste es eminentemente artesanal.

## **Germoplasma recolectado**

La investigación sobre el germoplasma disponible está apenas comenzando y no existe un programa para el mejoramiento de la yuca. La Universidad de San Carlos posee 86 cultivares, en su mayoría originarios de Costa Rica, y unos pocos procedentes de Brasil, Cuba y Colombia.

## **Germoplasma evaluado y características observadas**

Hasta el momento ha sido poca la investigación realizada para evaluar el germoplasma, igualmente escasa es la información disponible sobre rendimiento, costos de producción y rentabilidad.

En 1964, la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos importó 80 cultivares de Costa Rica; aparentemente este material no aporta ventaja alguna sobre el material regional.

## **Area dedicada al cultivo de yuca y área futura**

El área aproximada de los terrenos sembrados con yuca es de 2800 hectáreas, con

una producción promedio de 19.000 toneladas métricas, y un rendimiento de 5000 a 20.000 kg/ha.

La zona Oriental de cultivo está caracterizada por una baja precipitación pluvial, que limita la capacidad productiva del área y expande el tiempo de crecimiento a 18 meses. Su rendimiento promedio es de 11.676 kg/ha.

La zona Sur, en la Costa del Pacífico, parece ser económicamente la más indicada para el incremento de la yuca con fines industriales. Debido a las favorables condiciones climáticas y de suelo, su rendimiento promedio es de 22.700 kg/ha.

Las perspectivas económicas de este cultivo parecen buenas debido, principalmente, a la creciente demanda de almidón. Exceptuando una gran fábrica en la región oriental, el almidón de yuca se procesa rústicamente en pequeñas plantas. La demanda de yuca fresca en los mercados urbanos es limitada. Guatemala no alcanza a satisfacer la demanda de productos derivados de la yuca, y solamente podría competir con costos de producción más bajos y aumento en los rendimientos.

## **Proyectos en desarrollo y planes futuros**

Actualmente el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) planea un estudio sobre la yuca como alimento porcino, destinando los cereales sólo para alimento humano. En las instalaciones del CIAT en Cali, Colombia, se realizará la capacitación de jóvenes con destino a este programa.

\* Subgerente General ICTA, Galerías España, 5o. piso, Avenida 67 No. 11-59, Zona 9, Guatemala.

### **Recursos financieros y humanos para los programas de investigación y extensión**

Salvo escasas excepciones, la yuca se cultiva en pequeñas siembras familiares inferiores a una hectárea. Esto genera desorden en los cultivos y suministro inadecuado de materia prima para la industria. Las técnicas de producción utilizadas van desde la aplicación de métodos rudimentarios, hasta la adopción de sistemas mejorados de cultivo. Guatemala carece de investigación o planes de extensión para aumentar su producción de yuca.

### **Enfermedades y plagas importantes**

No existen informes sobre las enfermedades y plagas de importancia. Se sospecha sin embargo, la presencia de superalargamiento, mosca barrenadora de los brotes, thrips y ácaros.

### **Medidas de cuarentena**

En la actualidad Guatemala participa en un programa de cuarentena para el área de Centro América, Panamá y México, que prohíbe la importación de partes vegetativas de varias plantas. Las medidas de cuarentena son muy estrictas, haciendo particularmente difícil la introducción de material vegetal al país.

# FILIPINAS

A.L. Carpena\*  
D.P. Baldós\*

En Filipinas, la mayoría de las raíces, en especial la yuca, se caracterizan por un bajo rendimiento productivo (promedio nacional 5,6 t/ha), y por un bajo contenido proteínico y de almidón, atribuible en su mayoría a una constitución genética inferior.

## **Germoplasma recolectado**

Las fuentes de germoplasma para yuca son limitadas, existiendo muy poca variación morfológica. En efecto, la mayor parte de las colecciones locales se parecen bastante a la variedad "Balinghoy", ampliamente cultivada. Por lo tanto, para desarrollar variedades de alto rendimiento, nuestro programa de fitomejoramiento depende en buena medida de variedades extranjeras provenientes de diversos centros internacionales.

Probablemente sólo existe una variedad de yuca originaria de Filipinas. Se trata de una variedad dulce denominada "Balinghoy", término utilizado para la yuca en la región filipina de Tagalog, cuya epidermis va de rosado claro a rosado oscuro, y su pulpa es blanca. La planta no se ramifica y alcanza hasta tres metros de altura. En una prueba realizada, esta variedad arrojó un rendimiento de solo 23 toneladas por hectárea (65% del total obtenido con Vassourinha, conocida variedad brasileña) y dió apenas un 17% de almidón (con base en el peso fresco).

## **Germoplasma evaluado y características observadas**

Parece que en Filipinas sólo se cultivan otras tres variedades de yuca (excluyendo las variedades importadas por las plantaciones comerciales para la producción de almi-

dón), pero su difusión no es tan amplia como la Balinghoy. Una de las variedades, la Davao City 1, tiene hojas más o menos del tamaño de la Balinghoy pero su forma varía ligeramente, cuando joven sus pecíolos y su tallo son verdes. Otra variedad es la que se parece de joven a la Balinghoy (Paste Collection), pero su tallo cambia de color al madurar. La Golden (Dorada) es la tercera variedad y difiere de las otras en que el color de su pulpa es amarillo.

En estudios realizados sobre el rendimiento y otras características de las dos últimas variedades, la variedad que se asemeja a la Balinghoy dió más o menos el mismo rendimiento en cuanto a raíces comerciales, pero un rendimiento ligeramente superior en contenido de almidón (21%). Es probable que las primeras dos variedades (ambas con corteza blanca) sean también "nativas", pero no gustan tanto como la Balinghoy. La variedad Golden, cuyo origen se desconoce, es, sin duda, de reciente introducción en Filipinas. Nuestra colección cuenta con una variedad originaria de Camboya, semejante en mucho a esta última.

Debido a la limitada variabilidad de germoplasma, Filipinas se ve obligado a depender de otros países para ampliar su colección varietal. Puesto que los fondos para viajes internacionales son escasos, la colección crece muy lentamente. No ha sido fácil obtener material foráneo de yuca para plantío por medio de correspondencia. Incluyendo las cuatro variedades locales mencionadas anteriormente, y cuatro más que parecen ser duplicados de Balinghoy y

\* Philippine Council for Agricultural Research, Los Baños, Laguna, Filipinas.

Golden, hay en la actualidad 53 variedades, entre las que se cuentan: Bogor, Vassourinha, Jurai, Hawaiian 4, Indonesia Acc. 15, Hawaiian 2, y Ubi Puteh. La colección cuenta con suficiente variación morfológica. Las variedades difieren en tamaño y forma de la hoja, color del tallo (tanto joven como maduro), color del peciolo, tasa de crecimiento, etc. La corteza de la mayoría es blanca. No se ha estudiado el contenido de ácido cianhídrico pero los análisis realizados por otros investigadores muestran que más del 50% de nuestras variedades son "amargas".

Sólo se han estudiado el rendimiento y otras características de 26 variedades. La variedad de mayor rendimiento (en la única prueba hecha) es la Hawaiian 1, con 36 t/ha (una tonelada más alta que la Vassourinha). El más alto contenido de almidón (27%) se encontró en la variedad Indonesia 17.

Las adquisiciones foráneas incluyen una variedad para la producción de almidón, cultivada en las plantaciones comerciales de yuca en Filipinas y denominada Java Brown; el término brown (castaño) describe el color del ápice del retoño. Esta variedad dió rendimiento de producción de solo 19 t/ha y un contenido de almidón de 19%, en la prueba dirigida por la UPLB. Los investigadores que trabajan en una plantación comercial de yuca al Sur de Filipinas sostienen que es posible obtener un 28% de almidón con esta variedad.

#### **Area dedicada al cultivo de yuca y área futura**

Filipinas cuenta con cerca de 80.000 has. sembradas con yuca. Casi siempre se la cultiva intercalada con cocoteros o maíz. A esto se debe en que su rendimiento promedio sea 5 t/ha, bastante inferior al promedio mundial. Su producción total excede las 400.000 toneladas, la mayor parte de las cuales se utiliza directamente en consumo humano, aunque existe gran interés en su empleo como alimento animal y como fuente de almidón industrial. Se vislumbra, por tanto, considerable potencial de aumento para su producción.

#### **Recursos humanos y financieros**

Bajo los auspicios del Consejo Filipino para Investigación Agrícola, el gobierno ha establecido un programa a largo plazo para investigar los cultivos de raíces, otorgándole un énfasis mayor a la yuca. El presupuesto de este programa para el período 1974-76 es de 5,1 millón de pesos filipinos. El programa está dotado con personal experimentado que trabaja medio tiempo en el programa. Se han recibido propuestas para un programa substancial de entrenamiento que abarque de 1975 a 1980 y suministre un equipo competente con amplio radio de acción. En la actualidad hay ocho científicos (cuatro a nivel de doctorado y cuatro a nivel de magister) que trabajan en la investigación sobre el cultivo de raíces; dos de media jornada y otros que le dedican de 10 a 15% de su tiempo. Las propuestas del Consejo para la expansión del programa a largo plazo sobre cultivo de raíces, que incluyen un presupuesto proyectado de cerca de 10 millones de pesos filipinos para siete años, son objeto de estudio.

#### **Enfermedades y plagas importantes**

Filipinas no tiene problemas serios con enfermedades que ataquen la yuca, según determinaron las encuestas adelantadas hace un año por los fitopatólogos y entomólogos de la UPLB. La enfermedad más comúnmente observada es la mancha foliar *Cercospora*, pero los daños causados no son de tener en cuenta. También se ha detectado la presencia de roya. Aunque la plaga principal parece ser la araña roja, por ahora se la considera secundaria.

#### **Medidas de cuarentena**

No existen medidas de cuarentena claramente definidas. En el pasado han sido muy laxas, pero es probable que esto cambie en el futuro.

# ECUADOR

Fernando R. Paz Briz\*

La yuca ha sido tradicionalmente cultivada en Ecuador, como alimento humano en particular por los campesinos del litoral quienes la siembran en pequeñas parcelas de 1 a 7 hectáreas, con los métodos de antaño.

## **Germoplasma recolectado**

Inicialmente la selección y recolección de los cuatro cultivares denominados CADE 1, 2, 3 y 4 se realizó en el área de Santo Domingo de los Colorados.

A solicitud del CIAT, la Estación Experimental Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) recogió cangres de los cultivares más comunes a lo largo de todo Ecuador. La colección llegó a contar con un total de 193 cultivares. Desafortunadamente, UNIAP ha mostrado poco interés en la yuca, haciendo imposible la obtención de información exacta al respecto. El germoplasma recolectado hasta ahora en Ecuador no ha sido conservado en las condiciones adecuadas.

## **Germoplasma evaluado y características observadas**

Los cultivares CADE 1, 2, 3 y 4 fueron evaluados principalmente en base a su capacidad de producción, lográndose, además, la caracterización botánica y una sencilla evaluación agronómica de cada uno. De la Estación Experimental Pichilingüe se estudiaron cinco cultivares, evaluándose sus características agronómicas y su valor industrial.

## **Area dedicada actualmente al cultivo de yuca y área futura**

En 1973, según la información obtenida del Ministerio de Agricultura, cerca de

52.000 has. estaban dedicadas al cultivo de la yuca, con un volumen de producción de 502.000 toneladas métricas y un rendimiento aparente de solo 9,4 toneladas métricas por hectárea. La baja densidad de siembra (15000-3500 plantas/ha) se presentaba en terrenos donde un 98% estaba dedicado al cultivo asociado. En siembra individual fluctuó entre 20 y 25 t.m./ha. En términos económicos, este cultivo ocupa el octavo lugar en importancia dentro del país. El área futura dependerá del mercado con que cuente la yuca.

## **Proyectos en desarrollo y planes futuros**

En la actualidad se adelanta un estudio agro económico conjunto CIAT/INIAP sobre los costos y pérdidas de producción, e INIAP tiene a su cargo la conservación del germoplasma. Se proyecta también un programa nacional de banano, frutas tropicales y diversificación de cultivos, así como otro programa de diversificación agrícola a través del Ministerio de Agricultura.

## **Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión**

En el momento no existe ayuda gubernamental. Los recursos financieros actuales provienen de AGRIL S.A. (Agrícola Industrial del Litoral, S.A.), compañía privada interesada en promover el cultivo de yuca con fines industriales, principalmente como sustituto de fermentación. Esta firma cuenta con un ingeniero de proyectos y un ingeniero para fomento de cultivos.

\* Cervezas Nacionales Cía. Anónima, Casilla 519, Guayaquil, Ecuador.

### **Enfermedades y plagas importantes**

Las enfermedades importantes de la yuca en Ecuador son: mancha blanca (*Cercospora caribaea*); pudrimiento de la raíz (*Rosellinia bunodes*); mancha parda (*Cercospora henningsii*); y añublo bacteriano. Las plagas incluyen: mosca barrenadora de los brotes (*Silba pendula*), gusano de la hoja (*Erinnys ello*), y broca del tallo (*Colosternus* sp.).

### **Medidas de cuarentena**

No existe restricción alguna para la importación de germoplasma. Por tanto, la posibilidad de introducir al país cualquier tipo de material vegetal representa grandes riesgos agroeconómicos.

# TAILANDIA

Banjerd Boonsue \*  
Sophon Sinthuprama \*\*

En el momento actual la yuca es el cuarto cultivo principal de exportación en Tailandia. Más del 90% del total cultivado, aproximadamente 2,5 millones de toneladas, se exporta casi exclusivamente a los mercados europeos. La mayoría de los agricultores tailandeses la cultivan, ante todo, por ser comercial y no como producto de consumo local. Por lo regular las raíces frescas se venden directamente a las fábricas locales donde se elaboran harinas, hojuelaa, o granulados destinados a los mercados foráneos.

## Germoplasma recolectado

La producción de yuca se remonta al siglo XVIII. El primer cultivar era 'tipo dulce' y se denominó yuca de 'cinco minutos', en razón del tiempo de cocción. Se cree que las variedades amargas entraron al país a través de Malasia, siendo intercaladas primero en las plantaciones sureñas de caucho joven, y propagadas más tarde a todo el país. Las actuales variedades, localmente adaptadas, pueden ser híbridos naturales, o bien tipos directos provenientes de ese material.

Muy poca ha sido la investigación anterior sobre mejoramiento de germoplasma y selección varietal debido, tal vez, a que los cultivares existentes tienen muy poco o ningún problema agronómico serio. Sin embargo, las evidencias indican que ya han sido introducidos al país por muchos tipos y variedades de yuca, incluyendo material del CIAT (Tabla 1).

## Germoplasma evaluado y características observadas

Desafortunadamente, no se dispone de mucha información a este respecto. El

TABLA 1.

Año	No. de Introducciones	Origen
?	?	Malasia
1937	9	Java
	5	Mauricio
	3	Malasia
	1	Desconocido
1963	7 (5)*	Java
1965	44 (21)	Islas Vírgenes
1970	5 (5)	Colombia

\* Las cifras en paréntesis indican al número de variedades aún disponibles.

Departamento de Agricultura revisó hace poco algunos de los materiales de introducción reciente mediante pruebas de rendimiento en la Estación de Huai Pong. Los resultados mostraron que el rendimiento en raíces de la mayoría del material descrito en la lista anterior (exceptuando el colombiano) era inferior al de las variedades locales. Sólo unos pocos eran semejantes a las variedades corrientes (Tabla 2). A partir de estos resultados se recomienda todavía en todas las regiones yuqueras, el uso de las variedades locales para producción comercial.

## Area dedicada al cultivo de yuca y área futura

Las áreas de mayor producción están concentradas en un radio de 300 kilómetros alrededor de Bangkok, donde se encuentran las instalaciones centrales de embarque. A través de los años se han desarrollado varios sistemas de organización entre agricultores, manipuladores, transportadores, procesadores, mayoristas y detallis-

\* Decano, Facultad de Agricultura, Universidad Kasetsart, Bangkok, Tailandia.

\*\* Director, División Cultivo de Raíces, Depto. de Agricultura, Ministerio de Agricultura y Cooperativas Bangkok, Tailandia.

TABLA 2. Rendimiento promedio de variedades de Yuca en la Estación de Cultivos de Huai Pong.

Variedades introducidas	Tiempo de cosecha (meses)	Rendimiento óptimo	Rendimiento m(ñimo (t/Ha)	Rendimiento de la variedad local
5 Java (1966-68)	10	17.4	11.3	17.5
7 Islas Vfrgenes (1969)	12	24.6	19.8	29.2

tas; por consiguiente, la mayoría de los cultivadores tiene muy poco o ningún problema para vender las raíces en el mismo campo, inmediatamente después de la recolección.

Debido al continuo crecimiento de la demanda de yuca en el mercado mundial, Tailandia duplicó en 1973 su producción de 1969 (de 3,1 a 6,4 millones de toneladas). Este aumento fue el resultado directo de la expansión en las áreas de siembra (de 191.000 has. en 1969 a 423.000 has. en 1973), y no del incremento en rendimiento por unidad de superficie. La mayoría de las nuevas áreas productoras de yuca se ubicaron en la región Nordeste del país. El constante rendimiento promedio nacional de 15 t/ha es relativamente bajo comparado con el rendimiento potencial en el CIAT de más de 50 t/ha (Cock 1974).

La reciente y rápida expansión del cultivo de yuca en tierras más altas preocupa de manera especial al gobierno que teme el agotamiento del suelo, la polución procedente de las fábricas procesadoras de desperdicios en las nuevas áreas, y la sobreproducción. El gobierno acaba de restringir la expansión de la producción a ciertas zonas donde existen tipos de suelos adecuados y facilidades de procesamiento. Las zonas escogidas son: Cholburi, Rayong, Prachinburi, Chachoengsao, Nakornrajsima y Chaiphum.

Esta política tiene por objeto aumentar la producción dentro de áreas específicas por medio de la siembra de variedades mejoradas, el suministro adecuado de fertilizantes, y las prácticas agronómicas correctas. Se anticipa que los cultivadores de yuca en estas áreas gozarán de mayores utilidades e ingresos.

#### Proyectos en desarrollo y planes futuros

Los principales factores que limitan la producción por unidad de área son:

*a) Utilización de variedades no mejoradas.* Todas las variedades locales son material no mejorado cuya base genética parece estrecha, y cuyo rendimiento máximo, en condiciones de alta fertilidad y buen manejo, se aproxima a 30 t/ha.

*b) Baja fertilidad en las principales áreas cultivadas y carencia de complemento fertilizante.* Generalmente, se afirma que la yuca es un cultivo que agota el suelo. Aunque muy poco se ha investigado al respecto, algunas evidencias indican que el rendimiento de raíces se reduce en un 30% cuando por siete años se la cultiva repetidamente en el mismo terreno sin uso de fertilizantes. Este fenómeno está probablemente asociado con el bajo promedio de rendimiento en Cholburi y Rayong, las más antiguas y grandes regiones productoras de yuca. La erosión es tal vez otro factor que cuenta en la baja fertilidad de los suelos arenosos de estas áreas.

El uso de fertilizantes no es frecuente. Aunque las investigaciones en la estación de Huai Pong demuestran que el rendimiento de las variedades locales de yuca podría incrementarse en forma económica añadiendo 625 kg/ha de los fertilizantes 8-8-4, es dudoso que tal práctica resulte económica hoy día debido al reciente aumento en el precio de los fertilizantes.

*c) Prácticas agronómicas pobres.* Muchos agricultores de la antigua región productora, particularmente en Cholburi, tienen de hecho cierta experiencia en métodos de cultivo (v.gr. arada profunda con tractores, siembra en caballones en las áreas húmedas, deshierbe adecuado, y uso de fertilizantes), pero en las áreas más remotas persiste aún el manejo primitivo de los cultivos.

El panorama más frecuente en estas áreas es la presencia de plantas enfermas en campos sin deshierbar. En momentos de

emergencia muchos agricultores apelan a la recolección prematura.

### **Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión**

Durante varios años el Departamento de Agricultura ha tenido a su cargo la investigación agronómica sobre densidad de población, métodos de plantío, pruebas de fertilidad, períodos y métodos de cosecha adecuados, etc., en la estación de Huai Pong. Sin embargo, muchos de los resultados de estas investigaciones no han sido todavía aplicados en los campos destinados a la producción comercial.

Con excepción del programa agronómico en la estación de Huai Pong, la investigación sobre yuca en Tailandia no ha tenido mayores aportes. No obstante, en 1974 se programó que tres miembros de la Facultad de Agricultura de la Universidad Kasetsart recibieran un año de entrenamiento en CIAT, que el Departamento de Economía Agrícola del Ministerio de Agricultura adelantara una encuesta agroeconómica sobre yuca, que el Departamento de Ciencias Animales de la Universidad Khon Kaen llevara a cabo pruebas nutricionales para relacionar la calidad de la yuca procesada con su valor, y que el Instituto Asiático de Tecnología estudiara la calidad de las hojas.

### **Enfermedades y plagas importantes**

No existe registro de las enfermedades y plagas que afectan los cultivos de yuca en Tailandia. Sorprendentemente, el país parece estar libre de enfermedades mayores. Se desconoce el virus mosaico; y la CBB, de estar presente, no ocasiona mayores pérdidas.

### **Medidas de cuarentena**

Muy pocas han sido en el pasado las restricciones a la importación. Las recientes importaciones, provenientes de India y Africa, han sido sometidas a ciertas restricciones como protección contra la introducción del mosaico común.

### **Referencias**

COCK, JAMES M. 1974. "Agronomic potential for cassava production", p. 21-26. In Cassava processing and storage: proceedings of an interdisciplinary workshop, Pattaya, Thailand, 17-19 April 1974. Int. Develop. Res. Centre IDRC - 031e.

# VENEZUELA

Carlos Arias\*

## **Germoplasma recolectado**

Las colecciones de cultivares, en su mayoría nacionales y con muy poca influencia foránea, se distribuyen así: Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela: 350 cultivares aproximadamente; Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay (Ministerio de Agricultura y Cría): 60 cultivares; Universidad de Oriente: 30 cultivares. Se desconoce el número de cultivares de la Corporación Venezolana de Guayana.

## **Germoplasma evaluado y características observadas**

Todos los cultivares mencionados han sido evaluados en cuanto a rendimiento, contenido de materia seca, y deterioro precoz y posterior a la cosecha. Otras evaluaciones comprenden: forma de crecimiento, presencia de flor y frutos, efectos de sequía (defoliación), y características de las raíces.

En los 60 cultivares de yuca que integran la colección del CENIAP se evaluaron las características de planta y raíces, formas de crecimiento, presencia de flores y frutos, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia a la sequía, rendimiento, densidad y contenido aproximado de almidón, y resistencia al deterioro posterior a la cosecha.

## **Area dedicada al cultivo de yuca y área futura**

La región occidental del país cuenta con un total de 8300 hectáreas sembradas con yuca, en su mayor parte bajo el patrón de cultivo múltiple. En la región oriental el interés creciente en la yuca ha hecho que sus cultivos lleguen a cubrir 30.000 has. de sabana. Esta región ofrece las mejores posi-

bilidades para el desarrollo del cultivo, haciendo necesaria la investigación sobre prácticas agronómicas.

## **Proyectos en desarrollo y planes futuros**

El programa de investigaciones en yuca presentado a la consideración del Ministerio de Agricultura y Cría recomienda explorar los aspectos siguientes: variedades (colecciones nacionales); semillas (insecticidas y fungicidas); control de malezas; fertilización; secamiento; pérdidas postrecolección; mecanización; utilización del follaje; resistencia a plagas y enfermedades; y mejoramiento genético.

Los proyectos actualmente en desarrollo son: recolección y evaluación de cultivares de yuca (CENIAP); control químico de malezas; prácticas agronómicas; y censo de enfermedades y daños en raíces y tubérculos.

El programa de CENIAP para 1975 comprende: determinación de la densidad óptima de siembra para cada uno de los mejores cultivares disponibles; determinación de la mejor época de siembra utilizando riego suplementario cuando sea necesario; ensayo sobre la producción de follaje para alimento animal, métodos de siembra y manejo de las parcelas; investigación sobre el secado natural de raíces para la producción de raspa; estudios sobre el manejo del cultivo y de las raíces para evitar el deterioro postrecolección; ensayos sobre las diferentes formas de manipular el material de siembra para incrementar su rendimiento; producción de plantas libres de enfermedades con miras a iniciar semilleros re-

\* Programa de Raíces y Tubérculos, CENIAP, Ministerio de Agricultura y Cría, Maracay, Venezuela.

gionales; ampliación de los semilleros actuales, e iniciación del trabajo sobre mejoramiento genético.

### **Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión**

Las investigaciones sobre yuca están a cargo de las siguientes instituciones: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay (Ministerio de Agricultura y Cría); Universidad Central de Venezuela; Universidad del Zulia; Universidad de Oriente; y Corporación Venezolana de Guayana, a través de la Fundación Servicio para el Agricultor. El número de personas especializadas que laboran en estos proyectos no es aún conocido.

### **Enfermedades y plagas importantes**

Sólo se han evaluado aquellas enfermedades aparecidas en el plantel de introducción de cultivos bajo condiciones naturales. Las más importantes son: añublo bacteriano de la yuca; mosaico común brasilero; mosaico de las nervaduras; superalargamiento; mancha foliar parda (*Cercospora heningsii*); mancha foliar blanca (*Cercospora caribaea*); *Cercospora viscosae*; mycoplasma; y antracnosis (*Glomerella manihotis*).

### **Medidas de cuarentena**

Para introducir material vegetal se requiere un certificado oficial del país de procedencia, debidamente legalizado por el Cónsul venezolano en el país de origen, donde conste que dicho material se halla libre de plagas y enfermedades nocivas para la agricultura, y una autorización de la División de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Cría.

# INDIA

N. Hrishi\*

Por muchos años la yuca ha sido un complemento importante de la dieta de arroz en Kerala, el estado hindú más densamente poblado. Este cultivo, consumido principalmente por las gentes pobres, comienza a adquirir importancia en la dieta de los más solventes. La yuca es igualmente importante, como cultivo alimenticio, en los estados de Tamil Nadu, Andhra Pradesh, Karnataka, las regiones quebradas de Assam, y en otros estados semejantes del nordeste hindú.

El ganado es alimentado, algunas veces, con hojas de yuca. Los residuos de pulpa de las fábricas productoras de almidón se utilizan para alimentar cerdos y se incluyen en las raciones vacunas y avícolas.

Como materia prima básica, la yuca tiene importancia en la manufactura de papel, jabón, contrachapados, acetonas, pegantes, glicerol, glucosa, dextrosa, dextrina, etc. Con el fin de poder entrar en el mercado mundial, tanto de yuca procesada como de yuca no procesada, India trata de aumentar su producción mediante el incremento del cultivo.

## Germoplasma recolectado

En la tabla se detalla el germoplasma disponible.

## Germoplasma evaluado y características observadas

La Tabla muestra que cerca del 88% del material se ve afectado por el virus mosaico de la yuca, limitando así su uso en el programa de hibridación. La resistencia al mosaico ha sido, hasta el momento, el principal criterio en la evaluación del germoplasma. También se han evaluado, en todas las variedades, el sabor, el contenido de

TABLA. Germoplasma de yuca (tipos exóticos).

Origen	No. de variedades obtenidas	Resistentes al mosaico
Malasia	5	—
Tailandia	1	1
Islas Fidji	10	1
Brasil	1	—
Colombia	1	—
Tannanarive	10	5
Senegal	4	—
Madagascar	120	36
Uganda	14	11
Gabón	5	3
Ghana	74	23
Sri Lanka	6	1
Colecciones nativas	1.472	300
Total	1.723	381

almidón, el rendimiento, el tiempo de maduración, y el tipo de planta.

Aunque algunos de estos genotipos poseen excelentes cualidades, sólo unos pocos se pueden utilizar en los programas de producción debido a su susceptibilidad al mosaico; un buen ejemplo es la variedad Kalikalan, conocida por su temprana producción y buenas cualidades de cocción. La obtención de estos genotipos, por tanto, contribuye al enriquecimiento de la colección de germoplasma proveniente del exterior. Es probable que la mayoría de los genotipos nativos que presentan variabilidad en sus caracteres agronómicos, se desarrollaran mediante la manipulación genética a través de selecciones frecuentes hechas por el hombre.

Las selecciones 300, 2371, 2335, 2398 y 2317 son tipos superiores, sujetos a evaluaciones en experimentos regionales.

\* Central Tuber Crops Research Institute, Trivandrum 10, Keraka, India.

## Area dedicada al cultivo de yuca y área futura

De los 6,2 millones de toneladas de yuca producidas en 1974, 5,6 millones provenían de Kerala, 570.000 de Tamil Nadu, y 13.600 de Andhra Pradesh. Dada la capacidad de adaptación agroclimática de la yuca, el país se ha dividido en 8 zonas para el cultivo, cinco de las cuales son aptas para la producción de yuca a gran escala, especialmente en tierras marginales: (1) región de la costa occidental (de fuerte pluvialidad y humedad para cultivos levantados con lluvia); (2) región de la costa oriental (en su mayoría tierras arenosas y deltas, irrigada); (3) región de la meseta del Decán (semiárida, suelos alcalinos, irrigada); (4) región central (semi-árida, intertropical, laterita roja en suelos alcalinos, irrigada); (5) regiones del nordeste abundantes en colinas (pluviosas).

## Proyectos en desarrollo y planes futuros

Los programas de producción de yuca han sido establecidos para alcanzar los siguientes objetivos: 1) desarrollar variedades adecuadas para consumo humano, esto es, que tengan contenido adecuado de almidón, bajo contenido de HCN, buena calidad de cocción, buen sabor, y alto contenido proteínico; 2) desarrollar variedades con fines industriales, esto es, alta recuperación de almidón, corteza delgada y blanca, y bajo contenido de proteínas.

Otros objetivos del programa buscan producir variedades que: 1) crezcan bajo condiciones de sequía, especialmente en las zonas semi-áridas; 2) sean resistentes a los suelos alcalinos y salinos; 3) toleren la sombra, especialmente en los sistemas de cultivo asociado en donde se la cultiva junto con coco, banano, etc.; y 4) sean resistentes al mosaico de la yuca. Los procedimientos de producción comprenden introducción y evaluación, selección, programas de cruce dialélico, retrocruces, mutación y heterosis.

Mediante heterosis se hizo la evaluación de tres híbridos altamente rendidores que se distribuyeron luego a los cultivadores para su siembra comercial. Estos son H-97 (alta recuperación de almidón, 31%), H-165 (tipo de pronta maduración), y H-226 (bue-

na calidad comestible). Los híbridos, H-1687 y H-2304, están siendo sometidos a prueba ya que muestran un rendimiento de raíces significativamente mayor (33,7 y 37,1 t/Ha) que el control (M-4, 21,9 t/Ha). (33,7 y 37,1 t/ha) que el control (M-4, 21,9 t/ha).

Por lo general, cuando se hacen cruces, las variedades florecen en los meses de septiembre a noviembre. Se ha observado falta de floración en algunos de los genotipos deseables, factor éste que limita el programa de cruces. Sin embargo, la floración puede ser inducida mediante aplicación de reguladores de crecimiento tipo IAA y NAA. La ramificación del tallo es requisito previo para la floración.

Varios de los híbridos obtenidos previamente están siendo probados cada año a diferentes niveles de fertilidad, con el fin de escoger variedades que respondan a condiciones de baja, mediana y alta fertilidad. Entre las fuentes orgánicas, el abono avícola resultó más efectivo que el de ganado, y la combinación de 2/3 de desecho avícola con 1/3 de una fuente inorgánica de nitrógeno fue más efectiva (2,3 t/ha) que la aplicación de una dosis entera de nitrógeno (100 kg/ha) proveniente de una sola fuente orgánica (21 t/ha). La compilación de 120 kg de nitrógeno y 120 kg de potasio registró el mayor rendimiento (22 t/ha). La aspersión foliar con nitrógeno, fósforo o potasio resultó inefectiva.

Hasta el momento no ha habido intentos serios para estudiar la transmisión del mosaico; lo único que se ha hecho es controlar la tolerancia de las variedades mediante la técnica del injerto. El tratamiento de los grupos con una mezcla de vapor y aire caliente durante 30 minutos, a 40, 45, 50 y 55°C no reveló efecto alguno. Tanto los grupos tratados como los de control produjeron solamente plantas enfermas. Existen planes para intensificar el trabajo al respecto, dado que la mayoría de las mejores variedades locales se ven afectadas por esta enfermedad que aparentemente reduce el rendimiento en un 35%.

El programa incluye: 1) identificación de los clones del germoplasma resistentes al mosaico; 2) producción de variedades resistentes al mosaico; 3) transferencia de genes

resistentes procedentes del *M. glaziovii*; 4) estudios sobre transmisión de la enfermedad; y 5) formulación de medidas de control. Además, se crearán medidas efectivas de cuarentena, en especial para los materiales importados.

Todavía son muchos los obstáculos con que se tropieza en la transferencia de las nuevas tecnologías al campo del agricultor, y en especial a las pequeñas parcelas. Los nuevos conocimientos deberán someterse a prueba y la reacción del agricultor tendrá que ser estudiada para que sirva de mecanismo retroalimentador a las correcciones o modificaciones. Sin embargo, se proyecta poner en ejecución un programa operacional de investigación, detenido hasta ahora por falta de recursos humanos y financieros. Antes de presentar al agricultor los programas investigativos sobre producción, se llevarán a cabo encuestas socio-agronómicas que evalúen los sistemas actuales de cultivo, incluyendo la yuca, bien como cultivo individual o como cultivo asociado.

#### **Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión**

Actualmente, el presupuesto anual del Instituto Central de Investigaciones sobre cultivos de Tuberosas (CTCRI) es de 200.000 dólares canadienses. El Quinto Plan Nacional exige un aumento considerable de los fondos destinados a la investigación sobre cultivos de raíces.

La superación genética de los materiales de yuca, las mejoras en la tecnología posterior a la recolección y en la utilización, y los programas intensivos de capacitación, son parte de los objetivos propuestos. El primer programa de capacitación aspira a aumentar la preparación de los científicos del CTCRI, mediante el estudio de los métodos utilizados en CIAT e IITA; el segundo capacitará investigadores para respaldar los programas. Se espera que la creación de una escuela politécnica de agricultura permita capacitar personal de extensión a nivel estatal (v.gr. formar capacitadores) y pequeños agricultores en los sistemas actuales de producción.

#### **Enfermedades y plagas importantes**

La enfermedad más importante es el mosaico cuya reducción del rendimiento se estima en un 35%. Otras plagas y enfermedades importantes son la araña roja y las manchas foliares producidas por *C. henningsii*.

#### **Medidas de cuarentena**

Todo el material de importación debe tener un permiso de la Oficina Nacional de Introducción de Plantas y pasar por un puesto de cuarentena. La propuesta de crear una estación de cuarentena del CTCRI, especializada en yuca, en un área no productora, ha sido ya presentada.

# BRASIL

Antonio José de Conceição\*

En Brasil la yuca se cultiva desde tiempos remotos, siendo éste uno de los cultivos más característicos y generalizados de la economía nacional. Su producción en 1970 se estimó en 29,5 millones de toneladas. El área de mayor producción del país se encuentra en la zona nordeste.

## Germoplasma recolectado

El material genético de base cuenta en Brasil con 1050 cultivares, distribuidos así:

Escuela de Agronomía de la UFBA	219
EMBRAPA - IPEAL - Cruz das Almas, BSA	213
EMBRAPA - SUDAP - IPEAL - SE	90
EMBRAPA - Estación Experimental de Urussanga	57
EMBRAPA - IPEACS - Estación Experimental de Linhares - ES	99
EMBRAPA - IPEANE - SEDE - PE	71
ENCAPA - ES	48
Colegio Agrícola de Jandaira - RN	20
DEMA - GEPU - Puesto Agrícola de "Gloria de Goitá" - PE	12
Estación Experimental de Lavras - NG	10
Fundación Zoobotánica - Brasília - DF	7
CEPLAC - Estación Experimental Gregorio Bondar - BA	190
Escuela Agrícola de Enseñanza Superior de la UFPE	23
TOTAL:	1059

## Germoplasma evaluado y características observadas

En el nordeste se prefieren las variedades amargas y de pronta maduración.

## Area dedicada al cultivo de yuca y área futura

Brasil es el mayor productor de yuca a nivel mundial. Existen alrededor de 2 millones de hectáreas dedicadas a su cultivo, y la producción anual se aproxima a los 30 mi-

llones de toneladas. El 85% se utiliza como alimento humano, generalmente después de procesada, y en las áreas rurales donde se cultiva el consumo per cápita alcanza un promedio anual de 100 kg. Las posibilidades para la expansión de su producción son considerables. El estimativo de tierra apta para el cultivo de yuca en Brasil es de un millón de kilómetros cuadrados.

## Proyectos en desarrollo y planes futuros

Con la implantación de la reforma universitaria en Brasil, la Escuela de Agronomía de la Universidad Federal del Estado de Bahía, en Cruz das Almas, inició en abril de 1969 el mayor programa de investigación sobre yuca que se haya realizado en el país. El Proyecto Prioritario I sobre Yuca comprende: mejoramiento genético; plagas y enfermedades; suelos y fertilización; influencia climática; irrigación; técnicas de cultivo; mecanización agrícola; nutrición animal; química y tecnología; aspectos socioeconómicos y popularización.

A continuación enumeramos los estados e instituciones donde se adelantan investigaciones y estudios específicos sobre yuca:

- 1) *PARA (PA)*:  
EMBRAPA (PIEAN), mejoramiento genético; ensayos sobre época de siembra; influencia del humus del suelo en el rendimiento del terreno; dosificación del estiércol bovino en suelos secos; formulación de raciones para animales y selección de los procedimientos de preparación; control químico de malezas.
- 2) *MARANHAO (MA)*  
EMBRAPA (en Don Pedro): mejoramiento y fitotecnia, Secretaría de Agricultura, DEPE: mejoramiento y fitotecnia

\* Universidad Federal da Bahia, Convenio UFBA/Brascan Nordeste, Escola Agronomica, Cruz das Almas, Brasil.

- 3) **CEARA (CE):**  
CSA: banco de germoplasma y comparación de variedades
- 4) **RIO GRANDE DO NORTE (RN):**  
Escuela Agrícola de Enseña Superior-Mossoró: mejoramiento y fitotecnia  
Secretaría de Agricultura: fertilización
- 5) **PARAIBA (PB):**  
SUDENE: fertilidad  
Secretaría de Agricultura: fertilización
- 6) **PERNAMBUCO (PE):**  
EMBRAPA (IPEANE): mejoramiento y fitosanidad  
Secretaría de Agricultura - IPA (en Vitória de Santo Antao): mejoramiento y fitotecnia; (en Araripina): fertilización.
- 7) **SERGIPE (SE):**  
EMBRAPA (IPEAL): comparación de variedades.
- 8) **BAHIA (BA):**  
Convenio UFBA/Brascan Nordeste en la EAUFBA: Proyecto Prioritario sobre yuca  
SUDENE: fertilización  
EMBRAPA (IPEAL): mejoramiento, fertilización
- 9) **ESPIRITO SANTO (ES):**  
ENCAPA: ensayos sobre espaciamiento, épocas de siembra y comparación de variedades.
- 10) **GUANABARA (GB):**  
CTAA: estudio tecnouímico de la yuca y sus productos
- 11) **MINAS GERAIS (MG):**  
EMBRAPA (IPEACO): mejoramiento genético y fitotecnia.
- 12) **SAO PAULO (SP):**  
K.A. Campinas: mejoramiento genético intensivo; estudio de clones y cultivares para alimento, forraje e industria; estudios sobre las variaciones en la composición química de la planta (en colaboración con ITAL): contenido de HCN; análisis sensorio de las raíces de nuevos clones.
- 13) **RIO GRANDE DO SUL (RS):**  
Secretaría de Agricultura: mejoramiento y fitotecnia

Los proyectos futuros incluyen la creación del Centro Nacional de Yuca, cuyo anteproyecto ya ha sido elaborado por EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria).

La Brascan Nordeste y la Escuela de Agronomía de la Universidad Federal de Bahía han solicitado asistencia financiera y de planificación para el Proyecto Integrado de Investigación sobre Yuca en el Nordeste (PROMADE).

### Recursos humanos y financieros para los programas de investigación y extensión

En 1972 el Convenio UFBA/Brascan Nordeste financió la ampliación del equipo de investigadores del Proyecto Prioritario I sobre Yuca, que cuenta actualmente con 16 especialistas muchos de los cuales poseen seis o más años de experiencia en la investigación sobre este cultivo. El proyecto cuenta con 20 investigadores brasileños de planta, siete de los cuales tomaron parte en el curso de Especialización Postgraduada para Investigadores en Yuca, auspiciado por el CIAT en agosto 1974.

### Enfermedades y plagas importantes

Se carece de información sobre las pérdidas económicas causadas por las enfermedades de la yuca, entre las cuales se presentan: añublo bacteriano de la yuca (*Xanthomas manihotis*, la más seria y la que ocasiona mayores pérdidas); mancha parda (*Cercospora henningsii*); mancha blanca (*Cercospora caribaea*); *Cercospora viscosae*; manchas foliares (*Phyllosticta* sp.); roya de la yuca (*Uromyces manihotis*); oidio (*Oidium* sp.); antracnosis (*Glomerella manihotis*); pudriciones radicales (*Rosellinia bunodes*, *Phytophthora drechsleri*, *Sclerotium rolfsii*; *Rhizopus nigricans*).

### Medidas de cuarentena

Cualquier planta que entre al país se somete a observación de sus condiciones generales; el material vegetal (retoños o tallos) entra en cuarentena por el tiempo necesario para evitar la introducción de enfermedades y plagas que puedan perjudicar los cultivos existentes.

*Es necesario probar bajo una amplia gama de condiciones ecológicas los nuevos cultivares promisorios de yuca. Aquí vemos uno de los 14 lugares usados por el CIAT en sus pruebas regionales en Colombia para establecer la adaptabilidad de los cultivares en prueba.*

PRUEBA REGIONAL  
VARIETADES PROMISORIAS  
ICA - CIAT  
LOCALIDAD N° 13.  
F/S OCT 7/74

# **PRESENTACION POR TEMAS**



# Fuentes de Germoplasma; Incidencia de Enfermedades y Restricciones Fitosanitarias para Yuca en el IITA, Nigeria

E. Terry\*

## Colección de germoplasma

La colección de germoplasma de yuca del IITA incluye cultivares procedentes de Africa, Asia y América Latina. La variación dentro del germoplasma de *Manihot esculenta* y las pocas especies afines colectadas, son sólo una fracción de la variación total natural dentro del género.

El estudio a que está sometida la colección tiene por objeto encontrar características agronómicas y botánicas deseables a partir de la variación tanto fenotípica como genotípica. Esta evaluación se realiza bajo una amplia gama de condiciones ambientales con el fin de ensayar las interacciones genotipo/ambiente.

Los siguientes puntos deben ser tenidos en cuenta: 1) la colección global de germoplasma sólo debe hacerse en forma de semilla sexual; 2) el germoplasma en forma ve-

getativa debe juntarse regionalmente para superar las restricciones fitosanitarias de la región; 3) se requiere una metodología para la evaluación de germoplasma; 4) el germoplasma evaluado debe ser catalogado y la información puesta al servicio de los investigadores en yuca; 5) el material vegetativo y de semilla de las colecciones de germoplasma debe ser distribuido como material de siembra o de propagación; y 6) debe establecerse una maquinaria para el registro del germoplasma y del material de propagación.

## Enfermedades de la yuca en Africa

En la Tabla 1 se resume la distribución global de las enfermedades virales o de tipo viral de la yuca. De éstas, sólo dos han sido reportadas en Africa (la enfermedad del mosaico y el virus estriado marrón de la

TABLA 1. Enfermedades virales y de tipo viral de la *Manihot esculenta*.

Enfermedad	Agente causal	Distribución en Africa	Distribución en otros continentes	Riesgo potencial por introducción	Control
Enfermedad mosaico de la yuca	?	Todas las áreas productoras de yuca	Asia	Elevado	Resistente material de siembra libre de enfermedades
Virus mosaico común de la yuca	Virus	No registrada	América	Elevado	"
Estriado marrón de la yuca	Virus	Africa Oriental	No registrada	Elevado	"
Virus del mosaico de las venas	Virus	No registrada	América	Elevado	"
Virus latente de la yuca	Virus	No registrada	América	Elevado	"
Superbrotamiento	Tipo-micoplasma		América	Elevado	"

\* Root and Tuber Improvement Program, International Institute for Tropical Agriculture, Ibadán, Nigeria.

TABLA 2. Enfermedades bacterianas de *Manihot esculenta*.

Enfermedad	Agente causal	Distribución en África	Distribución en otros continentes	Riesgo potencial por introducción	Control
Añublo bacteriano de la yuca (manchas y marchitamiento foliar)	<i>Xanthomonas manihotis</i>	Nigeria, Zaire, Camerún	América, Indonesia	Elevado	Resistencia
Bacteriosis (manchas foliares)	<i>Bacterium cassavae</i>	Uganda, Congo, Ruanda	No registrada	?	?
Bacteriosis (manchas foliares)	<i>Xanthomonas cassavae</i>	Malawi	No registrada	?	?
Bacteriosis	<i>Bacterium robici</i>	Madagascar	No registrada	?	?
Marchitamiento bacteriano de la yuca (marchitamiento foliar)	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	No registrada	Brasil	?	?

TABLA 3. Enfermedades fungosas de *Manihot esculenta*.

Enfermedad	Agente causal	Distribución en África	Distribución en otros continentes	Riesgo potencial por introducción	Control
Manchas foliares por Cercospora	<i>C. henningsii</i> <i>C. caribaea</i>	Todas las áreas productoras de yuca	Asia, América	Ninguno	Resistencia
Manchas foliares por Phyllosticta	<i>Phyllosticta</i> spp.	Todas las áreas productoras de yuca	Asia, América	Ninguno	Resistencia
Oidio	<i>Oidium manihotis</i>	África Oriental (?)	Asia, América	?	Resistencia
Antracnosis	<i>Glomerella manihotis</i>	Todas las áreas productoras de yuca	América	Ninguno	?
Roya	<i>Uromyces</i> spp.	África Oriental (?)	América	?	?
Pudrición de los Tallos	<i>Glomerella cingulata</i> <i>Botryodiplodia theobaeomae</i>	Todas las áreas productoras de yuca	América	Ninguno	?
Pudrición de las raíces	<i>Phytophthora</i> spp. <i>Rosellina necatrix</i> <i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Fomes lignosus</i>	Congo Congo ? Todas las áreas productoras de yuca	América América ? América	Ninguno Ninguno Ninguno Ninguno	? ? ? ?

yuca) pero no en América; cuatro de ellas sin embargo, sólo se conocen en América. Las seis representan un enorme riesgo potencial para las áreas donde se supone están ausentes. Como se indica en la Tabla 2, la única enfermedad bacteriana de la yuca, importante desde el punto de vista económico y con un alto riesgo de diseminación, es el añublo bacteriano; en el momento, su presencia en Africa es limitada. Sin embargo, Africa Occidental parece ser altamente vulnerable al riesgo de introducción de dos enfermedades fungosas, el oidium y la roya de la yuca (Tabla 3).

### **Restricciones Fitosanitarias**

Las regulaciones fitosanitarias interafricanas sobre yuca son: cuarentena en una estación aprobada por la IAPSC, como requisito esencial para los cangres de yuca. Una licencia que especifique la necesidad de un certificado fitosanitario general, con un certificado especial de inspección durante el período activo de crecimiento en el lugar donde se halla el cultivo en cuarentena. No existen, sin embargo, restricciones para la importación de semillas.

Otra serie de regulaciones (Ordenanza de Protección e Importación de Plantas) gobiernan la importación de especies de *Manihot* en Africa Oriental. El reglamento prohíbe la importación, desde cualquier país, de cualquier parte de una planta, incluyendo flores y follaje, pero permite la de material vegetativo de propagación, raíces para consumo, y semillas sexuales.

Debido a la amplia incidencia del añublo bacteriano de la yuca en Zaire, Nigeria y Camerún, y al reciente informe sobre un brote de ácaro verde, *Mononychellus tanajoa*, en Uganda, los permisos de importación para cangres de yuca no son otorgados de manera regular por las Estaciones Regionales de Cuarentena en Africa Oriental y Occidental, Muguga (Kenia), e Ibadán (Nigeria).

### **Programa Internacional de Pruebas Regionales**

La adquisición, evaluación y utilización de material superior es de vital importancia para el mejoramiento de la yuca. Por tanto, se recibe con beneplácito la idea de un Pro-

grama Internacional de Pruebas Regionales de Yuca. Al establecer dicho programa se deben tener en cuenta los siguientes puntos: 1) definir claramente los objetivos; 2) especificar con exactitud las ventajas que los programas nacionales de yuca derivan del programa propuesto; 3) ensayar bloques homogéneos de materiales para determinar su respuesta a diferentes medios; 4) organizar regionalmente programas de pruebas con material vegetativo; 5) los programas nacionales de yuca deben cooperar con los Institutos Internacionales en la selección de familias y clones de yuca para sus necesidades particulares; 6) la firme evidencia, ya documentada, de la interacción genotipo/ambiente debe ser rigurosamente evaluada al definir los programas de pruebas regionales.

# El Peligro de Diseminar Enfermedades y Plagas por la Introducción de Material de Propagación de Yuca

J.C. Lozano y A. van Schoonhoven\*

Los fitopatógenos y pestes fitoparásitos han exhibido siempre una extraordinaria habilidad para diseminarse rápidamente en nuevas áreas. Esto constituye una seria amenaza para los cultivos hospederos en estas áreas y aún para otros cultivos, ya que la adaptación de los fitopatógenos y pestes a nuevos hospederos es frecuente.

De acuerdo a Thurston (7), para que una enfermedad constituya un peligro serio característicamente debe diseminarse en forma rápida, causar pérdidas considerables y ser difícil de controlar. Características similares podrían decirse de los insectos y ácaros. Sin embargo, para lograr tal evaluación se necesitan estudios profundos sobre los fitopatógenos y las pestes: el conocimiento de la capacidad diseminante de un fitopatógeno o de una peste exige estudios básicos sobre la etiología y epidemiología del patógeno o la biología del insecto o del ácaro; el cálculo real sobre pérdidas económicas, aunque es posible de determinar, se dificulta porque su evaluación casi siempre depende de interacciones climáticas o edáficas imperantes en la zona o de las características genéticas del hospedero que allí se encuentra; se considera que los términos conocidos como destructivo, catastrófico, devastador, etc. ..., para catalogar un patógeno, sirven sólo de bases de juzgamiento (7). Respecto al control de enfermedades o de insectos y ácaros, aunque en ciertos casos es conocido, algunas veces no es absoluto, es económicamente imposible de aplicar o es poco eficiente por carecerse de la experiencia en aplicar la metodología conocida o porque las condiciones del área dificultan su ejecución, lo cual se presta a controversias sobre la efectividad en otras partes usando la misma metodología.

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es propagada casi exclusivamente por medio de material vegetativo, solo los genetistas utilizan semilla sexual. Esta condición facilita enormemente la diseminación de patógenos e insectos y ácaros que atacan el cultivo, debido al intercambio de material de propagación entre agricultores de una misma región o de regiones diferentes; entre Instituciones interesadas en obtener nuevos cultivares con características promisorias, o entre instituciones o Gobiernos interesados en introducir o incrementar el cultivo, atraídos por sus benévolas características agronómicas. Durante los últimos años, el cultivo de la yuca se ha incrementado en muchos países (Thailandia, Malasia, Zaire, etc.), básicamente mediante el movimiento masivo de material de propagación. Lamentablemente, la mayoría de las introducciones de material vegetativo de yuca se han hecho sin tener en cuenta restricciones cuarentenarias, principalmente por la subestimación de la importancia de la necesidad de tales medidas y, lo que es más grave, por la carencia de estudios relacionados con la importancia de las enfermedades e insectos en el cultivo de la yuca.

Muchas de las publicaciones sobre yuca, erróneamente atribuyen a este cultivo una relativa inmunidad a pestes y enfermedades. Sin embargo, se conoce actualmente que la yuca es afectada por más de 25 agentes patogénicos (bacterias, hongos, virus o similares y micoplasmas), más de 15 especies de insectos y 6 especies de ácaros. En algunos casos inducen pérdidas considerables, y en otros, constituyen un peligro potencial para el cultivo.

\* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia.

Los agentes patogénicos causales más importantes en yuca, por ejemplo los agentes causales del añublo bacterial y del mosaico africano, son patógenos vasculares que se diseminan persistentemente por el uso de cangres enfermos durante la propagación del cultivo (3, 4). La especie causal del añublo bacterial invade preferencialmente el xilema del hospedero en forma sistémica, desde su penetración a través de las aberturas estomatales. Debido a que, posiblemente por deficiencia enzimática, no degrada los tejidos maduros del tallo (5, 6) y a que su severidad de ataque se relaciona con la humedad ambiental y del suelo (6, 2), su presencia en el tallo se enmascara en las porciones más lignificadas del tallo, las que precisamente son usadas normalmente para la propagación. Durante las estaciones secas del año la severidad de la enfermedad también se reduce considerablemente. Estas condiciones imposibilitan la selección visual de material de propagación sano procedente de una plantación afectada. Si tenemos en cuenta su potencial diseminante por medio de salpicaduras producidas por agua lluvia (6), herramientas (6), insectos (2), suelo infestado y material enfermo (1, 2), la dispersión en una plantación a partir de uno o pocos cangres enfermos puede ocurrir en períodos relativamente cortos (6), causando pérdidas económicas mayores del 50% (1). Si consideramos: 1) que la yuca es originaria de América tropical; 2) que el patógeno es específico a especies de *Manihot* (4); y 3) que los estudios bioquímicos, fisiológicos y serológicos (1, 2) han mostrado gran similitud entre aislamientos americanos, africanos y asiáticos, podemos concluir que este patógeno es igualmente originario de América. Por lo tanto, el bacterium ha sido introducido a Asia y Africa por la importación de material de propagación infectado. De igual manera, posiblemente, se ha diseminado el patógeno a otras áreas geográficas dentro de un mismo país o estado. Tal es el caso del CIAT, en donde en 1971-72, la enfermedad se presentó en un 87% de los cultivos de la colección (1).

En cuanto al mosaico africano de la yuca, quizás la enfermedad más seria del cultivo en este continente, el peligro de su

introducción a América representa una seria amenaza para todas las áreas yuqueras americanas, si se tiene en cuenta su extraordinaria severidad, capacidad diseminante e inexistente control efectivo. Esta amenaza potencial es una de las más serias que tiene el cultivo de la yuca actualmente, ya que: 1) la enfermedad es diseminada por especies del género *Bemisia* (moscas blancas), de las cuales por lo menos una ha sido plenamente identificada en América (2); 2) todo cangre procedente de planta enferma reproduce plantas enfermas; 3) como el agente causal es desconocido, no existen métodos para determinar la sanidad absoluta de ningún tejido vegetativo de yuca con sanidad aparente. Estos hechos definitivamente hacen concluir que la introducción de cualquier material vegetativo de yuca del Africa o Asia a áreas yuqueras de América, es un grave riesgo. Sus consecuencias son imprevisibles, pero se sabe que la enfermedad reduce la producción entre el 20 y el 90%.

En general, todos los virus y micoplasmas de la yuca han sido registrados como sistémicos vasculares (3, 4), diseminados principalmente por semilla vegetativa enferma. Aunque ellos no son actualmente de significancia económica, su introducción a nuevas áreas libres de estas enfermedades, representa un riesgo serio. Quizás vectores, hospederos o condiciones ambientales favorables prevalecientes en tales áreas, favorezcan el desarrollo de estas enfermedades con consecuencias económicas desfavorables e imprevisibles. El virus del estriado marrón de la yuca, aunque restringido solo a la costa occidental del Africa (3, 4), sería otra enfermedad de este continente que podría ser introducida a América por material vegetativo de yuca procedente del Africa.

De los agentes fungosos patogénicos a la yuca, poco se sabe sobre la posibilidad de ser diseminados por medio de cangres infectados, exceptuando el agente causal del superalargamiento. Este patógeno, considerado como un organismo sistémico cortical y epidermal, esporula por entre chancros epidermales que pueden guardar suficiente inóculo para reinfecciones secundarias. Al usar cangres enfermos (con chancros) para propagación, las esporas dentro de estos

chancros pueden llegar a los tejidos tiernos del susceptible, después de su germinación, e iniciar reinfecciones primarias en una plantación. Debido a que nuestros resultados preliminares sugieren una longevidad relativamente larga de sus esporas (Krausz y Lozano), la diseminación del patógeno a áreas distantes y después de períodos prolongados, parece muy probable.

Las propágulas de otros organismos fungosos, preferentemente aquellos que atacan al tallo (*Glomerella* sp., *Fusarium* sp., *Sclerotium* sp., etc.), podrían igualmente llevarse a otras regiones por medio de material de propagación, ya que éstas pueden estar adheridas a la epidermis de los cangres. Si éstos se siembran sin ningún tratamiento químico, los patógenos reinfectarían los cangres mismos o los tejidos tiernos de las plántulas, inmediatamente después de su emergencia.

La diseminación de patógenos de la yuca por medio de semilla sexual se desconoce, exceptuando estudios recientes relacionados con el añublo bacterial (2). Aunque el riesgo diseminante por el transporte de semilla sexual parece ser limitado, existen muchos ejemplos en la literatura sobre su ocurrencia, especialmente de agentes virales. Por lo anterior, es lógico sugerir precauciones extremas hasta que estudios convincentes al respecto diluciden este interrogante.

La diseminación de huevos de insectos y ácaros en material vegetativo de yuca es más probable que la diseminación de larvas y adultos. Generalmente los adultos y las larvas viven sobre la epidermis del tallo y son relativamente fáciles de detectar. Sin embargo, en el caso de los barrenadores del tallo, se necesita un cuidadoso examen de éstos para observar sus galerías. Algunos insectos, tales como la mosca del cogollo, el cachón, thrips y varias especies de ácaros, sólo se han observado en América, por lo que su diseminación se considera una grave amenaza para el cultivo de la yuca en África y Asia. Un ejemplo reciente es el de la introducción de ácaros a Uganda por la importación de material vegetativo de yuca desde la América Latina. Esta peste se ha diseminado a Kenia Occidental y Tanzania,

causando serios problemas al cultivo de la yuca en estas áreas.

Cualquiera que haya visitado una plantación de yuca, quizás ha podido observar: 1) que rara vez la población de plantas/superficie corresponde a la sembrada, debido a pérdidas por germinación; 2) que el tamaño de muchas plantas no corresponde al normal del cultivar usado; y 3) que existen grandes variaciones en producción por planta dentro de una misma plantación. Es lógico suponer que factores ambientales y edáficos pueden inducir estas consecuencias, al igual que patógenos, insectos, nemátodos, etc., ya presentes en el suelo antes de la siembra. Sin embargo, el estado sanitario de la semilla asexual usada, puede llegar a constituir el factor más importante del éxito del cultivo. Se desconoce su potencial económico, pero claramente constituye uno de los factores del éxito. Se sabe, por ejemplo (1), que más del 25% del material sembrado no germina cuando los cangres se encuentran afectados del añublo bacterial y que las pérdidas en la germinación de estacas atacadas por insectos escamas (*Aonidomytilus albus*) llegan hasta el 80%.

## Conclusiones

Basados en las anteriores consideraciones, podemos fácilmente concluir: 1) que la diseminación de pestes y enfermedades de la yuca por medio de material vegetativo de propagación, representa una amenaza seria para el cultivo; 2) que se hacen necesarias severas restricciones cuarentenarias para evitar la posible introducción de organismos patógenos y pestes no presentes en otras áreas; 3) que existe un gran desconocimiento sobre la potencialidad del daño que muchos fitopatógenos y pestes puedan ocasionar al cultivo; y 4) que la yuca, al igual que todo cultivo propagado vegetativamente, exige una cuidadosa selección y tratamiento de todo cangre que se distribuya para propagación experimental o comercial.

Aunque es de conocimiento común que cuarentena en plantas se refiere al mantenimiento de éstas en forma aislada hasta que se considere que se encuentran sanas, el término, en un sentido amplio, se refiere a

todos los aspectos relacionados con el movimiento del material de propagación entre diferentes regiones. Acoplado los principios cuarentenarios generales específicamente a yuca, se podría sugerir:

1. Que la importación de todo material vegetativo o sexual de yuca solo se haga cuando proceda de países en donde no existan patógenos o pestes peligrosas al cultivo. En este caso, no se debería importar material del Africa o Asia con destino a América debido al mosaico Africano y al virus del estriado marrón de la yuca. Sin embargo, nos parece posible hacerlos en sentido inverso.

2. Que la importación se haga solo de aquellos países que tengan un servicio cuarentenario establecido y efectivo, para que la inspección y el tratamiento del material de importación sean realizados, reduciéndose así el riesgo de recibir material contaminado.

3. Que se seleccione el material de importación del lugar más seguro conocido, teniendo en cuenta la ausencia de pestes y enfermedades, dentro del país escogido para hacer la importación.

4. Que siempre se obtenga un certificado oficial sobre la sanidad real del material de importación. Este certificado debe referirse a enfermedades y pestes. El tratamiento del material dentro del país de origen debe hacerse y ser especificado en el certificado sanitario.

5. Que se importe la menor cantidad de material de propagación sexual o asexual ya que, entre más pequeña sea la muestra, menores serán los riesgos de infección, y la inspección y cuidados posteriores a la cuarentena se simplificarán.

6. Que se inspeccione el material recibido en forma cuidadosa y se trate, si es necesario, por medios químicos o físicos.

7. Otra alternativa sería la de introducir material a un país neutral (sin cultivo de yuca) o a una isla aislada, cuarentenar este material por no menos de un año y luego enviarlo a su destino final.

8. Aunque la importación de tejidos en cultivos sintéticos, daría un margen apreciable de seguridad, no se recomendaría para la importación de material africano o asiático debido al mosaico africano de la yuca. Sin embargo, podría usarse para intercambiar material dentro de América o para enviar de América a otros continentes.

Para todo agricultor o profesional dedicado al cultivo de la yuca, se sugiere: 1) Una cuidadosa selección de la plantación y de las plantas de donde se tomen los cangres o semilla sexual; 2) Usar siempre herramientas y empaques desinfectados o estériles; 3) Hacer tratamientos químicos o físicos a los cangres o semilla sexual antes de la siembra, empaque o transporte; 4) Tener esmerado cuidado con los cangres durante su corte, tratamiento, empaque, transporte y siembra.

Por último, nos es satisfactorio registrar que la colección de yuca del CIAT se encuentra libre de patógenos peligrosos transmisibles por semilla vegetativa y que nuestras investigaciones están encaminadas a desarrollar métodos preventivos y desinfectantes efectivos, para evitar diseminación de pestes y agentes patogénicos por medio de material de propagación.

## Referencias

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1974. CIAT Annual Report 1973. CIAT, Cali, Colombia. 253 pp.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1975. CIAT Annual Report 1974. CIAT, Cali, Colombia (en prensa).
- LOZANO, J.C. 1972. Status of virus and mycoplasma-like diseases of cassava. In Proceedings of the IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop, International Institute of Tropical Agriculture, Nigeria, 48 pp.
- LOZANO, J.C. y R.H. BOOTH. 1974. Diseases of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). PANS 20:30-54.
- LOZANO, J.C. y L. SEQUEIRA. 1974. Bacterial blight of cassava in Colombia: Etiology. Phytopath. 64:74-82.
- LOZANO, J.C. y L. SEQUEIRA. 1974. Bacterial blight of cassava in Colombia: Epidemiology and control. Phytopath. 64:83-88.
- THURSTON, H.D. 1973. Threatening plant diseases. An. Rev. Phytopath. 11:27-51.

# Valor Potencial de una Técnica de Cultivo de Tejidos para la Producción de Yuca Libre del Síntoma de Mosaico

K.K. Kartha y O.L. Gamborg\*

## Resumen

Se ha desarrollado un procedimiento para regenerar plantas a partir de meristemos apicales de retoños de yuca. El método se utilizó para obtener plantas libres de síntomas a partir de estacas infectadas por el mosaico africano de la yuca. Los ápices de meristemos con  $5 \times 10^7$  M de benciladenina,  $10^6$  M de ácido naftalenoacético y  $10^7$  M de ácido giberélico ( $GA_3$ ), regeneraron plantas completas en 26 días. Más del 90% de los ápices de meristemos se desarrollaron hasta convertirse en plantas completas, 60% de las cuales resultó libre de los síntomas del mosaico. En estacas enfermas cultivadas bajo una temperatura alta ( $35^\circ C$ ) durante 30 días (16 hora/día, a una intensidad luminosa de 4000 luz y una humedad relativa del 70%), los síntomas del mosaico desaparecieron completamente, pero reaparecieron cuando las plantas fueron trasladadas a una temperatura inferior ( $21^\circ C$ ). Todas las plantas regeneradas a partir de meristemos de yuca libres de síntomas, resultaron sanas. La transmisión por injertos ejecutada mensualmente confirmó la ausencia de síntomas del agente causal en las plantas regeneradas por medio de las técnicas de cultivo de tejidos.

## Introducción

Cultivo de tejidos denota, en un sentido más amplio, el cultivo *in vitro* de diversas partes de plantas bajo condiciones nutricionales y ambientales asépticas y definidas. Los rápidos adelantos tecnológicos han llevado al diseño de procedimientos especiales para el cultivo de meristemos, embriones, polen, suspensiones celulares, y protoplastos de plantas. Los varios sistemas se emplean en objetivos específicos. Cualquier

tejido vegetal vivo puede ser cultivado y, si las condiciones de cultivo son apropiadas, se puede inducir la división celular y regenerar plantas enteras. Aunque los requisitos nutricionales básicos para el crecimiento de células u órganos vegetales aislados pueden ser semejantes, de hecho se presentan variaciones en las diferentes especies de plantas y es necesario determinarlas experimentalmente. Sin embargo, en la mayoría de los casos un medio de cultivo de tejido consiste en sales minerales, una fuente de carbono, vitaminas, y hormonas de crecimiento.

Las técnicas de cultivo de tejidos tienen aplicaciones (Murashige 1974) en: 1) mejoramiento genético de los cultivos; 2) recuperación de clones libres de enfermedad y conservación del germoplasma valioso; 3) multiplicación rápida de los clones de variedades seleccionadas; y 4) producción de farmacéuticos.

El actual patrón de cultivo, monocultivo intensivo, favorece que las enfermedades de las plantas alcancen proporciones epidémicas, especialmente las afecciones virales para las cuales no se dispone de medidas adecuadas de control práctico. En una planta sistemáticamente invadida por un virus no todas sus células se infectan de manera uniforme; en la mayoría de los casos las células del meristema de los retoños se hallan, por lo general, libres del virus (Lismasset y Cornuet 1949). Esta importante observación llevó a Morel y a Martin (1952) al desarrollo de técnicas de cultivo de meristemos con miras a producir plantas libres de virus. Desde entonces el cultivo de me-

1 NRCC No. 14697.

\* National Research Council of Canada, Prairie Regional Laboratory, Saskatoon, Saskatchewan S7N 0W9.

ristemos, solo o en combinación con tratamiento térmico, ha sido usado con éxito para la eliminación de patógenos virales en una amplia gama de especies vegetales (v.gr., papa, dalias, claveles, crisantemos y orquídeas; para una reseña detallada véase Hollings 1965; Quak 1972).

La enfermedad del mosaico de la yuca plantea serios problemas para el cultivo y se encuentra en casi todas las regiones productoras de yuca del mundo (Menon y Raychaudhuri 1970), con la probable excepción de Colombia (Lozano, trabajo personal). Hasta ahora tres tipos de mosaico de la yuca (hindú, nigeriano, brasileño o mosaico común de la yuca), han sido detectados y estudiados en cuanto a su modo de transmisión (Costa 1940; Golding 1936; Menon y Raychaudhuri 1970; Storey y Nicholls 1938). Las enfermedades producidas por el mosaico hindú y nigeriano son idénticas en cuanto al tipo de síntomas producidos en cultivares susceptibles, gama de receptores, y transmisión, ya sea por injerto o mediante el vector del insecto. Los informes publicados hasta el momento indican que ninguna partícula viral ha sido aislada de las plantas enfermas, ni observada de manera concluyente mediante la microscopía electrónica. En cambio, el mosaico brasileño común de la yuca es de origen viral y transmisible mecánicamente a cultivares susceptibles y a otros recipientes herbáceos (Costa 1940; Kitajima y alumnos 1965).

En virtud de los términos de un contrato con el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo se ha estado trabajando durante los últimos dos años en: (a) el desarrollo de una técnica reproducible para el regeneramiento de plantas enteras a partir del meristemo apical de los retoños de yuca, y (b) en el empleo de los métodos así desarrollados para la eliminación de la enfermedad del mosaico en las plantas de yuca.

Kartha y alumnos (1974) describieron la metodología para regenerar plantas a partir de meristemos apicales de retoños de yuca. Este trabajo versa sobre los procedimientos experimentales usados para eliminar el mosaico de la yuca de origen hindú o nige-

riano, mediante técnicas de cultivo del meristemo.

### Materiales y Métodos

Los Doctores M. R. Menon, de la Universidad Agrícola de Kerala, Vellayani, Trivandrum y S.K. Hann del Instituto Internacional de Agricultura Tropical, de Ibadán, Nigeria, proporcionaron estacas infectadas con los tipos hindú y nigeriano de mosaico de la yuca. Las estacas enfermas que presentaban brotes inactivos fueron cortadas en secciones con dos nudos cada una. Los extremos superiores del corte fueron sellados con parafina y las secciones sembradas en recipientes de vermiculita donde se humedecieron con una solución nutritiva de Hoagland (Tabla 1) y se incubaron en cámaras de crecimiento a 26°C, 18 horas/día de luz (4000 lux, lámparas fluorescentes) y 70% de humedad relativa. En estas condiciones los brotes (retoños) aparecieron en un período de 4 a 5 días. En el curso de 7 días los brotes fueron empleados en cultivo de meristemos.

TABLA 1. Composición de la solución nutritiva de Hoagland.

Macronutrientes	mM	g/litro
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	4.0	.94
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	2.0	.52
KNO <sub>3</sub>	6.0	.66
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0	.12
Quelato ferroso		.07
"Sequestrano 330 Fe" <sup>a</sup>		
Micronutrientes (Solución madre)		g/litro
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>		28
MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O		34
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O		1.0
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O		2.2
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O		1.0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (concentrado)		5.0 ml

(Se mezcla 0,1 ml de micronutrientes con 1 litro de los macronutrientes y el pH se regula a 6,7).

(a) Geigy Agricultural Chemical Corporation, Ardsley, N. Y., E.U.A.

Las plantas de yuca crecieron pobremente en el invernadero de Saskatoon durante los meses de invierno. La temperatura controlada del invernadero fue de 21°C. Dado que todas las plantas recibieron luz adicional, se hizo obvio que la temperatura en el invernadero era demasiado baja para el cultivo de yuca. Esto fue comprobado por el excelente crecimiento de los 6 a 8 cultivos durante los meses de verano. En una cámara de crecimiento a 26°C, con fotoperíodos de 18 horas/día (4000 lux, generados por una serie de lámparas fluorescentes) y 70% de humedad relativa, se logró un crecimiento constante y vigoroso acompañado de intenso follaje verde.

El medio de cultivo para los meristemos (Tabla 2) consistió en macro y microelementos según Murashige y Skoog (1972), vitaminas como en el medio B5 (Gamborg y alumnos, 1968) y 2% de sacarosa. Antes de añadir Bacto-Agar Difco (0,6%) se ajustó el pH del medio a 5,7 con KOH 0,2 N. Hormonas de crecimiento tales como benciladenina (BA), ácido naftalenoacético (NAA) y ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), fueron incorporadas al medio luego de haber disuelto el agar en concentraciones molares de  $5 \times 10^7$ ,  $10^6$  y  $10^7$ , respectivamente. El GA<sub>3</sub> fue un producto de la Kyowa Hakko Kogyo Co. Ltd., de Tokio, suministrado por el Dr. J.D. Jones de Ottawa. El BA fue de grado reactivo (Calbioquim), y el NAA fue recristalizado antes de usarse. Partes alícuotas de 2,5 ml del medio fueron distribuidas individualmente en tubos de ensayo pyrex de 10 x 25 cm los cuales se taparon con algodón absorbente y se colocaron en el autoclave por 20 minutos a 1,46 kg/cm<sup>2</sup>. El medio se dejó enfriar y solidificar a la temperatura ambiente.

La disección de las cúpulas meristemáticas se llevó a cabo en una cámara de flujo laminar (Enviroc, Ontario) provista con circulación de aire estéril. Los ápices de los retoños se esterilizaron por inmersión de un minuto, en 70% de etanol, seguida de tres lavados en agua destilada estéril. Las cúpulas meristemáticas, con una medida aproximada de 0,2 a 0,5 mm, fueron cuidadosamente removidas de los ápices de los retoños mediante cuchillas de afeitar en forma de escalpelos finos y montadas en

TABLA 2. Composición del medio de cultivo para la regeneración de plantas a partir de meristemos apicales de retoños de yuca.

A <sup>a</sup> Elementos principales		
Compuesto	Cantidad/Litro	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650 mg	
KNO <sub>3</sub>	1900 mg	
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	370 mg	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170 mg	
EDTA, Sal férrica	40 mg	
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	2.9 ml	
concentración: 15g/100 ml		
B <sup>b</sup> Elementos secundarios Sol. concentrada, mg/100ml		
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	620	
MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	2230	1 ml
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	860	
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	25	
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	2.5	
CoCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	2.5	
Concentración de KI	75 mg/100 ml	1 ml
C <sup>c</sup> Vitaminas Concentración mg/100 ml		
Acido nicotínico	10 mg	
Tiamina HCl	100 mg	
Piridoxina HCl	10 mg	10 mg
m- inositol	1000 mg	
D Sacarosa		
		20 g
E Hormonas		
Benciladenina (BA)	$5 \times 10^{-7}$ M	
Acido Naftalenoacético (NAA)	$10^{-6}$ M	
Acido Giberélico (GA <sub>3</sub> )	$10^{-7}$ M	
pH 5.8 (regular con 0.2 N KOH o 0.2 N HCl)		
Agar Difco Bacto 0.6%		

(Nota: Usese solamente agua destilada en vidrio)

(a) Datos de Murashige y Skoog (1962).

(b) Datos de Gamborg y alumnos (1968), y Gamborg (1975).

mangos de acero. La disección se llevó a cabo con un estereomicroscopio Wild-M5 (Wild of Canada Ltd., Toronto) y una magnificación de 50. Las cúpulas meristemáticas, así removidas, fueron sembradas en medios de agar y los tubos taponados fueron sellados con Parafilm® y cinta pegante, e incubados en una cámara de crecimiento (medio controlado, Modelo EF7) programada para proveer una intensidad luminosa de 3000 lux, un ciclo de luz y oscuridad de 16/8 horas, 26°C y 70% de humedad relativa.

En otros experimentos, se sembraron secciones de estacas enfermas en vermiculita y se dejaron crecer en una cámara de crecimiento programada para proveer un fotoperíodo de 16 horas/día (4000 lux de intensidad luminosa generada por una serie de lámparas fluorescentes), 35°C (constante), y 70% de humedad relativa. Después de 30 días de crecimiento se aislaron las cúpulas meristemáticas y se cultivaron en la forma indicada. Los experimentos de control consistieron en cultivar esquejes provenientes de las mismas estacas enfermas, pero bajo condiciones de invernadero (fotoperíodo de 14 horas/día, 21°C, y 40-45% de humedad relativa).

## Resultados

*1 Regeneración de plantas libres de síntomas de mosaico mediante el cultivo del brote de meristemo.* En el curso de 5 a 7 días las estacas enfermas retoñaron y el follaje mostró síntomas típicos de mosaico. A medida que las plantas envejecían los síntomas eran más severos, mostrando arru-

gamiento, deformación y reducción en el tamaño del limbo de las hojas (Fig. 1).

La respuesta de los brotes de meristemo a las condiciones de cultivo se pudo notar a los 3 días bajo la forma de una hinchazón considerable en la parte basal del corte que condujo al desarrollo de un callo. La diferenciación de los retoños comenzó de los 7 a los 10 días, seguida por desarrollo de la raíz (Fig. 2). Solamente los trasplantes con una longitud mayor a 0,2 mm se diferenciaron hasta formar plantas completas. Aquellos con una longitud menor a 0,2 mm formaron solo callo, o callo con raíces. Tanto en los cultivares hindúes como en los nigerianos se encontró que el potencial de regeneración (número de plántulas diferenciadas por número total de brotes de meristemo cultivados) de los brotes de meristemo superiores a 0,2 mm alcanzó hasta 90 ó 95%. Se encontró que la presencia de primordios de hojas en los trasplantes de meristemo no era esencial para la regeneración de las plantas en las condiciones experimentales descritas.

Los datos relativos a la producción de plantas libres de síntomas del mosaico se resumen en la Tabla 3.

En un período de 26 días se formaron las plántulas y crecieron hasta una altura de 4 a 5 cm (Fig. 3). En este punto fueron trasplantadas a recipientes que contenían vermiculita y cultivadas, bien en invernadero o en una cámara de crecimiento, a 26°C, con un fotoperíodo de 16 horas/día a una intensidad lumínica de 3000 lux, y una rociada semanal con solución nutritiva de Hoagland (Tabla 2). Las observaciones visuales

TABLA 3. Producción de plantas de yuca libres de síntomas de mosaico mediante el cultivo de meristemo.

Cultivar	Número de meristemos cultivados	Tamaño de los brotes de meristemo (mm) <sup>a</sup>	Número de plantas regeneradas	Número obtenido de plantas libres de síntomas de mosaico
Kalikalan (hindú)	150	0,4	135	70
Ogunjobi (nigeriano)	45	0,4	42	40

(a) Los brotes de meristemo superiores a 0,4 mm regeneraron plantas con síntomas de mosaico.

sobre síntomas evidentes de mosaico se prolongaron por seis meses.

Los experimentos de transmisión consistentes en injertar púas de plantas regeneradas a cultivares del CIAT, Colombia, sanos pero susceptibles, a saber, Llanera y Colombia No. 800, fueron realizados a intervalos mensuales durante 6 meses. Como control se injertaron púas de plantas enfermas. En las plantas patrón injertadas con plantas sanas regeneradas a partir de meristemas, no se observaron síntomas visibles. En cambio, entre los 21 y 28 días, las plantas control, en las cuales se usaron púas enfermas, exhibieron síntomas típicos del mosaico en los retoños formados.

*II Regeneración de plantas libres de síntomas de mosaico mediante tratamiento térmico combinado con cultivo de brotes de meristemo.* Al cultivar cortes enfermos de Kalikalan y Ogunjobi a 35°C (constante), con un fotoperíodo de 16 horas/día (4000 lux, lámparas fluorescentes) y 70% de humedad relativa, se observó un crecimiento vigoroso en comparación con las plantas control cultivadas en invernadero (21°C). A partir del quinceavo día se hizo evidente el enmascaramiento de los síntomas del mosaico en las hojas jóvenes, y no hubo síntomas visibles en las nuevas hojas que brotaron hacia el trigésimo día (Fig. 4b). Las plantas control de la misma edad, derivadas del mismo corte y cultivadas a 21°C desarrollaron síntomas severos de mosaico acompañados de gran deformación y reducción del tamaño del limbo de las hojas (Fig. 4a). En las plantas con follaje libre de síntomas de mosaico, estos síntomas aparecieron entre los 7 y 10 días

al ser trasladadas de la cámara de crecimiento a 35°C, al invernadero a 21°C.

Se cultivaron meristemas de plantas cultivadas a 35°C por 30 días (con hojas libres de síntomas), mientras éstas se mantenían aún en las condiciones de cámara de crecimiento (Tabla 4).

Los experimentos de transmisión ejecutados como se describió anteriormente no presentaron signos de mosaico en las plantas regeneradas (Fig. 5). Sin embargo, en ausencia del vector de la mosca blanca (*Bemisia* sp.) no se adelantaron estudios sobre su transmisión; tampoco se realizaron experimentos de transmisión a otros hospederos herbáceos del mosaico común americano de la yuca.

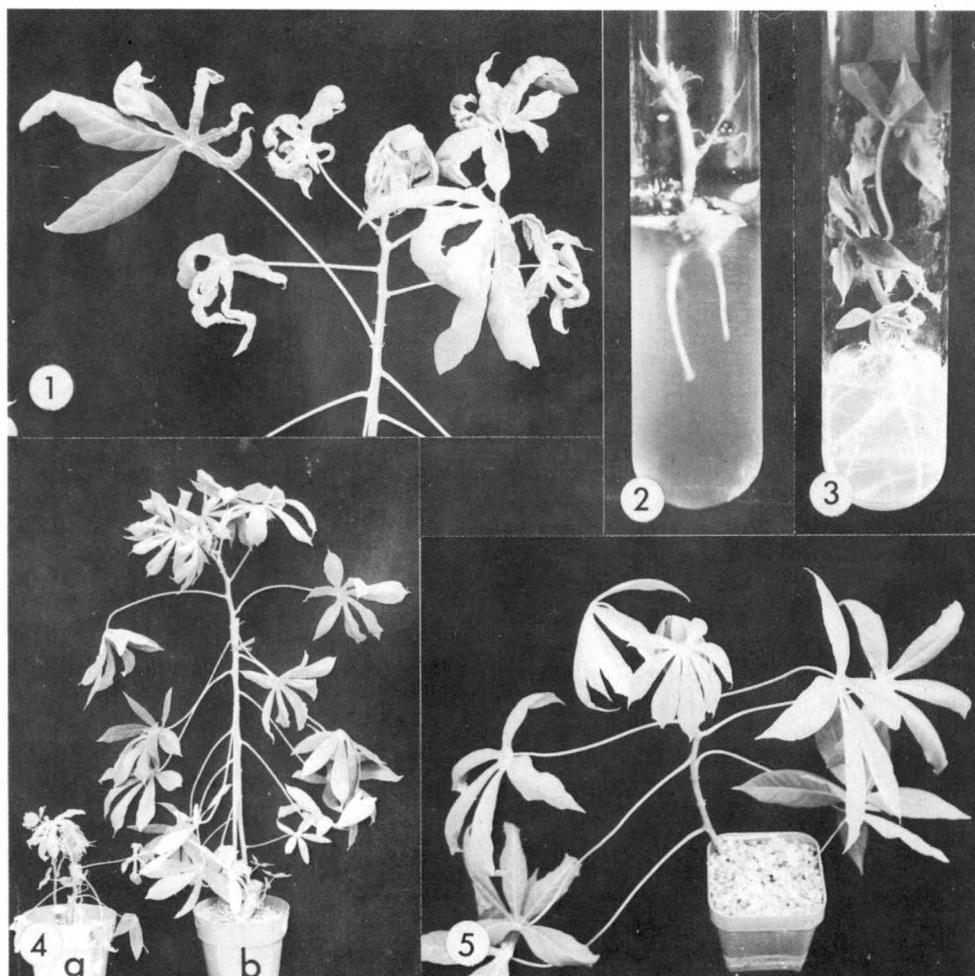
## Discusión y Conclusión

Los experimentos indican claramente que los síntomas del mosaico de la yuca, prevaliente en India y Nigeria, podrían ser eliminados mediante el cultivo de meristemas, solo o combinado con terapia térmica. El éxito y la frecuencia con que se producen plantas libres de síntomas parecen estar determinados por el tamaño del brote de meristemo (tamaño máximo 0,4 mm). Aparentemente, el agente del mosaico de la yuca está presente en las zonas apicales de los retoños mayores de 0,4 mm de la planta enferma. No obstante, cuando las estacas enfermas fueron cultivadas a mayor temperatura (35°C), se observó que los síntomas se enmascaraban hasta su total desaparición, y que los brotes de meristemas hasta de 0,8 mm estaban libres del patógeno. La mayor temperatura aparentemente favoreció el crecimiento de la planta, y puede haber retardado la invasión

TABLA 4. Tratamiento térmico y cultivo de brotes de meristemo en la producción de plantas de yuca libres de síntomas del mosaico.

Cultivar	Número de meristemas cultivados	Tamaño de los brotes de meristemo (a)	Número de plantas regeneradas	Número obtenido de plantas libres de síntomas del mosaico
Kalikalan (hindú)	50	0,8	45	45
Ogunjobi (nigeriano)	50	0,8	46	46

a) Los brotes de meristemo mayores de 0,8 mm regeneraron plantas que mostraron síntomas del mosaico.



Una técnica recientemente desarrollada para cultivar yuca mediante el cultivo de tejidos puede ofrecer oportunidad para producir material libre de enfermedades Fig. 1: planta adulta de yuca con síntomas típicos de mosaico; Fig. 2: formación de retoños y raíces a partir del meristemo cultivado; Fig. 3: planta de cinco semanas libre de síntomas de mosaico regenerada a partir del meristemo; Fig. 4: cortes de planta enferma cultivada en invernadero a 21° C (a), y en cámara de crecimiento a 35° C (b) durante 30 días (obsérvese la desaparición de los síntomas de mosaico y el mayor crecimiento vegetativo en "b"); Fig. 5: planta de 3 meses libre de síntomas, regenerada mediante el cultivo de meristemos apicales de retoños de yuca enferma de mosaico.

y multiplicación del agente causal. El equilibrio hormonal de la planta puede ser un factor determinante para estimular su crecimiento y proporcionar condiciones adversas a la multiplicación e invasión del patógeno.

La desaparición de los síntomas en plantas cultivadas a 35° C no parece ser resultado de la desactivación del patógeno, ya que los síntomas reaparecieron en el follaje después de ser expuestos a una tempera-

tura menor. Chant (1959) informó que el "virus" mosaico de la yuca había sido desactivado en la yuca nigeriana sometida a 35-39° C por períodos de 28 a 42 días. De 18 plantas sobrevivientes a una temperatura de 39° C durante 42 días, él obtuvo cuatro sanas; el resto estaba infectado. En nuestra experiencia, las plantas de yuca cultivadas a temperaturas mayores de 36 ó 37° C por períodos superiores a 20 días desarrollan tallo muy alto y delgado, y

envejecen prematuramente. Además, la regeneración potencial de los meristemas de dichas plantas se redujo a 2 ó 5%. Nuestros resultados, por tanto, sugieren que el agente causal del mosaico presente en plantas hindúes y nigerianas no puede desactivarse por termoterapia, pero que ésta combinada con el cultivo de brotes de meristemo es efectiva para eliminar completamente los síntomas de la enfermedad.

Las plantas libres de síntomas de mosaico producidas según las técnicas de cultivo de meristemas no son inmunes a la reinfección por parte del mismo o de otro agente causal, aunque la técnica de meristemas posibilita la producción de plantas libres de síntomas y permite un aprovisionamiento de base. Este aprovisionamiento puede propagarse en un área completamente protegida contra peligros de reinfección, y solamente su progenie debe exponerse a condiciones de campo. Las operaciones de cultivo de tejidos pueden ampliarse a la capacidad deseada. La operación más eficiente exigirá probablemente instalaciones mayores para el cultivo de tejidos con una unidad para propagación vegetativa extensa (Wholey y Cock, 1973).

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su reconocimiento al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo por su apoyo financiero a este trabajo, y su especial gratitud a los doctores L.R. Wetter, F. Constabel y B.L. Nestel por las útiles sugerencias y el vivo interés en las diversas etapas de esta investigación. Asimismo, agradecen a los doctores James Cock, Alvarez-Luna (CIAT, Colombia), M.R. Menon de India, y S.K. Hahn de Nigeria, por el generoso suministro de material de yuca, y aprecian en su valor la excelente asistencia técnica proporcionada por los señores Jerry Shyluk y Keith Paul. Finalmente, dan también las gracias al Señor A.S. Lutzko por las placas fotográficas.

### Referencias

- CHANT, S.R. 1959. A note on the inactivation of mosaic virus in cassava (*Mahinot utilisissima* Pohl) by heat treatment. *Emp. J. Exp. Agric.* 27:55-58.
- COSTA, A.S. 1940. Observações sobre o mosaico comum e o mosaico das nervuras da mandioca (*Manihot utilisissima* Pohl). *J. Agron., Piracicaba* 3:239-248.
- GAMBORG, O.L. 1975. Callus and cell culture. En *Plant Tissue Culture Methods*. O.L. Gamborg and L.R. Wetter eds. National Research Council of Canada, Ottawa.
- GAMBORG, O.L., R.A. MILLER and K. OJIMA. 1968. Nutrient requirement of suspension cultures of soybean root cells. *Exp. Cell Res.* 50:151-158.
- GOLDING, F.D. 1936. *Bemisia nigeriensis* Corb, a vector of cassava mosaic in southern Nigeria. *Trop. Agr., Trinidad* 13:182-186.
- HOLLINGS, M. 1965. Disease control through virus-free stock. *Annu. Rev. Phytopathol.* 3:367-396.
- KARTHA, K.K., O.L. GAMBORG, F. CONSTABEL and J.P. SHYLUK. 1974. Regeneration of cassava plants from apical meristems. *Plant Sci. Lett.* 2:107-113.
- KITAJIMA, E.W., C. WETTER, D.M. SILVA, A.R. OLIVEIRA y A.S. COSTA. 1965. Morfologia do virus do mosaico comum da mandioca. *Bragantia* 24:247-260.
- LIMASSET, P. et CORNUET. 1949. Recherche de la mosaic du tabac, (*Marmor tabaci* Holmes) dans les meristems de plantes infectee. *C.R. Acad. Sci. Paris.* 228:1971-1972.
- MENON, M.R., and S.P. REYCHAUDHURI. 1970. Cucumer-a herbaceous host of cassava mosaic virus. *Plant Dis. Rep.* 54:34-35.
- MOREL, G., et C. MARTIN. 1952. Guérison de dehlías atteints d'une maladie a virus. *C.R. Acad. Sci. Paris.* 235:1324-1325.
- MURASHIGE, T. 1974. Plant propagation through tissue cultures. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 25:135-166.
- MURASHIGE, T., and F. SKOOG. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
- QUAK, F. 1972. Review of heat treatment and meristem tipo culture as methods to obtain virus-free plants. 10th Int. Hort. Cong. Proc. 3:12-25.
- STOREY, H.H. and R.F.W. NICHOLLS. 1938. Studies of the mosaic disease of cassava. *Ann. Appl. Biol.* 25:790-806.
- WHOLEY, D.L. and J.C. COCK. 1973. A rapid method for the propagation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). En *Proc. 3rd Int. Symp. Tropic. Root and Tuber Crops*, Ibadan, Nigeria.

# Método Propuesto para Mejorar la Base Informativa con Miras a Establecer Prioridades en la Investigación Sobre Yuca

Per Pinstруп-Andersen y Rafael O. Díaz\*

Es frecuente que las prioridades en la investigación agrícola aplicada se establezcan teniendo como base una información muy reducida sobre los problemas existentes y su importancia económica relativa en el proceso de producción. La comunicación entre el sector agrario y el organismo científico es a menudo pobre; las demandas a nivel de granja de una investigación destinada a resolver problemas no son conocidas por los encargados de la administración investigativa.<sup>1</sup> En la mayoría de los países en desarrollo los agricultores, con la posible salvedad de los grandes hacendados y los miembros de asociaciones serias de productores, tienen enorme dificultad para comunicar sus necesidades a los institutos de investigación a causa de las barreras institucionales y sociales. Como resultado, algunas investigaciones pueden ser ajenas a los problemas reales de las granjas, y sus resultados no ser adoptables.

Por regla general, las bajas tasas de adopción de nuevas tecnologías son atribuidas a defectos en el servicio de extensión. Aunque en parte el caso puede ser tal, la verdad es que una de las principales causas de la baja tasa de adopción radica en que la nueva técnica no siempre responde a las necesidades más urgentes de las granjas, ni a las preferencias del agricultor. Un flujo continuo de información hacia la administración investigativa sobre aumentos potenciales en producción, productividad y riesgos en diversas actividades investigativas (v.gr. desarrollo de capacidades de resistencia a enfermedades e insectos, cambios en las prácticas de labranza, cambios en los tipos de plantas, cambios en la reacción de las plantas a los nutrientes, etc.), ayudará a garantizar que las tecnologías desarrolladas

correspondan a las necesidades y preferencias del agricultor, acelerando, a la vez, su adopción, e incrementando los beneficios derivados de la investigación<sup>2</sup>.

Dicho flujo informativo puede consistir en la retroalimentación continua de información que, partiendo del agricultor, llegue a las instituciones investigativas por intermedio del servicio de extensión. El contacto directo entre investigadores y agricultores mediante reuniones, visitas a las granjas, etc., produciría también resultados efectivos. Como complemento se sugiere un tercer método consistente en combinar análisis agro-económicos y experimentos agro-biológicos.

\* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia.

<sup>1</sup> Se emplea el término "administrador de investigaciones" para designar a la persona o grupo de personas que toman las decisiones sobre prioridades en la investigación. Según la organización y el nivel del proceso investigativo en el cual es necesario establecer prioridades, el "administrador de investigaciones" puede ser un científico individual, un equipo de hombres de ciencia, un director de investigación, o cualquier otra persona o grupo de personas en el sistema investigativo.

<sup>2</sup> En las publicaciones siguientes se tratan otros aspectos de la asignación de recursos en investigación agrícola: Pinstруп-Andersen, Per, *Allocation of Resources in Applied Agricultural Research in Latin America - Preliminary Approach*. Comunicación elaborada para el Seminario Regional sobre Aspectos Socioeconómicos de la Investigación Agrícola, IICA, Maracay, Venezuela, abril 10-13, 1973.

Pinstруп-Andersen, Per. *Toward a Workable Management Tool for Resource Allocation in Applied Agricultural Research in Developing Countries*. Versión revisada de una comunicación presentada en la Reunión de la Fundación Ford para Consejeros de Programas en Agricultura, Ibadan, Nigeria, abril 29 - mayo 4, 1974.

Pinstруп-Andersen, Per y David Franklin. *A Systems Approach to Agricultural Research Resource Allocation in Developing Countries*. Comunicación presentada en la Conferencia sobre Asignación de Recursos y Productividad en la Investigación Agrícola Internacional, Airlie House, Virginia, enero 26-29, 1975.

Este trabajo presenta la metodología empleada para llevar a cabo el análisis agro-económico y examina la experiencia obtenida en la prueba empírica de la metodología para yuca en Colombia, con ilustraciones sobre la clase de información conseguida.

### Análisis agro-económico

Mediante el establecimiento de un enlace directo entre la granja y el centro investigativo, el análisis agro-económico intenta transmitir a la administración investigativa las demandas que se presentan, a nivel de granja, de investigación agrícola aplicada. El análisis se concentra en cuatro aspectos principales: 1) descripción del proceso de producción; 2) identificación de los factores limitantes de la producción y de la productividad; 3) estimación de la importancia relativa de cada uno de estos factores; y 4) obtención de indicaciones sobre las características tecnológicas preferidas por el agricultor.

Se espera que, además de servir a las necesidades de los administradores de investigación, la información generada por los análisis agro-económicos sea útil para establecer o revisar la política oficial sobre asuntos tales como extensión, crédito y precios agrícolas (Fig. 1). Finalmente, la información puede ser útil a las asociaciones de productores y a los agricultores individuales. Sin embargo, el objetivo primario de las encuestas es proporcionar información para el establecimiento de prioridades en la investigación.

El marco básico que fundamenta la escogencia de los datos que se van a recolectar

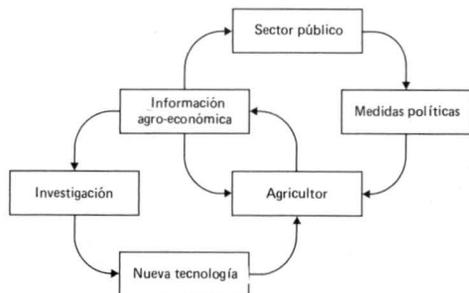


Fig. 1. Utilidad esperada del estudio agro-económico.

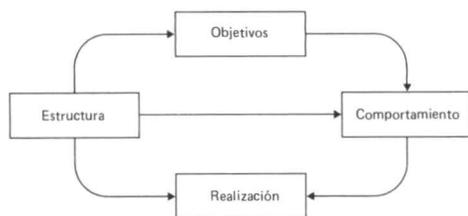


Fig. 2. Modelo básico que fundamenta la selección de los datos que han de recopilarse.

aparece en la Fig. 2. Se intenta describir ciertos aspectos claves de la estructura, la conducta y el desempeño tanto del proceso de producción y de los objetivos del agricultor, como de la interacción entre estos factores. Se hace hincapié en la identificación de los principales factores que limitan la producción y la productividad, y en la estimación de las implicaciones que tendrá la eliminación de estos factores.

### Estructura del proceso

La estructura del proceso de producción se refiere a las características del proceso determinadas por factores externos al proceso mismo. La estructura representa las limitaciones dentro de las cuales opera el proceso. El agricultor puede modificar o eliminar algunas de estas limitaciones, al paso que otras están fuera de su control. La Fig. 3 ilustra los factores estructurales descritos en las encuestas agro-económicas. Dado el objeto de la encuesta, se da mayor importancia a los factores agro-biológicos y ecológicos.

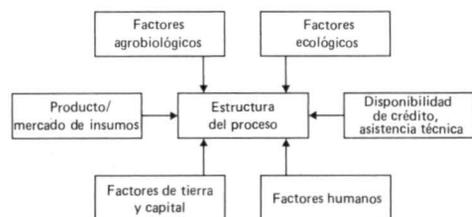


Fig. 3. Factores que determinan la estructura del proceso de producción.

La mayor parte de la información relativa a los factores agro-biológicos se obtiene por observación directa en los campos agrícolas. Se registra la ocurrencia y severidad de las enfermedades y de los daños causados por los insectos, las deficiencias minera-

les, y la presencia de malezas. Se describen además la altitud, la calidad del suelo (por medio de pruebas específicas), la disponibilidad de agua, los tipos de plantas, y el desarrollo general de las mismas. La percepción de los problemas agro-biológicos por parte del agricultor se somete a comparación con las observaciones de campo. Se obtienen también los datos del agricultor sobre precios del producto e insumos, así como sus fluctuaciones; la disponibilidad de insumos comerciales, la mano de obra, el crédito, y la asistencia técnica; la tenencia de la tierra, la extensión de la granja, el capital, y ciertas características del agricultor y de su familia.

### Conducta del proceso

La conducta del proceso describe la acción resultante de las decisiones del agricultor con relación al proceso de producción. Se obtienen datos sobre: 1) uso de la tierra controlada por el agricultor; 2) cultivos encontrados en el proceso de producción estudiado; 3) prácticas de siembra, cultivo y cosecha; 4) uso de insumos tales como abonos e insecticidas, al igual que crédito y asistencia técnica; y 5) empleo de los productos obtenidos en el proceso estudiado (Fig. 4). Se destaca la importancia de

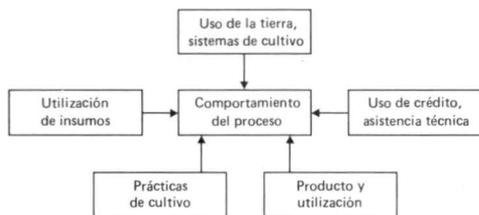


Fig. 4. Factores que expresan la conducta del proceso de producción.

analizar tanto la relación entre estructura y objetivos, como la conducta para determinar los principales factores limitantes de la producción.

### Realización del proceso

La realización mide los efectos o resultados del proceso de producción, en términos de las metas establecidas. El análisis obtiene datos sobre rendimiento, costos de producción, empleo de mano de obra, consumo

doméstico, variación en el rendimiento (riesgo), e ingresos brutos y netos (Fig. 5).



Fig. 5. Factores que expresan la realización del proceso de producción.

### Objetivos de los agricultores

Se procura hacer una descripción de las metas del agricultor y la importancia relativa de los ingresos, el flujo de efectivo, el riesgo, y la disponibilidad de productos para consumo doméstico, en su función objetiva, con el objeto de ayudar a identificar una tecnología cuya tasa esperada de adopción sea alta. Este trabajo incluye la recopilación de datos sobre los motivos por los cuales se adoptaron o dejaron de adoptar diversos tipos de tecnología nueva, y sobre los factores que cimentaron la selección de sistemas de labranza.

### Mecanismo de recopilación de datos

Los datos fundamentales se obtienen por intermedio de un pequeño equipo especializado de agrónomos y economistas, en una muestra de granjas a las que se destina la investigación agro-biológica. El equipo de campo hace visitas periódicas (tres o cuatro, normalmente) a cada granja durante el ciclo completo de labranza. Aproximadamente la mitad de la visita se dedica a recolectar datos (por observación directa) sobre los aspectos agro-biológicos, en tanto que el resto del tiempo se emplea en entrevistas al agricultor.

Antes de iniciar las visitas el equipo de campo recibe un extenso adiestramiento en el diagnóstico de problemas de producción a nivel de granja. El entrenamiento del equipo de campo es uno de los puntos cruciales para asegurar que la encuesta agro-biológica produzca datos de valor. Un diagnóstico correcto en el campo (v.gr. reconocer los síntomas de ciertas enfermedades,

los daños causados por insectos, las deficiencias minerales, etc.) requiere, en la mayoría de los casos, una pericia considerable. De ahí que la participación directa de un equipo de investigación multidisciplinario altamente calificado en las fases de adiestramiento y ejecución en el campo sea esencial para el éxito de la encuesta. Los equipos de campo que trabajan en las encuestas agro-económicas actuales del CIAT han tenido 3 a 4 meses de entrenamiento previo, en contacto directo con los especialistas de las disciplinas pertinentes.

### **Experimentos Agro-biológicos**

El análisis agro-biológico ofrece un estimativo del área afectada por cada uno de los problemas identificados. Más aún, da cierta indicación acerca del efecto depresor que pueda tener sobre el rendimiento. Sin embargo, a menudo resulta difícil estimar con precisión este impacto del rendimiento a partir de los datos de la encuesta, así pues, los experimentos controlados se realizan con el fin de ayudar a cuantificar el impacto de los problemas sobre el rendimiento.

### **Análisis de los datos**

Los datos obtenidos de la encuesta agro-económica y de los experimentos relacionados se analizan con el propósito general de: 1) describir la estructura, conducta y realización del proceso de producción en estudio, y 2) estimar el impacto que la estructura y conducta del proceso de cambio puedan tener sobre el rendimiento. Además de incorporar estos datos a la descripción del proceso, se intenta estimar la pérdida económica causada por cada uno de los factores agro-biológicos y ecológicos, entre los cuales se cuentan enfermedades, insectos, malezas, deficiencias del suelo y condiciones adversas de pluvialidad, así como las implicaciones del cambio de estos factores. A esto se agrega la estimación de: 1) costos de producción y adopción de mano de obra por actividad de producción; 2) utilidades netas del proceso por cada uno de los principales sistemas de labranza; 3) contribución de cada uno de los principales recursos a las utilidades netas; y

4) factores que influyen en la toma de decisiones del agricultor respecto a la adopción de nueva tecnología y a la selección del sistema de labranza.

Con base en los datos del análisis agro-económico se intenta estimar las relaciones relativas de beneficio/costo en renglones alternativos de investigación. No obstante, es difícil hacer estos cálculos con cierto grado de confiabilidad.

### **Ilustración de los resultados empíricos**

Actualmente existen en Colombia proyectos en curso destinados a ensayar en el campo la metodología mencionada en maíz, yuca y frijol. Aunque se espera que la información obtenida de estos estudios empíricos sea útil a las instituciones nacionales colombianas y al CIAT, el objeto primario del trabajo es desarrollar y probar una metodología sencilla para uso de las entidades nacionales de investigación en América Latina y otros lugares. El objeto de esta parte del trabajo es presentar los resultados preliminares del análisis agro-económico sobre producción de yuca en Colombia, con el fin de ilustrar el tipo de información obtenida. Como la recopilación de los datos no se ha completado aún, sólo se ha hecho un análisis parcial.

El análisis agro-económico del proceso de producción de la yuca en Colombia se basa en la recopilación de datos primarios mediante visitas personales a unos 300 productores de yuca localizados en cinco regiones de Colombia (Fig. 6). Un equipo de dos agrónomos y un economista agrícola, previamente adiestrados en la identificación de los problemas agrobiológicos de la yuca y en la realización de entrevistas en granjas, visita tres veces cada granja durante la época de cultivo. La temporada de cultivo de la yuca en Colombia es alrededor de 12 meses, salvo en la región de la costa Norte donde toma de 8 a 10 meses. La primera visita se hace antes de completarse los cuatro meses siguientes a la siembra, y la última inmediatamente después de la cosecha.

La escogencia de las zonas se hizo en base a su contribución a la producción total nacional de yuca, y a su capacidad para representar las características de las diversas regiones productoras de yuca en el país.

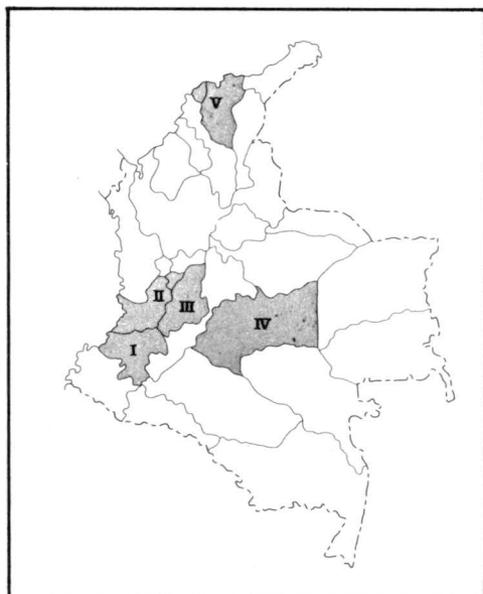


Fig. 6. Localización de las cinco zonas incluidas en el análisis agroeconómico sobre producción de yuca en Colombia.

La Tabla 1 muestra la altitud, la extensión de las granjas, y las características de uso de la tierra en las granjas tomadas como muestra. La altitud varía desde granjas ubicadas a más de 1000 m en las zonas I y II, hasta granjas situadas casi a nivel del mar en la Zona V. Buena parte de la tierra permanece inactiva o dedicada a pastos, de ahí que el área cultivada por granja sea

pequeña. Aunque algunas granjas tenían extensas plantaciones de yuca, el promedio fue de unas cinco hectáreas. Las granjas visitadas tenían, en promedio, dos sembrados de yuca. La importancia de otros cultivos, en las granjas de muestra, ofrece variaciones según la localización. El café y el plátano, casi siempre intercalados, aparecieron como los más importantes en las Zonas I, II y III; la caña de azúcar, el maíz y el banano se destacaban en otras zonas.

En la Tabla 2 vemos los sistemas de labranza más comúnmente utilizados en las granjas de muestra, la extensión del terreno y la población vegetal de cada sistema. En la primera visita se identificaron más de 14 combinaciones diferentes de cultivos. Más del 50% de los agricultores cultivaba la yuca individualmente, a tiempo que un 25% la cultivaba en asocio con maíz. Alrededor del 60% del área estaba sembrada solamente con yuca. Aunque la extensión de los campos difiere significativamente según el sistema de cultivo, se necesita mayor análisis de los datos para determinar la posible relación entre estas dos variables.

La población de yuca resultó igual cuando se sembraba sola o en asocio con otro cultivo. Pero cuando se combinaba con dos o más cultivos, esta población disminuía. Para ampliar la información a este respecto se ha emprendido un análisis económico comparativo de varios sistemas de cultivo de la yuca, incluyendo los factores determi-

TABLA 1. Altitud, extensión de la granja, y uso de la tierra en las granjas de la muestra.

	ZONA					Promedio sencillo
	I	II	III	IV	V	
Altitud de la granja (m)	1254	1187	886	396	33	761
Extensión total de la granja (ha)	7,2	37,5	16,5	61,3	18,0	25,9
Área cultivada (ha)	3,5	18,3	4,7	10,9	8,4	9,9
Área con yuca (ha)	2,9	3,4	2,0	9,4	5,3	5,2
Área en pastos, y tierra sin uso (ha)	3,7	19,4	11,8	50,4	9,6	16,0
Número de parcelas de yuca/granja	2,16	1,91	2,16	1,98	1,59	1,96
Extensión de la parcela observada con yuca (ha)	1,30	3,35	0,90	3,37	2,16	2,22
Cultivos diferentes de la yuca (% de granjas)						
Café	32,4	61,4	31,6	10,0	0,0	28,7
Plátano	18,9	54,5	5,3	10,0	4,5	22,0
Maíz	2,7	11,4	15,8	15,0	4,5	8,5
Caña de Azúcar	5,4	0,0	26,3	0,0	0,0	4,3
Banano	2,7	0,0	0,0	0,0	6,8	2,4
Otros cultivos	0,0	9,1	5,3	10,0	18,2	9,1

TABLA 2. Sistemas de cultivo, extensión de las parcelas, y población de plantas.

Sistema de siembra	Porcentaje de granjas	Extensión de la parcela (ha)	Porcentaje del área	Población de plantas (No. de plantas/ha)		
				Yuca	2o. cultivo	3er. cultivo
Yuca individual	60.0	2.5	69.3	9811	—	—
Yuca - Mafz	24.5	1.4	15.8	9421	5578	—
Yuca - Plátano	4.1	3.6	6.8	12.172	574	—
Yuca - Fríjol	3.4	2.7	4.2	9455	2127	—
Yuca - Mafz - Fríjol	2.2	0.6	0.6	8988	5113	7813
Yuca - Mafz - Plátano	1.3	2.0	1.2	7617	3583	833
Yuca - Mafz - Ajonjolí	1.0	0.6	0.3	7333	4133	4283
Yuca con otros cultivos	2.3	1.7	1.8	7386	—	—

nantes en la escogencia del sistema por el agricultor.

La presencia de insectos, los daños que causan, y las enfermedades de la yuca fueron estimadas con base en las observaciones directas en el campo. En las Tablas 3 a 6 aparecen los resultados finales de la primera visita y los preliminares de las visitas segunda y tercera.

El insecto que con mayor frecuencia se encontró fue el thrips seguido por la mosca de las agallas y la mosca blanca (*Bemisia* sp.

Tabla 3). Parece que la incidencia de estos insectos y los visibles daños causados son menos frecuentes en sembrados de más de

8 meses de edad. Sin embargo, éste no es el caso con otros insectos, incluyendo la mosca blanca y los ácaros, pues, en muchos casos, la planta al crecer supera el daño visible causado por los ataques iniciales. No obstante, se carece aún de datos disponibles para determinar si los ataques tuvieron algún impacto de importancia sobre los rendimientos.

La incidencia de cada uno de los insectos importantes varía considerablemente de unas zonas a otras (Tabla 4). Por ejemplo, la mosca del vinagre (en los tallos) encontrada en el 76% de las granjas en la Zona II, resultó de poca importancia en las demás

TABLA 3. Datos preliminares sobre la incidencia de insectos en la yuca.

Insecto	Primera visita (305 granjas)			Segunda visita (248 granjas)			Tercera visita (162 granjas)		
	% de granjas	% parcelas	Intensidad	% de granjas	% parcelas	Intensidad	% de granjas	% parcelas	Intensidad
Trips	80	81	2	84	42	2	46	42	2
Mosca de las agallas	51	22	2	54	16	1	21	18	1
Mosca blanca ( <i>Bemisia</i> )	44	27	2	41	37	2	21	15	2
Mosca barrenadora de los brotes	17	25	3	16	16	2	1	10	1
Hormigas corta-hojas	14	35	4	12	14	2	10	25	1
Cigarritas verdes	13	16	2	4	16	2	0	—	—
Mosca del vinagre (en los tallos)	12	26	2	24	37	2	9	37	1
Gusano de la hoja	7	18	2	2	21	2	2	12	1
Mosca blanca	6	12	2	16	23	1	19	45	2
Crisomélidos	4	12	1	4	15	2	0	—	—
Tíngidos	4	23	2	8	19	2	4	16	1
Acaros	2	4	2	25	41	2	27	60	3
Termitas	1	37	2	0	—	—	2	28	1
Hormigas	1	10	2	2	14	1	0	—	—
Gusano gris	1	45	1	0	—	—	0	—	—
Barrenadores del tallo (lepidopterous)	1	15	1	0	30	2	0	—	—
Cóccidos	—	—	—	0	—	—	1	35	2
Barrenadores del tallo (Coleopterous)	—	—	—	0	—	—	1	5	1

\* Intensidad del ataque se expresa en una escala de 1 a 4, siendo 1 el punto bajo y 4 el alto.

TABLA 4. Distribución por zonas de la incidencia de los principales insectos, segunda visita (datos preliminares de 248 granjas, en porcentaje de granjas).

Insecto	ZONA				
	I	II	III	IV	V
Trips	61	89	100	100	83
Mosca de las agallas	25	46	68	68	85
Mosca blanca ( <i>bermisia</i> sp.)	70	10	24	26	71
Mosca barrenadora de los brotes	8	32	5	38	0
Hormigas corta-hojas	20	6	32	21	2
Cigarritas verdes	2	2	0	0	15
Mosca del vinagre (en los tallos)	7	76	3	6	8
Gusano de la hoja	0	2	0	0	10
Mosca blanca	46	5	16	0	4
Crisomélidos	5	6	0	0	6
Tíngidos	15	3	13	12	0
Acaros	7	8	38	15	44

zonas. La cigarrita verde solo tenía importancia en la Zona V, y la mosca blanca (*Bemisia* sp.), observada en el 70% de las granjas en Cauca, Magdalena y Atlántico (Zonas I y V), tenía mucha menos importancia en las otras tres zonas.

Se observó que los daños visibles causados por enfermedades eran bastante más pronunciados entre los 4 y los 8 meses posteriores a la siembra. Las enfermedades más frecuentemente registradas fueron la mancha foliar blanca, la mancha foliar "Phoma" ("*Phoma Leaf Spot*"), la mancha foliar parda, el mildiu polvoso ("*Powdery Mildew*") y la quemazón de la hoja por *Cercospora* ("*Cercospora leaf blight*" - Tabla 5). Como en el caso de los insectos, parece que, en ciertas ocasiones, la planta

de yuca al crecer es capaz de superar los síntomas de la enfermedad. Sin embargo, en la mayoría de las enfermedades la proporción afectada del campo aumenta con la edad del cultivo. Una conclusión posible podría ser que, si bien con el crecimiento la planta tiende a superar los ataques más leves, los ataques algo más graves continúan extendiéndose en el sembrado. La relación entre condiciones de pluvialidad y diseminación de la enfermedad será analizada cuando se obtengan más datos.

La incidencia de enfermedades de la yuca varía también mucho de unas zonas a otras. La mancha "Phoma" de la hoja, enfermedad hallada con mayor frecuencia durante la segunda visita (en sembrados de 4 a 8 meses) apareció aproximadamente en el 70% de las granjas en Cauca, Valle y Quindío (Zonas I y II) y solamente en el 30-40% de las granjas en las otras tres zonas (Tabla 6). El superalargamiento, si bien importante en cuatro zonas, se encontró en los dos tercios de las granjas en Tolima (Zona III). Igualmente, la incidencia del añublo bacteriano de la yuca y de la mancha foliar blanca difirió mucho entre unas y otras zonas.

En las primeras visitas se identificaron 92 variedades de malezas. La Tabla 7 muestra las diez más comunes. El *Pteridium caudatum* estaba presente en el 25% de las granjas de la muestra, pero su densidad era relativamente baja. Su detección más frecuente

TABLA 5. Datos preliminares sobre la incidencia de enfermedades en la yuca.

Enfermedad	Primera visita (305 granjas)			Segunda visita (248 granjas)			Tercera visita (162 granjas)		
	% de granjas	% parcelas	Intensidad	% de granjas	% parcelas	Intensidad	% de granjas	% parcelas	Intensidad
Mancha foliar parda	34	22	2	54	33	2	35	36	2
Mancha foliar blanca	28	33	2	59	41	2	36	54	2
Oídio de la yuca	19	40	2	43	42	2	20	57	2
Tizón de la hoja por <i>Cercospora</i>	15	17	2	23	26	1	7	40	1
Mancha foliar Phoma	15	20	2	54	33	2	43	36	2
Superalargamiento	6	23	3	12	45	4	1	48	2
Añublo bacteriano de la yuca	5	27	2	13	38	3	9	45	3
Pudrición de las raíces	1	43	3	1	15	3	—	—	—
Moho fuliginoso foliar ( <i>Capnodium</i> )	1	10	1	2	42	3	2	27	1
Piel de rana - de la raíz	—	—	—	—	—	—	4	—	—

\* La intensidad del ataque se evalúa según la escala de 1 a 4, siendo 1 el punto bajo y 4 el alto.

TABLA 6. Distribución de la incidencia de las principales enfermedades en la segunda visita a 248 granjas (en porcentaje).

Enfermedad	ZONA				
	I	II	III	IV	V
Mancha foliar parda	28	32	79	68	83
Mancha foliar blanca	71	95	28	9	54
Oidio de la yuca	43	57	84	15	10
Tizón de la hoja por <i>Cercospora</i>	39	8	40	18	14
Mancha foliar <i>Phoma</i>	72	71	34	32	42
Superalargamiento	2	0	66	9	0
Añublo bacteriano de la yuca	2	0	11	24	37
Pudrición de las raíces	2	3	0	0	0

se dió en la Zona III (79% del total de granjas), pero no en la Zona V.

Otro problema agrobiológico evaluado por el equipo de campo en la producción de yuca es el suministro de agua. El exceso de agua apareció como problema grave en el Valle y el Quindío (Zona II), al paso que su escasez redujo los rendimientos en Magdalena y Atlántico (Zona V).

Una vez terminada la recopilación informativa se intentará estimar la pérdida económica relativa causada por cada uno de los principales insectos, enfermedades, malezas, y demás problemas agrobiológicos, en colaboración con el respectivo biólogo del programa de yuca<sup>3</sup>. Se espera que tales estimaciones sean útiles para el programa de la yuca en el establecimiento y revisión de las prioridades tanto interdisciplinarias como intradisciplinarias.

La distribución de los costos de producción y de las necesidades de mano de obra, entre las actividades de producción, es otro factor que posiblemente proporcione pau-

TABLA 7. Las diez malezas más importantes en los cultivos de yuca, en términos de proporción de granjas de la muestra donde se encontraron (primera) visita.

Maleza	Porcentaje de granjas	Densidad de la maleza (Plantas/ha)
<i>Pteridium caudatum</i>	24	78.000
<i>Sida acuta</i>	18	90.000
<i>Commelina difusa</i>	17	136.000
<i>Bidens pilosa</i>	16	102.000
<i>Melinis minutiflora</i>	14	134.000
<i>Portulaca oleracea</i>	12	168.000
<i>Cyperus ferax</i>	10	148.000
<i>Rycharidia scabra</i>	10	84.000
<i>Cyperus rotundus</i>	10	188.000
<i>Drymaria cordata</i>	9	234.000

tas para la asignación de recursos a la investigación. La Tabla 8 muestra las necesidades estimadas de mano de obra por parte de la actividad de producción, y la distribución porcentual de las necesidades de mano de obra y costos variables<sup>4</sup>. La extirpación de malezas apareció como la actividad que más mano de obra consumió (correspondiéndole el más alto porcentaje de los costos variables), seguida por cosechamiento/empaque, preparación de la tierra, y siembra.

Los datos presentados en la Tabla 8 sugieren que se podría otorgar una mayor prioridad a la mejora en la eficiencia del escarde, siembra y preparación del suelo, calculando, por ejemplo, el impacto de los diferentes niveles alternativos de preparación de tierra o de escarde sobre el rendimiento y la utilidad económica neta, y el impacto de los diversos métodos aplicados en estas actividades y en las actividades de cosecha/empaque.

El impacto potencial que el desarrollo y la adopción de tecnologías mecánicas, químicas, pudiera tener sobre el empleo de mano de obra en la producción de yuca fue calculado en diversos niveles de adopción. Se estimó que el uso extensivo de la mecanización y/o de los herbicidas ejercería un impacto negativo importante sobre la demanda de mano de obra, al paso que la tecnología biológica permitiría esperar un ligero aumento en la demanda de mano de obra<sup>5</sup>. El impacto de los diversos tipos de tecnología sobre los costos dependería de los precios relativos vigentes, pudiendo, por tanto, diferir entre unas localidades y otras.

Antes de utilizar dicha información para ayudar a establecer prioridades de investigación, es necesario definir claramente los objetivos de la sociedad a la cual se destina la investigación. Los objetivos sociales y los privados pueden entrar en conflicto (el objetivo social de crear empleo productivo, por ejemplo, puede estar en conflicto con los objetivos privados de obtener el máximo de utilidades). El control químico de malezas, por ejemplo, puede aumentar las utilidades netas del productor, pero reducir el empleo. El impacto de la tecnología nueva sobre las utilidades netas depende, al menos en parte, de los precios relativos de

TABLA 8. Distribución de las necesidades de mano de obra y costos variables en las actividades de producción de yuca en Colombia.

	Necesidades de mano de obra				Costos variables (%)
	Preparación mecanizada de la tierra Días/hombre ha	%	Preparación manual de la tierra Días/hombre ha	%	
Preparación de la tierra	—	—	25.0	23.6	23
Siembra	9.1	10.4	10.8	10.2	8
Resiembra	0.3	0.3	0.6	0.6	1
Escarde	46.8	53.4	43.7	41.2	36
Abonos y aplicación	0.5	0.6	0.3	0.3	1
Insecticidas y aplicación	0.3	0.3	0.6	0.6	1
Cosecha y empaque	30.7	35.0	24.9	23.5	24
Semilla	—	—	—	—	6

Fuente: Rafael O. Díaz, Per Pinstrup-Andersen y Rubén Darío Estrada. *Costs and use of inputs in cassava production in Colombia: a brief description*. CIAT, Serie EE No. 5, septiembre, 1974.

los factores los cuales, a su vez, pueden estar influidos por políticas públicas. Es importante tener plena claridad sobre los posibles conflictos entre objetivos sociales y objetivos privados, así como sobre la capacidad y el deseo gubernamental de establecer medidas políticas de tipo correctivo y expeditivo, antes de establecer las prioridades de la investigación. Esto ayudará a garantizar que la investigación contribuya apreciablemente a los objetivos de desarrollo social y económico.

El estudio agroeconómico busca, además información sobre algunos otros puntos que se espera sean útiles para el programa de la yuca en la asignación de recursos para la investigación.

### Beneficios de la capacitación

Este trabajo proporciona también una valiosa oportunidad de capacitación para agrónomos y economistas jóvenes interesados en producción. El adiestramiento inicial extensivo, junto con la experiencia obtenida durante la ejecución de las encuestas, produce profesionales con conocimiento de las limitaciones de producción a nivel granja y de las posibles maneras de eliminar dichas limitaciones. Estos profesionales en sus actividades futuras, crearán, seguramente, un vínculo estrecho entre investigación y problemas a nivel de granjas.

### Conclusiones

Como anteriormente se han realizado gran número de encuestas agrícolas, la nuestra no es del todo única en su género. No obstante, ciertos aspectos del trabajo tienden a distinguirla de las encuestas agrícolas tradicionales, y es de esperar que la hagan más útil en el establecimiento de prioridades en la investigación agrícola aplicada. Estos aspectos son: 1) la considerable proporción de datos obtenidos a partir de la observación directa hecha en el campo por agrónomos previamente adiestrados para ello; 2) las visitas periódicas a cada granja durante una temporada completa de cultivo; 3) el trabajo de naturaleza multidisciplinaria que involucra la participación directa de profesionales de todas las disciplinas pertinentes; y 4) el trabajo enfocado

<sup>3</sup> La recopilación de datos se extiende por un período de 2 años a fin de cubrir dos temporadas completas de cultivo. La mayoría de los análisis de datos no podrá realizarse hasta obtener un juego completo de datos a mediados de 1975.

<sup>4</sup> En razón de que la recopilación de datos en la encuesta agroeconómica no está lo suficientemente adelantada como para suministrar estimativos sobre mano de obra y distribución de costos, los datos presentados en la Tabla 8 provienen de un trabajo anterior (Rafael O. Díaz, Per Pinstrup Andersen y Rubén Darío Estrada. *Costs and Use of Inputs in Cassava Production in Colombia: A Brief Description*, CIAT EE - No. 5, septiembre, 1974).

<sup>5</sup> Los resultados cuantitativos del análisis aparecen en Per Pinstrup-Andersen y Rafael O. Díaz. *Present and Potential Labor Use in Cassava Production in Colombia*. Comunicación presentada en el Tercer Simposio Internacional sobre cultivos de Raíces Tropicales, Ibadán, Nigeria, diciembre 2-9, 1973.

específicamente hacia la obtención de información necesaria para establecer las prioridades investigativas. Aunque la información pueda ser útil para otros fines, tal uso es considerado secundario.

Es demasiado temprano para evaluar la contribución de este trabajo a la asignación de recursos para la investigación. Sin embargo, la participación directa de los especialistas en producción agrícola del CIAT en la planeación del proyecto y en el adiestramiento de agrónomos de campo, así como los hallazgos preliminares del proyecto, han sido de algún valor para los investigadores en la planeación de su investigación futura.

La metodología y la experiencia obtenida con el trabajo se pondrán a la disposición de las entidades nacionales de investigación, previa solicitud. El CIAT considerará, además, requerimientos de ayuda técnica para proyectos de este tipo. Actualmente, se encuentra en etapa de planeación un proyecto conjunto sobre yuca con el INIAP de Ecuador, y se discute la posibilidad de llevar a cabo proyectos sobre yuca en Brasil y Tailandia. Los fondos para proporcionar ayuda técnica a dos proyectos semejantes sobre fríjol en América Latina han sido va asegurados.

# Proyecto de Estructura de una Red Cooperativa Internacional para la Evaluación de Materiales Promisorios de Yuca

Julio César Toro y David Franklin\*

El presente trabajo se refiere a las bases para la formación de una red cooperativa internacional de pruebas sobre yuca y sus consideraciones se basan, ante todo, en la experiencia directa obtenida en el primer grupo de pruebas regionales realizadas en Colombia. Este país ofrece una gama ideal de climas y condiciones de suelos para la evaluación rigurosa de las variedades. Las sugerencias aquí presentadas van dirigidas a la forma como podría estructurarse dicha red.

Se espera que este simposio y el análisis de nuestra experiencia en el primer grupo de ensayos regionales que se lleva a cabo en

Colombia, produzcan rec firmes para tal estructura. I pruebas regionales serán cose lio de 1975.

Consideramos que la red in pruebas sobre yuca deberá t de estructuración tan alto con la red sobre trigo. Tal vez n adoptar exactamente la bien tegia seguida por el program del ICA-CIAT, pero creemos riciencia será útil como referenc

Vale la pena comparar la si de la yuca con la del arroz, a el problema claramente.

Arroz	Yuca
1) Registro de investigación previa por más de diez años.	Poca información de base; dos años de investigación en curso.
2) Dos ciclos de cultivo al año;	Un ciclo de
3) Existencia de infraestructura en personal capacitado y colaboradores a nivel nacional e internacional.	Inexistente
4) Cuatro estaciones experimentales.	Una.
5) Respaldo de la Federación de Arroceros de Colombia.	Carencia de una institución semejante en yuca.
6) El arroz cuenta con alto prestigio en la agricultura comercial.	La yuca es un cultivo de bajo prestigio, hasta ahora para agricultores de subsistencia.
7) Estrecha integración ICA - CIAT - FEDEARROZ	ICA - CIAT - FEDERACION DE CAFETEROS
8) El conjunto tecnológico está basado en los modernos factores de producción.	No ocurre lo mismo.
9) Los nuevos materiales probados tuvieron como controles la excelencia de los tipos IR 8, CICA 4 y CICA 6.	No existen tales materiales. Los materiales prometedores serán probados frente a la mejor variedad local.
10) Propagado por semilla.	Propagado por medios vegetativos.

\* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apdo Aéreo 67-13, Cali, Colombia.

## **Metodología de las pruebas**

Se supone que el programa de mejoramiento producirá al año cinco materiales selectos para ser probados por la unidad agronómica. Estos materiales deberán ser reproducidos por el sistema de propagación rápida y quedar listos para las pruebas regionales en el curso del siguiente año. Así, los primeros cruces de valor aparecerían en 1977.

El nivel tecnológico en las pruebas regionales deberá ser uniforme según las recomendaciones de las diversas partes del Programa de Yuca del CIAT. (Véase anexo sobre normas para las pruebas regionales en Colombia).

Cada año, los materiales que presenten el mejor comportamiento en una zona dada serían distribuidos a los agricultores luego de su prueba y evaluación. La distribución se haría mediante días de campo, después de cada prueba regional.

En Colombia, los días de campo y las pruebas regionales se efectuarían en colaboración con el ICA y la Federación de Cafeteros. Este sería un proceso continuo que comportaría el beneficio adicional de reemplazar las variedades locales por materiales prometedores selectos, obteniéndose con ello aumentos inmediatos, o a corto plazo, en el rendimiento y la producción. Los agricultores no cuentan con mejor material porque en el pasado no han tenido material suficiente del cual seleccionar. Como el CIAT administra la mayor colección de germoplasma de yuca, las posibilidades de encontrar variedades superiores para cada zona son alentadoras.

## **Infraestructura**

Creemos que las pruebas internacionales deben ser realizadas por una red de colaboradores capacitados en el CIAT para tal fin. Esta red sería el principal punto de apoyo para las pruebas internacionales y para la difusión de variedades y tecnología en todo el mundo.

## **Estrategias propuestas**

Presentamos a discusión dos estrategias totalmente distintas: la primera, de tipo conservador, permitirá la prueba de los

mismos materiales por tres años, sin eliminar material alguno hasta el final del tercer año. La decisión en cuanto a su denominación como variedad estaría basada en la excelencia de sus resultados en las zonas ecológicas durante los tres años.

La segunda estrategia sólo seleccionará para pruebas ulteriores aquellos materiales que hubieren resultado definitivamente superiores en las pruebas del año en que se realizan, descartando todo material que en la primera ocasión no hubiese tenido un desempeño excelente. Los materiales que pasasen esta rígida prueba serían candidatos a la designación de variedades.

El principal problema con la primera estrategia radica en que acumula gran cantidad de material en muy poco tiempo. Con la segunda estrategia, en cambio, la cantidad de material anual para prueba permanecería más o menos constante resultando, tal vez, en el reconocimiento de menor número de variedades.

# Colección de Germoplasma de Yuca y Material Genético Avanzado en el CIAT

Kazuo Kawano\*

La yuca es originaria de los trópicos americanos. No hay pruebas de que este cultivo hubiese sido transportado a Asia o Africa antes de la conquista, de suerte que damos por sentado que la mayor parte de la diversificación varietal ocurrió en la América Latina. Las características fisiológicas de la yuca parecen indicar que su cultivo se originó en el área marginal comprendida entre bosques tropicales húmedos y la sabana. No se encuentra yuca comestible en la selva, y poca técnica moderna ha sido aplicada para su mejoramiento genético. Por tanto, el germoplasma de yuca existente representa una fuerte intervención humana, sin métodos científicos notables, en la evolución de las especies del cultivo.

## Colección

La colección sistemática de germoplasma de yuca estaba ya en curso cuando se inició el programa investigativo del CIAT sobre yuca. Un total aproximado de 2700 clones de yuca cultivada fueron recogidos en Colombia, Venezuela, Ecuador, México, Panamá, Puerto Rico, Brasil y Perú.

La mayor parte del material peruano tuvo que ser eliminado por la presencia del virus mosaico brasileño. Parte apreciable de las colecciones de Colombia, Panamá y Puerto Rico se perdió en razón de parches salinos en el campo y un brote de añublo bacteriano (CBB) durante el período de conservación. El total de entradas actualmente conservado es algo superior a las 2200 (Tabla 1).

El número de ejemplares brasileños de la colección es pequeño si se tiene en cuenta la gran variabilidad de la yuca en este país. La deficiencia se debe a las medidas de cuarentena para material vegetal. Sin em-

bargo, se realizan esfuerzos continuos para introducir más variación genética brasileña en forma de semilla sexual. No obstante, la variabilidad fenotípica del CIAT en el terreno de germoplasma es enorme.

La recolección de variedades fue hecha precisamente en el centro de origen y diversificación de las especies. La yuca es altamente heterocigota, y nadie ha explorado plenamente la actual variabilidad genética de la especie. Creemos que el germoplasma de yuca del CIAT es una fuente altamente prometedora de variación genética para comenzar un programa de cruce. No se intenta incluir especies silvestres en el trabajo de mejoramiento hasta haber estudiado una parte importante de la variabilidad genética dentro de la especie. Sólo se usarán especies silvestres cuando se tenga la certeza de que poseen caracteres útiles.

TABLA 1. Existencia de ejemplares de yuca cultivada en la colección del CIAT.

País de origen	Número de clones mantenidos actualmente
Colombia	1682
Venezuela	266
Ecuador	133
México	66
Panamá	21
Brasil	17
Costa Rica	16
Puerto Rico	15
Perú	2
Total:	2218

\* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia.

## Evaluación

Se ha completado hace poco la evaluación agronómica de unos 2000 ejemplares en los fértiles suelos del CIAT. Las características agronómicas observadas en la evaluación aparecen en la Tabla 2. Durante todo el período de evaluación no se tuvo sequía prolongada, ni lluvias fuertes, ni temperaturas extremas para el crecimiento normal de la yuca. La granja del CIAT se conserva libre de las dos enfermedades más destructoras de esta planta, el añublo bacteriano de la yuca y el superalargamiento. Así pues, los datos de la evaluación sobre rendimiento bien pueden representar la capacidad de rendimiento de cada genotipo bajo condiciones de cultivo casi ideales para la yuca.

En casi todas las características evaluadas se observó gran variabilidad genética. El informe del CIAT para 1974 presenta un resumen de esta evaluación. Doscientos treinta ejemplares de la colección fueron seleccionados con base en el índice de cosecha, el rendimiento de raíces, el peso total de la planta, y un esfuerzo adicional para incluir la mayor diversidad genética posible. Estos ejemplares están siendo sometidos a evaluación posterior en pruebas avanzadas de campo en el CIAT, y en pruebas observativas de rendimiento en Carimagua (Llanos Orientales) y Caribia (Costa Atlántica).

TABLA 2. Lista de las características registradas en la evaluación de germoplasma.

Período de cultivo (meses)	Características agronómicas
0 - 3	Germinación, vigor vegetativo, floración.
4 - 6	Thrips, floración.
6	Rendimiento en raíces, peso de la parte superior, índice de cosecha, altura, número total y comercial de raíces, peso específico de las raíces.
6 - 10	Hábito de ramificación, tamaño de las hojas, retención foliar, floración.
10	Rendimiento en raíces, peso de la parte superior, índice de cosecha, altura, número total y comercial de raíces, peso específico de las raíces, facilidad de cosechamiento, longitud de las raíces, longitud de los rizomas, contenido de HCN y N, pudrición de las raíces.

Se espera que las pruebas en Carimagua permitan seleccionar variedades para suelos ácidos pobres con estaciones secas prolongadas y las de Caribia, variedades resistentes a altas temperaturas. Estos ejemplares conforman la base para obtener mayor capacidad de rendimiento con amplia adaptabilidad.

## Material Avanzado

El objetivo actual de hibridación es ante todo elevar el índice cosechable de la población vegetal sin la pérdida de sus características heterocigóticas generales, puesto que la herencia del índice de cosecha es controlada en gran medida por el efecto aditivo de los genes. La hibridación de la yuca por medio de la polinización manual es sencilla. En 1974 se obtuvieron cerca de 35.000 semillas  $F_1$  provenientes de unos 250 cruces diferentes entre 30.000 flores femeninas polinizadas manualmente por tres trabajadores del campo. Estos cruces se hicieron principalmente entre los genotipos escogidos por su mayor capacidad de rendimiento. El grupo de patología encontró fuentes de resistencia al añublo bacteriano, al superalargamiento, a la mancha foliar Phoma, y a la mancha foliar por *Cercospora*. Gradualmente se están agregando genes para crear resistencia a las enfermedades importantes. El Informe Anual del CIAT para 1974 presenta las características de algunos genotipos frecuentemente usados en hibridación, y sus resultados.

Como la yuca es una planta altamente heterocigota es necesario producir un gran número de semillas  $F_1$  por cada combinación de cruces. No obstante, a veces se producen más de 1000 semillas  $F_1$  en un solo cruce. El número de semillas  $F_1$  por cruce y el número total de semillas  $F_1$  que se produce es demasiado elevado para que el CIAT lo evalúe.

Como ejemplo podemos citar un cruce entre Colombia M 113 y Mexico M 55, del cual hemos obtenido más de 1500 semillas  $F_1$ . En Colombia M113 es un tipo de crecimiento vigoroso adaptado a las tierras relativamente altas de Colombia, con una excelente retención del área foliar 6 meses después de la siembra. El tipo Mexico M 55 proviene de las tierras bajas de Mexico y

tiene un alto índice de cosecha. Se busca un nuevo tipo que produzca buen rendimiento no sólo en la granja del CIAT sino también en la Costa Atlántica, los Llanos Orientales de Colombia, y fuera del país. Se confía en producir una buena cantidad de semillas  $F_1$  para ser distribuidas entre trabajadores interesados en ensayarlas en su propio medio.

En el Informe Anual del CIAT para 1974 se presenta un breve resumen de los recientes trabajos de hibridación.

### Intercambio de material

El programa de mejoramiento de yuca del CIAT está dispuesto a enviar diversos tipos de material genético a los mejoradores de yuca que lo soliciten. Dado que el intercambio de material en forma de estacas es arriesgado y voluminoso, se prefiere el intercambio de semilla sexual.

Puesto que una evaluación consciente de grandes cantidades de germoplasma requiere un trabajo considerable, hasta ahora sólo hemos enviado material general de germoplasma a otros programas internacionales. Al programa del IITA en Nigeria se enviaron aproximadamente 15.000 semillas polinizadas en forma abierta y procedentes de 203 ejemplares de la colección de germoplasma. Desde luego, los mejoradores de yuca africanos pueden solicitar al IITA material general de germoplasma.

Hasta el momento hemos enviado unas 5000 semillas  $F_1$  procedentes de cruza- mientos tales como Colombia M 113 x Mex. M 55, Colombia M 22 x Colombia M 647, y Colombia M 22 x Venezuela M 318, a doce mejoradores agrónomos del Brasil, al IITA, y a un funcionario africano capacitado en el CIAT. Hasta qué punto son mejores estos materiales que los materiales nativos o que las progenies de germoplasma reproducidas por simple polinización abierta es cuestión de esperanza, más que de hecho científico en el momento actual. Sin embargo, el nivel avanzado de nuestro material será mejorado año por año. Es de esperar que algunos de los beneficiarios de este material efectúen una evaluación seria del mismo y nos envíen su mejor selección o la información pertinente. Esta es, segura-

mente, la mejor manera de lograr una amplia adaptación.

### Manipulación del material genético

Los siguientes son algunos de los hallazgos recientes sobre la naturaleza genética de la planta de yuca: 1) altamente heterocigota; 2) alta incidencia de autopolinización; 3) grado extremo de depresión por endogamia; 4) naturaleza altamente hereditaria del índice de cosecha; y 5) alta correlación entre los datos de rendimiento con plantas procedentes de semillero y los de plantas reproducidas por estacas.

Al programarse un intercambio de semillas, deben tenerse en cuenta la alta incidencia de autopolinización y la gran sensibilidad a la endogamia. Toda semilla de polinización abierta recogida en un medio no contaminado es, casi con certeza, resultado de la autopolinización. Aún dentro de una población genéticamente mezclada, el cruce libre de un tipo de floración profusa pocas veces excede el 50%. Es poco probable que las plantas resultantes de la autopolinización crezcan normalmente, de ahí que no produzcan las flores necesarias para asegurar la ulterior hibridación con otros genotipos. Por lo tanto, al preparar semillas para intercambio, debe tenerse especial cuidado en disminuir la proporción de autopolinización.

La elevada correlación existente entre el rendimiento de las plantas reproducidas por semillas y el de aquellas procedentes de estacas elimina el largo período necesario para que cada planta de semilla produzca las estacas necesarias para hacer una cabal evaluación de campo. Esto se hace evidente cuando el espaciamiento entre las plántulas es tal que permite un rendimiento máximo sin competencia intergenotípica significativa. Los productores pueden de esta manera economizar tiempo y espacio, y evaluar una buena cantidad de genotipos. Una descripción detallada aparece en el Informe Anual del CIAT para 1974.



*Los cultivares que han dado buenos rendimientos en las pruebas regionales se distribuyen luego a los agricultores escogidos para su evaluación a escala comercial.*

# RESUMEN DE LA DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES DEL SIMPOSIO

La yuca es originaria de los trópicos americanos, y solamente ha sido transportada a Africa y Asia en los últimos 100 años. Se concluye que la mayoría de la diversificación varietal ocurre en América Latina, aunque este continente esté libre de la enfermedad del mosaico de la yuca, una de las principales enfermedades del cultivo.

A pesar de que la yuca es altamente heterocigota, con frecuencia se autopoliniza. Este hecho, sumado al grado extremo de depresión endogámica que ostenta la planta, debe ser tomado en cuenta cuando se piensa en las semillas como material para el intercambio de germoplasma. Toda semilla polinizada en forma abierta y registrada en un medio incontaminado es casi con certeza resultado de la autopolinización. Aún en poblaciones genéticamente mezcladas, el porcentaje de cruce libre en los tipos de floración profusa pocas veces excede del 50%. Es poco probable que las plantas procedentes de semillas autopolinizadas crezcan normalmente, de ahí su insuficiente producción de las flores necesarias para una ulterior hibridación. Por tanto, es necesario tener especial cuidado en la preparación de semillas para intercambio a fin de reducir su nivel de autopolinización.

La variación genética en el material destinado a pruebas puede reducirse mediante el uso de estacas, material normal de siembra. La nueva técnica de propagación rápida desarrollada por el CIAT, y el método de cultivo de tejidos del Laboratorio del Consejo Nacional de Investigaciones del Canadá, en Saskatoon, ofrecen oportunidades para la rápida acumulación de material vegetativo. No obstante, el riesgo de transmisión de enfermedades es mucho mayor con el uso de estacas.

Hay una correlación muy alta entre el rendimiento de las plantas cultivadas por semillas y por estacas, lo que puede utilizarse para simplificar la selección temprana del material de semillas, especialmente si éstas se siembran ampliamente espaciadas de manera que su potencial de rendimiento pueda expresarse sin la competencia intergenotípica.

La yuca, en años anteriores, no se ha destacado como un cultivo importante en el intercambio internacional de germoplasma. Actualmente es objeto de programas intensivos de mejoramiento en varias partes del mundo, existiendo gran interés en el intercambio internacional tanto de semillas como de estacas.

Las reglamentaciones nacionales sobre cuarentena vegetal para la importación de yuca varían desde aquellas muy estrictas y rigurosas hasta las totalmente laxas o inexistentes. Como resultado, importaciones recientes de estacas han sido, o podrían haber sido, causa de la introducción de nuevas plagas y enfermedades.

El simposio elaboró una lista de las normas propuestas en relación con el traslado internacional de materiales de yuca para siembra, y recomendó hacerlas circular entre las autoridades nacionales relacionadas con la cuarentena vegetal en los países productores de yuca, y entre las organizaciones internacionales comprometidas en actividades fitosanitarias.

Quedó en claro que estas normas estaban destinadas a complementar las reglamentaciones de cuarentena existentes, y a prestar un servicio a las autoridades pertinentes. Se indicó que tanto el CIAT como el IITA podrían prestar dos servicios complementarios. El primero consistiría en asignar cierta prioridad dentro de sus programas a la organización y realización de cursillos sobre el reconocimiento precoz de enfermedades y plagas que afectan a la yuca. El segundo comprendería la inclusión, en el manual que prepara el CIAT sobre desórdenes de la yuca, de fotografías en color sobre los síntomas tempranos de las enfermedades importantes, a fin de facilitar su reconocimiento por los no especialistas.

Las normas sugeridas para el traslado internacional del material vegetativo de propagación de las semillas sexuales aparecen como Anexo 1.

El simposio consideró también dos propuestas adicionales referentes a las actividades de cuarentena. La primera relacionada con el establecimiento de una estación de cuarentena en un país o isla no productor de yuca, que actuara como estación intermedia en la movilización del germoplasma de un país a otro. Aunque esta propuesta contó con apoyo general se reconoció, a la vez, que su realización sería costosa y que tal vez era un problema cuya competencia correspondía al Grupo de Conservación de Germoplasma del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional.

La segunda consistía en estudiar el posible uso futuro de la técnica de cultivo de tejidos, como alternativa a la estación intermedia de cuarentena. No se llegó a una recomendación en firme sobre esta proposición dado que hasta la fecha la experiencia con esta técnica ha estado confinada en gran parte a un solo laboratorio, sin que se haya determinado su valor en la producción de material libre del mosaico de la yuca. Sin embargo, el potencial de esta técnica pareció muy prometedor, y varios de los participantes expresaron interés de trabajar con ella en sus laboratorios.

Las presentaciones por países, que tuvieron lugar durante el primer día del simposio, indicaron que el germoplasma usado actualmente en el mundo, parece tener una amplia gama de características y diferencias apreciables en factores tan importantes como rendimiento, contenido de almidón y nivel de HCN. Se apreció el interés general no solo en la introducción de germoplasma procedente de otras fuentes, en especial de las grandes colecciones del CIAT e IITA, sino también en establecer un sistema uniforme para la comparación de cultivares prometedores bajo una amplia gama de condiciones ecológicas. Se anticipó que el desarrollo de normas para pruebas de adaptación ayudaría también a los mejoradores de yuca en la producción de material destinado a lugares específicos.

El simposio consideró y aprobó un conjunto de normas propuestas para el diseño de las pruebas destinadas a la evaluación agronómica de los cultivares de yuca promisorios que, habiendo pasado las pruebas preliminares de rendimiento en los centros donde fueron desarrollados, se considerasen adecuados para pruebas bajo distintas condiciones ecológicas. Debido a la gran extensión de tierra necesaria para las pruebas de campo con yuca, se recomendó limitar a 12 el número de pruebas por localidad, a menos que las condiciones del suelo fuesen sumamente uniformes.

En el Anexo 2 de este informe aparecen las normas propuestas para el diseño de pruebas agronómicas destinadas a la evaluación de cultivares de yuca promisorios.

En la actualidad no existen métodos uniformes para interpretar los resultados de las pruebas de evaluación del germoplasma de yuca, a pesar de que en diversas colecciones se registra un gran número de características. Dado que tanto las características como las

unidades en que se miden están sin uniformar es, a menudo, difícil comparar los resultados de las diversas evaluaciones.

Reconociendo que los objetivos de la evaluación del germoplasma difieren necesariamente de un país a otro según exigencias locales, tales como uso y preferencias del consumidor, el simposio consideró pertinente elaborar una lista de normas sobre los datos que deben anotarse en las pruebas de evaluación.

Se identificaron unas 30 características deseables cuyos datos deben ser registrados. En el Anexo 3 se relacionan estas características en tres niveles de prioridad. Con posterioridad al simposio, el equipo del CIAT elaboró la definición preliminar de cada característica. Estas definiciones, incluidas en el Anexo 3, no se discutieron en detalle durante el simposio e indudablemente justifican un examen ulterior.

Después de discutir el diseño y la evaluación de pruebas agronómicas, el simposio estudió estrategias para una selección varietal basada en los resultados de las pruebas. Hubo un fuerte consenso a favor de un proceso selectivo rígido que descarte, de manera contundente, todo material que no dé buenos resultados en su primer año de pruebas de campo. Este procedimiento permitiría seleccionar, al año, unas cinco de cada doce entradas a prueba. El material que hubiese dado un resultado superior durante tres años consecutivos de prueba podría optar a la denominación de "variedad".

El simposio no se ocupó de la descripción, el reconocimiento oficial, ni la multiplicación de nuevos cultivares, por considerarlos asuntos de competencia nacional más que internacional.

Generalmente se emplean estacas vegetativas cortas como material de siembra. Estas deben tomarse de plantas sanas y tratarse con fungicidas e insecticidas antes de su uso.



# Anexo 1\*

## Normas Propuestas para el Traslado Internacional de Material de Yuca para Siembra

### A. Generalidades

1. Estas normas se presentan como sugerencias para complementar las reglamentaciones de cuarentena existentes en los países receptores. Su implantación es responsabilidad conjunta de los países remitentes y destinatarios.
2. Se recomienda importar siempre la menor cantidad posible de material de siembra; a menor cantidad, menor posibilidad de infecciones y mayor facilidad para la inspección y cuarentena de entrada.

### • B. El traslado de material vegetativo de propagación

1. No se debe importar material de yuca procedente de países donde existan la enfermedad del mosaico africano y el virus del estriado marrón de la yuca, a países que se encuentren libres de estas enfermedades.\*\*
2. Para la importación de material proveniente de los demás países se recomiendan los siguientes procedimientos:

#### a) en el país remitente:

- (i) el material de exportación debe ser seleccionado sólo en fuentes que se encuentren libres de síntomas de:  
todas las enfermedades virales y de tipo viral,  
barrenadores del tallo,  
micoplasma,  
añublo bacteriano de la yuca,  
superalargamiento,
- (ii) el material de exportación debe ser tratado con una combinación de fungicida e insecticida efectivos. Para este fin se han encontrado satisfactorios los fungicidas\*\*\* Thiram (25 g.a.i./litro) y Chloroneb (20 g.a.i./litro), y los insecticidas\*\*\* Methamidophos (0,8 g.a.i./litro) y Carbofuran (g.a.i./litro), aunque no son exclusivos.
- (iii) el material de exportación debe ser manipulado con extremo cuidado; toda herramienta y material de empaque deben ser esterilizados, ya sea por calor o químicamente, antes de entrar en contacto con el material de exportación.

#### b) en el país destinatario:

- (i) todo material que a su llegada presente señal de plaga o enfermedad debe ser destruido inmediatamente por medio del fuego;

\* Este Anexo fue esbozado por los doctores A. Bellotti, C. Lozano y A. Van Schoonhoven (CIAT), E. Terry (IITA) y R. Booth (IPI), y modificado luego por el simposio.

\*\* Hasta el momento no existen mapas sobre la distribución de estas dos enfermedades. Sin embargo, la presencia del mosaico de la yuca solo se ha reportado en India y en el continente africano; el virus del estriado marrón de la yuca solo se conoce en Africa Oriental.

\*\*\* Para la nomenclatura química véase el Manual de Pesticidas, Ed. 1972, publicado por el British Crop Protection Council.

- (ii) a su llegada el material debe ser nuevamente tratado con insecticida y fungicida en la forma indicada en el literal 2. a) (ii);
  - (iii) el material importado debe ser sembrado en área aislada y estar sujeto a inspecciones regulares y cuidadosas por un año;
  - (iv) si en cualquier momento el material importado presenta señales de plaga o enfermedad desconocida hasta entonces en el país, deberá destruirse por medio del fuego.
3. Además de las recomendaciones generales precedentes:
- a) el material debe ser sumergido en agua caliente (50°C por 30 min.) antes de su despacho;
  - b) los países no afectados por el añublo bacteriano de la yuca que importan material de países donde existe tal enfermedad, deben usar material proveniente de enraizado dentro de los 20 días siguientes a la germinación.

### *C. Traslado de semillas sexuales*

#### *a) en el país remitente:*

- (i) Las semillas de exportación deben ser seleccionadas sólo de plantas libres de síntomas de:  
toda enfermedad viral o de tipo viral,  
superalargamiento,  
micoplasma,  
añublo bacteriano de la yuca
- (ii) debe seleccionarse visualmente la semilla de mejor calidad;
- (iii) antes de su despacho las semillas deben tratarse con un polvo fungicida (v.gr. Thiram) y un polvo insecticida (v.gr. Malathion) en las cantidades recomendadas por el fabricante;
- (iv) la semilla debe ser manipulada con cuidado y todos los materiales de manejo y de empaque deben ser desinfectados y esterilizados antes de su uso.

#### *b) en el país destinatario:*

- (i) la semilla infestada de plaga o evidentemente enferma debe ser destruida a su llegada;
- (ii) la semilla importada debe sembrarse en una área aislada y estar sujeta a inspecciones regulares y cuidadosas por un año;
- (iii) si en cualquier momento las plantas resultantes de semillas importadas presentan señales de plaga o enfermedad desconocida hasta entonces en el país, deberán ser destruidas por medio del fuego.

# Anexo 2\*

## Normas propuestas para el Diseño de Pruebas Agronómicas destinadas a la Evaluación de Cultivares de Yuca promisorios

Estas normas están destinadas a la evaluación de campo del material promisorio que ya ha pasado por pruebas de campo preliminares.

### 1. Diseño

Las pruebas deben plantarse en bloques al azar con un mínimo de cuatro réplicas.

### 2. Extensión de las parcelas

Las siembras de los extremos de cada bloque tendrán  $9 \times 8 = 72$  plantas, y las localizadas en el medio tendrán  $8 \times 8 = 64$  plantas. En otras palabras, las parcelas de las esquinas tendrán una fila más que las del medio (véase Fig. 1).

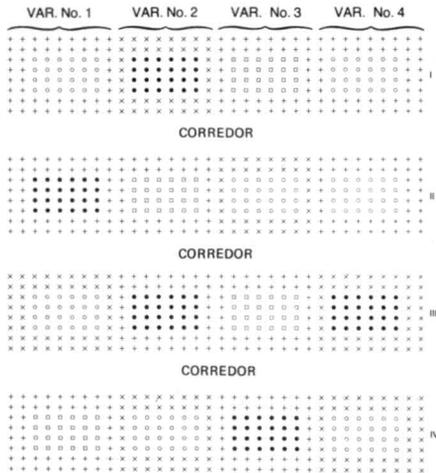
En los dos casos se cosechará en cada parcela el área ocupada por las 24 plantas del medio. Si al cosechar faltan algunas plantas, éstas no deben reemplazarse con plantas tomadas de los bordes. Se debe tomar nota del número de plantas faltantes.

### 3. Preparación de la tierra

Debe hacerse según las mejores prácticas a disposición de los agricultores de la región.

### 4. Esquejes necesarios

Las variedades sembradas en los extremos de cada bloque necesitarán ocho esquejes adicionales para cada réplica.



••• PLANTAS DE YUCA PARA RECOLECCION

Se debe preparar un 10 a 15% adicional de esquejes de cada variedad, a fin de poder replantar cada bloque hasta obtener su número total cuando la germinación no sea completa.

Los bloques con germinación inferior al 80% deben ser descartados. En los casos de replante éste debe hacerse dentro de las 5 semanas siguientes a la fecha original de siembra.

Con el fin de atender a todas las situaciones imprevistas cada prueba debe disponer de un mínimo de 320 esquejes de cada variedad.

Las estacas usadas en la siembra deben tomarse de plantas de 8 a 18 meses de edad que hayan sido cultivadas durante este período en la región donde se lleva a cabo la prueba.

\* Este Anexo fue esbozado por los doctores J.C. Toro y J. Cöck del CIAT y enmendado posteriormente por el simposio.

5. *Sistema de siembra*

los esquejes, de 25 cm de largo, deben sembrarse en hileras separadas entre sí por una distancia de un metro. La densidad vegetal dependerá del tipo de suelo, etc., pero debe oscilar entre 10.000 y 20.000 plantas/ha.

6. *Control de malezas*

El control de malezas debe hacerse en concordancia con las prácticas locales.

7. *Control de insectos*

a) *En la tierra*: Para controlar las plagas que atacan los esquejes y reducen la germinación y el buen desarrollo de las plántulas en su etapa inicial de crecimiento, debe aplicarse a la tierra de 3 a 5 litros/ha de "toxaphene" DDT 40-20, sin incorporación.

b) *sobre las partes aéreas*: Para controlar el gusano de la hoja, cuando se advierten ataques muy severos, debe usarse un insecticida de contacto. No se deben controlar los demás insectos pues la resistencia a ellos es una característica varietal.

8. *Control de enfermedades*

Con el fin de evitar el marchitamiento de los esquejes y la muerte de las plántulas después del brote, los esquejes se deben sumergir, antes de la siembra, en una solución de *arasan* (Thiram) al 5% durante 3 minutos. No debe usarse material de siembra infectado con añublo bacteriano de la yuca o superalargamiento.

9. *Fertilización*

La fertilización debe efectuarse de conformidad con las prácticas locales predominantes para la yuca. Dado que en muchas regiones no se abona el cultivo es deseable, donde los recursos lo permitan, usar, además de la práctica local predominante, un nivel de fertilizantes basado en recomendaciones agronómicas.

10. *Visitas necesarias*

Será necesario un mínimo de ocho visitas a cada prueba, como sigue:

1. Para escoger el sitio.
2. Para plantar.
3. A los 20-25 días para replantar.
4. A los dos meses para observar las malezas y planear el escarde, en caso necesario.
5. A los tres meses para observar enfermedades.
6. A los cuatro meses para observar enfermedades y malezas.
7. A los seis o siete meses para observar las enfermedades y malezas.
8. Para cosechar.

11. *Recopilación de datos*

Los datos más importantes que deben registrarse en las pruebas aparecen en el Anexo 3.

Además, la prueba debe anotar la preparación de la tierra, las prácticas adoptadas para el control de malezas y fertilización, la densidad de siembra, y el número de plantas que germinan, se replantan y cosechan.

Debe hacerse un análisis uniforme de la tierra y obtener información climática en la estación meteorológica más próxima.

*12. Análisis de los datos*

los datos deben ser analizados mediante técnicas uniformes para el sistema de bloques al azar. Para las pruebas hechas en colaboración, el CIAT hará un análisis global de los resultados.

Mientras se establece un cultivar internacional de verificación, se sugiere utilizar como control los cultivares locales y del CIAT en los casos de pruebas hechas en colaboración.

# Anexo 3\*

## Criterios propuestos para la Evaluación de Germoplasma de Yuca

### A. *Indispensables*

- 1) Número de ingreso
- 2) Procedencia del ingreso
- 3) Rendimiento en raíces (para la duración indicada del ciclo de crecimiento)
- 4) Índice de cosecha (por unidad de tiempo y densidad de siembra)
- 5) Contenido total de cianuro en la raíz
- 6) Contenido total de almidón en la raíz
- 7) Facilidad de recolección
- 8) Incidencia/resistencia a la enfermedad del mosaico de la yuca\*\*
- 9) Incidencia/resistencia al añublo bacteriano de la yuca\*\*

### B. *Altamente valiosos*

- 1) Germinación
- 2) Vigor vegetativo
- 3) Altura de las plantas
- 4) Hábito de ramificación
- 5) Retención del área foliar
- 6) Porcentaje de raíces comerciales
- 7) Pечecimiento de la raíz
- 8) Precocidad
- 9) Aceptación por el consumidor (alimentos, pienso, almidón)
- 10) Incidencia/resistencia al superalargamiento
- 11) Incidencia/resistencia al thrips
- 12) Incidencia/resistencia a los ácaros
- 13) Incidencia/resistencia al Phoma
- 14) Incidencia/resistencia al Cercospora
- 15) Incidencia/resistencia a los barrenadores del tallo.
- 16) Incidencia/resistencia a la mosca barrenadora de los brotes.

### C. *Valiosos*

- 1) Contenido de proteína cruda (N x 6-25)
- 2) Número de raíces
- 3) Forma y color de la raíz
- 4) Hábito de floración

\* Este anexo se basa en una encuesta dirigida por el doctor K. Kawano del CIAT.

\*\* Cuando se lleva a cabo una búsqueda específica de enfermedades es posible registrar los niveles de resistencia. En otros casos se pueden anotar las observaciones sobre la presencia o ausencia de la enfermedad.

## DEFINICION DE LOS CRITERIOS DE EVALUACION

(Estas definiciones son tentativas y están destinadas a servir como base de discusión. Se sugiere tratar este tema en forma más detallada durante el Cuarto Simposio Internacional sobre el Cultivo de Raíces Tropicales, en agosto de 1976).

A1 Número de ingreso

nombre de la institución, y número de serie del ingreso

A2 Procedencia del ingreso

país y lugar específico (si se conoce). Si proviene de otra colección, hacer la referencia cruzada al número de ingreso en esa colección.

A3 Rendimiento en raíces por unidad de tiempo

rendimiento (parcelas pequeñas) en kilogramos por planta

rendimiento (pruebas réplica) en kilogramos por hectárea

tiempo, en meses, con las fracciones más próximas a 30 días.

A4 Índice de cosecha (por unidad de tiempo y densidad de siembra)

$$\text{Índice de cosecha} = \frac{\text{peso de la raíz fresca}}{\text{peso total de la planta fresca}}$$

Tiempo, con aproximación a 30 días

Densidad de siembra - plantas por hectárea

A5 Contenido total de cianuro en la raíz

Empleo de papel con ácido pícrico - evaluación visual subjetiva: 1 (muy bajo) a 5 (muy alto).

0 (ausencia de cianuro) no encontrado aún. La graduación 1 corresponde generalmente a < 30 ppm, y la graduación 5 a > 150 ppm.

A6 Contenido total de almidón en la raíz

Se expresa mejor indicando la gravedad específica o el contenido de materia seca. Para la gravedad específica existen también tablas de conversión disponibles.

A7 Facilidad de movimiento

Evaluación subjetiva

- difícil (se necesita cavar mucho)
- normal (hay que aflojarla con pala)
- fácil (se saca solo con la mano)

A8 Resistencia a la enfermedad mosaico de la yuca

A9 Resistencia al añublo bacteriano

Evaluación subjetiva

- 0 resistente
- 1 moderadamente resistente
- 2 tolerante
- 3 susceptible
- 4 muy susceptible
- 5 altamente susceptible

B1 Germinación

Emergencia porcentual, 30 días después de la siembra

Escala cuantitativa lineal 0-10

0 = ninguna germinación

10 = 100% de germinación

B2 Vigor vegetativo

Evaluación subjetiva del vigor 3 meses después de la siembra

- 1 muy débil
- 2 débil
- 3 promedio
- 4 riguroso
- 5 muy riguroso

B3 Altura de las plantas

Altura en metros al cosechar (usando la edad de cosecha como en el índice de cosecha A4) a menos que la edad de la planta se especifique de otra manera.

B4 Hábito de ramificación

Evaluación subjetiva durante la cosecha

- 1 ausencia de ramas
- 2 ramaje ligero
- 3 ramaje moderado
- 4 ramaje denso
- 5 ramaje muy denso

B5 Retención del área foliar

Evaluación subjetiva durante la cosecha

- 1 muy baja
- 2 baja
- 3 promedio
- 4 buena
- 5 muy buena

B6 Porcentaje de raíces comerciales

Sólo se aplicarán decisiones subjetivas, a menos que el mercado exija un tamaño *mínimo*.

B7 Perecimiento de las raíces

Estado de las raíces 15 días después de la cosecha

- 1 muy deficiente
- 2 deficiente
- 3 promedio
- 4 bueno
- 5 muy bueno

B8 Precodidad

La relación entre el rendimiento de una cosecha temprana y el rendimiento de una cosecha tardía,

esto es: 
$$\frac{\text{rendimiento temprano}}{\text{rendimiento tardío}}$$

Debe expresarse como un índice que especifique las edades de las plantas en cosecha (en el CIAT las edades usadas son 6 y 10 meses, y no se observan diferencias estacionales grandes, pero éste puede no ser el caso en otros medios donde se prefieren edades alternativas para las plantas).

B9 Aceptación por el consumidor

Evaluación subjetiva que depende enteramente de las condiciones locales. Debe anotarse el mercado del consumidor (p.e., alimento, pienso, almidón). La aceptación se puede graduar en una escala de 1 a 5:

- 1 muy pobre
- 2 pobre
- 3 promedio
- 4 buena
- 5 muy buena

B10-B16 Resistencia a enfermedades e insectos

Se debe graduar con la misma escala subjetiva de A8 y A9

- 0 resistente
- 1 moderadamente resistente
- 2 tolerante
- 3 susceptible

4 muy susceptible  
5 altamente susceptible

C1 Contenido de proteínas crudas

Se expresa como porcentaje de nitrógeno x 6,25 con base en la materia seca de las raíces *descortezadas*.

C2 Número de raíces

Anotar el número de raíces gruesas por planta

C3 Forma y color de las raíces

Anotar: 1) color de

a) piel externa - blanca o parda

b) piel interna - blanca, rosada, amarilla

2) forma de las raíces

a) cónica, cilíndrica, regular

b) compacta o extendida

C4 Hábito de floración

Anotar: 1) si la planta es masculina estéril o no

2) meses transcurridos desde la siembra hasta la floración





*El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo es una corporación pública establecida por Ley del Parlamento Canadiense a fin de "iniciar, estimular, auspiciar y realizar investigaciones sobre los problemas de las regiones en desarrollo del mundo, así como sobre los medios de aplicación y adaptación de los conocimientos científico, técnico y otros al progreso económico y social de dichas regiones, y dentro de la realización de estos propósitos.*

- a) obtener los servicios de científicos y tecnólogos de las ciencias naturales y sociales tanto de Canadá como de otros países;*
- b) ayudar a las regiones en desarrollo en el fortalecimiento de sus capacidades investigativas, en la adquisición de las técnicas innovadoras y en el establecimiento de las instituciones requeridas para la solución de sus problemas;*
- c) estimular en general la coordinación de la investigación internacional para el desarrollo; y*
- d) auspiciar la cooperación en materia de investigación sobre problemas del desarrollo entre regiones desarrolladas y regiones en vía de desarrollo para su beneficio mutuo."*

*Publicación del CIID  
División de Publicaciones  
Impresa en Osprey Impresores  
Edición de 1000 ejemplares  
Bogotá, Septiembre de 1976*

