

**Evaluación
de variedades
promisorias de yuca
en América Latina
y El Caribe**

Memorias de un Taller
celebrado en Cali, Colombia
10-14 mayo, 1982



Centro Internacional de Agricultura Tropical



~~Evaluación de~~ variedades promisorias de yuca en América Latina y El Caribe



BIBLIOTECA
ADICIONES - ANJEL

12 ABR. 1983

54483

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas tropicales bajas. Su sede principal se encuentra en un terreno de 522 hectáreas, cercano a Cali. Dicho terreno es propiedad del gobierno colombiano el cual, en su calidad de anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. Este dispone igualmente de dos subestaciones propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES). Quilichao, con una extensión de 184 hectáreas, y Popayán, con 73 hectáreas, ambas en el Cauca. Junto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el CIAT administra el Centro de Investigaciones Agropecuarias Carimagua, de 22,000 hectáreas, en los Llanos Orientales y colabora con el mismo ICA en varias de sus estaciones experimentales en Colombia, así como con instituciones agrícolas nacionales en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) financian los programas del CIAT. Durante 1983 tales donantes son: los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, Suecia y Suiza; el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF); el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); la Comunidad Económica Europea (CEE); el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD), el Fondo de la OPEC para Desarrollo Internacional, la Fundación Rockefeller y la Fundación Ford. Además varios proyectos especiales son financiados por algunas de tales entidades y por la Fundación Kellogg, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguno de los gobiernos, instituciones o fundaciones mencionadas.

SB.
21
(
L8

ISBN 84-89206-24-4
Serie CIAT 03SC(1)83
Abril 1983

*Memorias de un taller
celebrado en Cali, Colombia
10-14 mayo, 1982*

Evaluación de variedades promisorias de yuca en América Latina y El Caribe

Memorias de un Taller
celebrado en Cali, Colombia
10-14 mayo, 1982

Editadas por
Julio César Toro

CIAT

Este Taller fue patrocinado por el
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado 6713
Cali, Colombia

ISBN 84-89206-24-4
Serie CIAT 03SC(1)83
Abril 1983
Tirada: 500 ejemplares
Impreso en Colombia

Evaluación de variedades promisorias de yuca en América Latina y El Caribe: memorias de un taller celebrado en Cali, Colombia, 10-14 mayo, 1982. Editadas por Julio César Toro. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 1983. 185 p. ilustr. (Serie CIAT 03SC(1)83)

1. Yuca — Variedades — Congresos, conferencias, etc. 2. Yuca — América Latina — Congresos, conferencias, etc. I. Toro, Julio César. II. Taller sobre Evaluación de Variedades Promisorias de Yuca en América Latina y El Caribe, lo., Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982.

CONTENIDO

Notación, nomenclatura y abreviaturas	pág. vii
Prefacio	ix
Participantes	xii
El cultivo de la yuca en Cuba durante la última década <i>Adolfo Rodríguez Nodals</i>	1
Desarrollo del Programa de Yuca en la República Dominicana <i>Lucas Guzmán Arias</i>	13
Investigación sobre adaptación de la yuca en Haití <i>Henri Lenoir</i>	29
Avances del Programa de Yuca en México <i>Asunción Méndez Rodríguez</i>	37
Programa de Yuca en Paraguay: comienzo y desarrollo <i>Luis Alberto Cáceres</i>	51
La investigación con yuca en el Sureste y Sur del Brasil <i>Helio Correa; Murito Ternes</i>	61

Evaluación y difusión de variedades promisorias de yuca en Perú <i>Alfredo Solórzano Hoffman</i>	73	
Investigación sobre yuca en Ecuador <i>Vicente Anzules; Raúl Carcelén</i>	83	
La investigación sobre el cultivo de la yuca en Colombia <i>Efrén Lozada; José M. Luna R.</i>	93	
La transferencia de germoplasma y de tecnología mejorada mediante la cooperación internacional <i>Julio César Toro; James H. Cock</i>	101	Depto 1607
Germoplasma básico y mejorado de yuca disponible en el CIAT y su manejo por los programas nacionales <i>Clair H. Hershey</i>	113	1586
Distribución internacional de clones de yuca <i>in vitro</i> <i>William M. Roca; Jorge Rodríguez</i>	125	1603
Conclusiones	135	
Reconocimiento	141	
Apéndice 1. Parámetros para el análisis de nuevas variedades de yuca en Cuba	143	
Apéndice 2. Sistemas de certificación de semilla en Cuba	145	
Apéndice 3. Evaluación de progenies F_1 o F_1C_1	149	
Apéndice 4. Sistema para la toma de datos en las pruebas regionales de yuca	157	
Apéndice 5. Registro de precipitación (mm de lluvia)	182	
Calendario Juliano	183	
Conversión de pulgadas de lluvia a milímetros de lluvia	184	

Notación, nomenclatura y abreviaturas

Abreviaturas más usadas

°C	=	grados centígrados o ceisius
h	=	hora
i.a.	=	ingrediente activo
máx.	=	máximo
mín	=	mínimo
meq	=	miliequivalente(s)
mg	=	miligramo
ml	=	mililitro
mm	=	milímetro
msnm	=	metros sobre el nivel del mar
no.	=	número
p.c.	=	producto comercial

Unidades de medida

1 libra (lb)	=	0.45 kilogramos
1 kilogramo (kg)	=	2.21 lb
1 tonelada (t)	=	0.91 toneladas métricas
1 tonelada métrica (T.M.)	=	1.10 t
1 galón (gal)	=	3.79 litros
1 litro (lt)	=	0.26 gal
1 parte por millón (ppm)	=	1 mg/litro \approx 0.001%
1 hectárea (ha)	=	2.47 acres = 10,000 m ²

Notación decimal

- punto decimal: = 0.51; 0.02; .45
 unidades de mil: - antes de diez mil, sin signo (ej: 8500)
 = después de 9999, con coma (ej: 23,670)

*Productos agroquímicos**

- alaclor (= Lasso) = 2-cloro-2',6'-dietil-N-(metoximetil) acetanilida
 aldrin (= Aldrex) = Hexacloroheptahidro-endo, exo-dimetanonafaleno; (no menos del 95%)
 ametrina (= Gesapax) = N-etil-N'-(1-metiletil)-6-(metiltio)-1, 3,5-triazina-2,4-diamina
 benomil (= Benlate) = Metil 1-(butilcarbamoil)-2-bencimidazolcarbamoato
 captán (= Orthocid) = cis-N-(Triclorometil)tio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida
 captafol (= Difolán) = cis-N-(1,1,2,2-tetracloroetil)tio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida
 carbanil (= Sevin) = 1-naftalenil metilcarbamoato
 carbofurán = carbendazim (= Furadán) = 2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metilcarbamoato
 clordano (= Octachlor) = 1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,7-metano-1H-indeno
 diurón (= Karmex) = 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea
 fluometurón (= Cotorán) = 1,1-dimetil-3-(a,a,a-trifluoro-m-tolil) urea
 fluorodifén (= Preforán) = p-nitrofenil a,a,a-trifluoro-2-nitro-p-tolil éter
 heptaclor (= Velsicol-104) = 1,4,5,6,7,8,8-heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metano-1H-indeno
 linurón (= Afalón = Lorox) = N'-(3,4-diclorofenil)-N-metoxi-N-metilurea
 malatión (= Malathion 57) = O,O-dimetil fosforoditioato del dietil mercapto succinato
 mancozeb (= Dithane M-45) = [[1,2-etándil bis [carbamoitioato]](2-)] de manganeso mezclado con [[1,2-etándil bis [carbamoitioato]](2-)] de zinc
 maneb (= Dithane M-22 = Manzate) = Etilenobisditiocarbamoato de manganeso
 paraquat (= Gramoxone = PP-910) = 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridimo (ión ++)
 sulfomag = fertilizante cuya fórmula contiene azufre, magnesio, y potasio.
 tram (= Arasán) = Bisulfuro de tetrametiluramo
 toxafeno DDT 40-20 = mezcla de 40% de toxafeno (= Phenatox; canfeno clorado con 67-69% de cloro), y 20% de DDT (1,1'-(2,2,2-tricloroetilidén)bis[4-clorobenceno])
 trifluralina (= Treflán) = 2,6-dinitro-N,N-dipropil-4-(trifluoro metil) benzamina

*El primer nombre, en minúsculas, es el nombre común; el, o los, nombres entre paréntesis son los nombres comerciales; la última expresión es el nombre químico (fórmula condensada) del producto.

PREFACIO

Gracias al patrocinio del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID (conocido, en inglés, como International Development Research Centre, IDRC, Ottawa, Canadá), se realizó en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, del 10 al 14 de mayo del pasado año, el Primer Taller sobre Evaluación de Variedades Promisorias de Yuca en América Latina y El Caribe.

Esta publicación cubre las deliberaciones de cuatro días de reunión en que participaron activamente los representantes de nueve países con trabajos sobre sus respectivos programas de yuca, atendiendo a un temario común que refleja el estado actual del cultivo de la yuca en los principales países productores, y los avances logrados en ellos por la investigación y la extensión rural.

En el transcurso de este Taller se pudo apreciar claramente que el cultivo de la yuca con variedades seleccionadas junto con una tecnología mejorada, sencilla y de bajo costo, ofrece una alternativa halagadora para aumentar su producción y su productividad.



PRUEBA REGIONAL
VARIETADES PROMOTORIAS
ICA - CIAT
LOCALIDAD N° 13

Se discutieron ampliamente mecanismos de cooperación y esquemas para evaluación agronómica de materiales promisorios, los problemas de la certificación de “semilla” de yuca, las bases para la creación de un grupo latinoamericano que sirva de foro para la evaluación periódica de los trabajos realizados en la investigación con yuca, las bases para un mayor intercambio de información por medio de un boletín dinámico y frecuente, y finalmente, los mecanismos para un intercambio más activo de materiales promisorios. Surgió también un sentimiento unánime en relación con la necesidad y conveniencia de realizar este tipo de reuniones cada dos años.

El Taller cumplió con las expectativas tanto de los participantes como de los organizadores y por eso, con orgullo y satisfacción, se presentan estas Memorias con el ánimo de colmar un vacío en la literatura consultada por investigadores de yuca de la América Latina.

En esta publicación se podrá apreciar que no todos los países han alcanzado el mismo grado de desarrollo agropecuario, por lo cual la estrategia de cooperación del Programa de Yuca del CIAT varía no sólo de acuerdo con el adelanto de los programas nacionales, sino —y mucho más— según la necesidad e interés de éstos.

Se espera que la información y recomendaciones incluidas en esta publicación sean útiles y estimulantes a los investigadores, extensionistas y agricultores, y les sirvan de inspiración para atender mejor los intereses del cultivo de la yuca.

El Editor

PARTICIPANTES

Brasil

Helio Correa

ESAL

Caixa Postal 37

37.200 Lavras

Minas Gerais, Brasil

Murito Ternes

Estación Experimental de Itajai

Caixa Postal 277

88.300 Itajai

Santa Catarina, Brasil

Colombia

Anthony Bellotti

CIAT

Apartado Aéreo 6713

Cali,

Colombia

Jairo Cano
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Alonso Cañas
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Ernesto Celis
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

James Cock
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Carlos Domínguez
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Guillermo Gómez
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Eduardo Granados
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Clair Hershey
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Gustavo Jaramillo
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Dietrich E. Leihner
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Efrén Lozada
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Apartado 233
Palmira
Colombia

José Moisés Luna
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Apartado 654
Santa Marta
Colombia

Julián Rengifo
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali Colombia

William M. Roca
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Julio César Toro M.
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Colombia

Cuba
Adolfo Rodríguez N.
CEMSA
Apartado 6
Santo Domingo, Villa Clara
Cuba

Ecuador

Vicente Anzules
INIAP
Casilla 7069
Guayaquil
Ecuador

Raúl Carcelén L.
INIAP
Apartado Aéreo 24
Quevedo
Ecuador

Haití

Henri Lenoir
ODN
Boite Postale 93
Cap Haitien
Haití

México

Asunción Méndez R.
INIA
Apartado Postal 17
Huimanguillo, Tabasco
México

Paraguay

Luis Alberto Cáceres A.
Casilla de Correo 1517
Asunción
Paraguay

Perú

Alfredo Solórzano H.
INIPA
Apartado 9
Tarapoto
Perú

República Dominicana

Lucas Guzmán A.

SEA

Centro de los Héroes

Santo Domingo

República Dominicana

Coordinador del Taller

Julio César Toro M.

Cooperación Internacional

Programa de Yuca, CIAT

EL CULTIVO DE LA YUCA EN CUBA DURANTE LA ULTIMA DECADA

Adolfo Rodríguez Nodals

Director, Centro de Mejoramiento de Semillas Agámicas (CEMSA)

Resumen

La yuca, cultivada en Cuba desde la época precolombina, constituye una vianda de gran aceptación por el pueblo. El Programa de Yuca de Cuba está basado en los proyectos de investigación que desarrolla el Centro de Mejoramiento de Semillas Agámicas (CEMSA) complementado por otras tres estaciones experimentales que cubren las regiones de mayor interés para el cultivo de la yuca. Cuenta también con toda la estructura del Ministerio de Agricultura.

En el CIAT se han capacitado ocho de los 11 profesionales que trabajan en el Programa de Yuca de Cuba, conformándose con ellos un grupo polivalente ya que se han especializado en

diversas áreas de investigación sobre yuca. El programa consta de las siguientes secciones: germoplasma y fitomejoramiento, protección de plantas; agronomía, mecanización, herbicidas, suelos y nutrición de plantas, control biológico, cultivo de tejidos meristemáticos y producción de "semilla"*.

El progreso alcanzado por el cultivo en los últimos diez años se puede constatar por el hecho de que actualmente el 65% del área total (37,218 ha) está plantada con variedades seleccionadas, lo que representa un aumento de 15,000 ha en los últimos cuatro años.

El rendimiento promedio de la producción, en la mayoría de las granjas estatales, aumentó en los mismos cuatro años de 7 a más de 20 t/ha. Cuatro aportes se deben al CIAT: 1) la introducción de una tecnología nueva que se conoce en Cuba como "sistema colombiano"; 2) la introducción del método de multiplicación acelerada; 3) la capacitación del personal científico seleccionado; y 4) la introducción de germoplasma.

De los 305 materiales que posee la colección cubana de yuca, 280 son autóctonos. Basándose en selecciones y evaluaciones de materiales promisorios, en las pruebas regionales se han liberado cuatro variedades: Señorita, Pinera, CMC-40 y CEMSA 5-28. Se pretende que en 1985 el total del área dedicada a yuca en Cuba esté sembrada con "semilla" certificada.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos durante los últimos diez años esperando que sean de utilidad para los demás colegas de América Latina.

* En esta publicación, el término "semilla" se refiere a la forma de propagación vegetativa de la yuca, comúnmente conocida como "estaca" (N. del E.)

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) ha sido tradicionalmente una vianda de gran aceptación por el pueblo cubano; entre los cultivos de raíces y tubérculos tropicales, sólo es superada en área sembrada por el boniato (*Ipomea batata*).

Aunque este cultivo data, en Cuba, de la época precolombina, el país no forma parte del centro de origen primario de la yuca; sin embargo, cuenta con una variabilidad natural de tipo secundario muy interesante y rica que, en gran parte, ya fue colectada. De los 305 materiales que forman parte de la colección cubana, 280 son autóctonos.

Actualmente, el Programa de Yuca de Cuba está representado por las líneas de investigación que desarrolla el Centro de Mejoramiento de Semillas Agámicas (CEMSA) ubicado en el centro de la isla. Este Centro cuenta además con tres estaciones experimentales que le permiten cubrir las regiones de mayor interés para el cultivo, y con 11 profesionales, ocho de los cuales han sido capacitados en el CIAT. Las diversas secciones que componen el grupo de investigadores del programa de yuca trabajan como grupos polivalentes, lo cual ha hecho posible el éxito alcanzado. El CEMSA pertenece al Ministerio de Agricultura y como tal, recibe toda la ayuda que le da esta entidad para poder cumplir con su finalidad.

En 1981, el área total sembrada fue de 37,218 ha de las cuales 24,192 (65%) fueron sembradas con variedades seleccionadas. De esta manera, el área total aumentó en los últimos cuatro años en 15.000 ha, y el rendimiento, en promedio, en esta área pasó, en el mismo lapso, de 7 a más de 20 t/ha.

Condiciones edafoclimáticas

La República de Cuba, constituida principalmente por la isla de este nombre, está situada entre los 19°50' y 23°10' de latitud norte y los 74°06' y 84°54' de longitud oeste. Tiene una área de 114,524 km² y una extensión este-oeste de 1255 km con una anchura máxima de 200 km en Oriente y una mínima de 35 km en La Habana. Su población asciende a 10 millones de habitantes.

Su clima se clasifica como sub-tropical seco, con un período caliente de aproximadamente nueve meses y otro frío de tres meses, y es más fresco hacia el oeste. La precipitación media anual es de unos 1400 mm, con mayor ocurrencia durante la estación calurosa. La temperatura media anual es de 24°C; la media del verano es de 27°C y la del invierno es de 21°C. El período de mayor precipitación se extiende de junio a septiembre, y llueve más hacia el occidente que hacia el oriente.

En general, los suelos tienen un pH neutro (de 6 a 8) y se clasifican como "Tropepts", es decir, suelos tropicales jóvenes; esto obedece a su variabilidad y a la ausencia de un suelo predominante. Por consiguiente, el cultivo de la yuca en el país obedece principalmente a variaciones más bien edáficas que climáticas.

Historia y funciones del CEMSA

El CEMSA actual, denominado también "Fructuoso Rodríguez", tuvo como origen el Banco Provincial de Semillas Agámicas fundado en 1967. El CEMSA se estableció para producir "semilla" de alta calidad y alto rendimiento, debido a la baja producción en la isla de los productos llamados "viandas", que comprenden el boniato o batata dulce (*Ipomea batata*), la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), la malanga (*Colocasia esculenta*), el taro (*Xanthosoma sagittifolium* Schoot), el ñame (*Dioscorea esculenta & alata*) y el plátano vianda (*Musa paradisiaca*). Se empezó con una colección de 46 materiales y actualmente hay 305, contando, entre ellos, 280 materiales cubanos, algunos materiales introducidos del CIAT y los cruzamientos hechos en el CEMSA.

Además de los 11 profesionales antes mencionados, el CEMSA cuenta también con 20 técnicos medios y con los servicios de unos 120 profesionales de extensión, sanidad vegetal y suelos que en una u otra forma apoyan sus esfuerzos. El Centro desarrolla sus trabajos en una estación experimental de 100 ha situada en Santo Domingo, Villa Clara, con suelos de pH 7-8 y de buena fertilidad. Tiene el centro tres subestaciones que representan muy bien las principales características de las regiones productoras de yuca en el país:

- Cascajal, con 50 ha de suelos rojos y fértiles, situada a 45 km del CEMSA.
- Guantánamo, situada a 400 km del CEMSA en suelos alcalinos y fértiles;
- Camagüey, de suelos negros calizos, humidificados y fértiles, a 200 km del CEMSA.

El CEMSA es, esencialmente, la sede del Programa de Yuca de Cuba, complementada por componentes de la estructura del Ministerio de Agricultura como son la Empresa Productora de Semillas Varias (EPSV), que se ocupa de la multiplicación de variedades de yuca en las categorías más avanzadas, y la Dirección Nacional de Cultivos Varios, que atiende extensas granjas de producción estatal y asesora las de producción privada agrupadas fundamentalmente en las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA).

El Programa de Yuca del Centro cuenta con un grupo investigativo "polivalente" que trabaja en las secciones de Germoplasma y Fitomejoramiento, Protección de plantas, Producción de "semilla", Mecanización, Agrotécnica (Agronomía), Cultivo de tejidos meristemáticos, Herbicidas, Control biológico, y Suelos y nutrición de plantas. Aunque trabaja con todas las viandas mencionadas anteriormente, el centro ha dado mayor prioridad al plátano vianda y a la yuca.

Progreso, resultados e impacto de los materiales seleccionados

En 1981 se sembraron 37,218 ha que representan un aumento de 15,000 ha en los últimos 3 ó 4 años. El área cosechada fue de 29,000 ha (las cifras no concuerdan porque la primera se refiere al área sembrada y la otra a la cosechada dentro del mismo año calendario). El impacto ha sido tal que los directores de empresas y cooperativas han decidido incrementar tanto el área sembrada como el promedio de rendimiento. Cuatro cosas se deben al CIAT:

1. Se ha introducido una tecnología nueva conocida comúnmente en Cuba como "sistema colombiano"; en realidad, no se ha cambiado toda la tecnología de producción de la yuca, pero sí se modificaron algunas prácticas fundamentales lo que equivale a adoptar una tecnología nueva.

2. Se pudo capacitar al elemento humano seleccionado: de los 11 miembros del programa, ocho han recibido capacitación formal en el CIAT.

3. Se han introducido materiales promisorios para su evaluación y para enriquecer el banco de germoplasma; uno de ellos, la variedad CMC-40 introducida del CIAT, ya fue liberado.

4. Se ha podido acelerar la multiplicación de las variedades promisorias a través del método de propagación acelerado que también ha permitido limpiarlas de enfermedades; esto ha hecho posible la implementación de un programa de semilla certificada en Cuba.

Aunque el rendimiento promedio nacional es aún bajo (4.8 t/ha en 1981) existe una clara tendencia hacia el aumento sostenido del mismo en los últimos cuatro años, lapso en que el rendimiento promedio pasó de 7 a más de 20 t/ha en las empresas estatales y en las cooperativas. El promedio nacional es todavía bajo porque aún pesan mucho en el total los aportes de algunos miles de pequeños agricultores que poseen plantaciones menores de 2 ha y no pueden aplicar toda la tecnología nueva con la misma rapidez que las grandes empresas. Además, parte de la producción de estas fincas pequeñas se dedica al autoconsumo que no entra en los registros estadísticos, donde sólo se contabiliza la producción que va a los centros de acopio para su comercialización.

Sin embargo, es interesante señalar que cada vez más campesinos se agrupan en cooperativas y esto permite hacerles llegar los servicios de extensión; actualmente, un 30% de los campesinos pertenecen a cooperativas de producción y se espera que cada año menos parcelas individuales contribuyan al promedio nacional.

Cómo se ha podido llegar al estado actual de desarrollo del cultivo en Cuba y en particular, del Programa de Yuca? En 1970 empezaron las evaluaciones formales de las selecciones sobresalientes de la colección que en ese entonces era de 50 materiales; los ensayos se denominaron "ecológicos zonales" y equivalen a las pruebas regionales.

Las variedades Señorita y Pinera resultaron ser las más ampliamente adaptadas en las diferentes regiones, así como las de rendimiento más alto, es decir, superior a 30 t/ha como promedio de cuatro años. La variedad Señorita había sido estudiada por la Universidad Central de las Villas en 1962 y las variedades Pinera, Enana Rosada y Especial formaban parte de las selecciones sobresalientes incluídas en las pruebas regionales, donde en total, se ensayaron diez variedades.

En 1970 los materiales seleccionados de yuca ocupaban alrededor de un 15% de la superficie cultivada en el país siendo la variedad Señorita la única de alto potencial de rendimiento en aquella época. En 1974 fue liberada una segunda variedad, Pinera, también local.

Actualmente, el país cuenta con cuatro variedades seleccionadas, a saber: Señorita, que ocupa el 80% del área plantada con materiales seleccionados; Pinera (dejará de plantarse a partir de 1984); CMC-40 (en proceso de multiplicación); y CEMSA 5-28 (obtenida mediante la técnica de policruzamiento, siendo Señorita su progenitor materno). Un 80% del área plantada con yuca en las granjas estatales corresponde a variedades seleccionadas, y a estas mismas corresponde un 50% del sector campesino, alcanzándose la cifra de 65% para el total nacional. El estado actual de las variedades seleccionadas de yuca y los proyectos de "siembra" en áreas estatales son los siguientes:

Variedad Señorita

En 1981 ocupaba el 80% del área plantada con variedades seleccionadas y se ha programado un 70% de esa área para 1985, no siendo posible reducir más esta proporción por la limitada disponibilidad de estacas de las otras variedades promisorias.

Variedad Pinera

En 1981 ocupaba el 15% de la variedad plantada con materiales seleccionados y se espera que a partir de 1984 se suspenderá su siembra debido a la poca durabilidad de sus raíces después de la cosecha.

Variedad CMC-40

Actualmente existen 250 ha de esta variedad en el país, gracias a la técnica de propagación acelerada. Se considera que para 1985 se puedan plantar unas 1200 ha, que representarían un 5% del total sembrado.

Variedad CEMSA 5-28

Esta variedad se encuentra en desarrollo mediante la técnica de propagación acelerada en viveros especiales. Se espera que en 1985 ella represente el 15% de la superficie sembrada.

Variedad CEMSA 74-725

En 1983 esta variedad pasará a la fase de extensión agrícola y se espera que podrá liberarse en 1984, pudiendo alcanzar un 5% del área plantada en 1985.

No se cuenta con datos precisos en cuanto a la proyección de "siembra" de estas variedades en el sector cooperativo y privado, pero la tendencia indica una fuerte participación de las variedades Señorita y CMC-40 en las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), lo que explica en parte el porcentaje —menos del 5%— previsto para CMC-40 en áreas estatales en 1985 aunque su participación global nacional se calcula en más del 15%. CMC 40 ha establecido, en Cuba, una marca experimental de rendimiento de 105 t/ha al año. Los productores tienen gran interés en incrementar esta variedad por las siguientes razones:

a. Ha demostrado que se puede cosechar a los 6-8 meses con alta producción y calidad, lo que permite salvar un bache en el mercado. En algunas provincias, como Cienfuegos, se vende yuca en el mercado libre durante 10 meses del año pues se siembra la variedad precoz CMC-40 y la Señorita, que es más tardía.

b. Ofrece resistencia a la mayoría de las enfermedades fungosas y bacterianas que atacan la yuca en Cuba y su crecimiento es rápido y vigoroso.

Cuando la variedad CMC-40 se cosecha después de los 10 meses puede presentar problemas de calidad: se hizo entonces un trabajo de épocas de cosecha y se determinó que su calidad era excelente entre 6 y 9 meses. En Cuba la yuca se siembra generalmente en la época seca que se extiende de noviembre a marzo; cuando se siembra al comienzo de las lluvias (mayo) el rendimiento decae fuertemente por la incidencia de enfermedades foliares. La CMC-40 ha exhibido muy buen comportamiento en las siembras de mayo a julio lo que permite disponer de yuca en el verano y además, sembrar en la misma fecha. Es posible también usar el material vegetativo restante para consumo animal en un proceso que se está desarrollando y perfeccionando en Cuba.

Entrega de materiales seleccionados a los agricultores

Este importante proceso está organizado de la manera siguiente:

a. El CEMSA produce la Semilla Básica de los materiales seleccionados, a saber, Señorita, Pinera y CMC-40, y desde 1982 Señorita, CMC-40, CEMSA 5-28 y CEMSA 74-725. La Semilla Básica es producida solamente por CEMSA y vendida a la Empresa Productora de Semillas Varias (EPSV), la cual hace parte del Ministerio de Agricultura.

b. La EPSV recibe del CEMSA esta semilla y produce las categorías Registrada I (RI) y Registrada II (RII).

c. Las Empresas Estatales de Cultivos varios (ECV), que son granjas hasta de 30.000 ha, y las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) compran y reciben de la EPSV la Semilla Registrada y producen las categorías Certificada I (CI) y Certificada II (CII) que se consideran como semillas comerciales.

Generalmente, las cooperativas emplean la semilla CI para siembra comercial directamente ya que sus campos de siembra son pequeños y no tienen necesidad de hacer una nueva multiplicación. En las ECV, en cambio, que manejan grandes extensiones, se hace generalmente una siembra para obtener la semilla CI; ésta se siembra luego como comercial y, si cumple con los requisitos exigidos después de su inspección, se puede certificar para la generación siguiente como CII.

La semilla anterior se complementa con los materiales seleccionados que el CEMSA entrega a las ECV y CPA de acuerdo con un plan elaborado, para que fomenten las llamadas "Áreas de Extensión Agrícola". Esta vía es independiente de la anterior y permite probar las nuevas variedades promisorias en diferentes regiones agroclimáticas del país, fase que dura un año; una vez finalizada ésta, se decide sobre la conveniencia de multiplicar la variedad en observación.

Para que el trabajo anterior no afecte la multiplicación de las variedades promisorias se ha decidido recientemente que estas áreas desempeñen el doble papel de áreas de extensión agrícola y de "bancos de semilla" de la categoría Registrada I, pues la experiencia indica que los nuevos materiales promisorios deben ser manejados de manera muy dinámica o de lo contrario, pueden retrasar el proceso de propagación.

Hay que cumplir necesariamente con la fase intermedia de Extensión Agrícola para poder probar en mayor escala el comportamiento de una variedad. Sin embargo, si esta semilla se entrega y no se le hace seguimiento, puede interrumpirse su multiplicación. Para resolver este problema el Ministerio de Agricultura dictó una disposición: la semilla producida por las áreas de extensión agrícola tendrá el carácter de Semilla Certificada, y también se someterá a los procedimientos de certificación.

La categoría RI es, en general, muy buena y los centros de propagación entregan la categoría básica para sembrar en las áreas de extensión agrícola; la variedad CMC-40, por ejemplo, se encontraba en fase de extensión agrícola en 1981 en las provincias de Granma, Cienfuegos, Las Tunas, Villa Clara y La Habana. En 1982 esta variedad fue liberada (fase de generalización) en las provincias antes señaladas y, al propio tiempo, se halla en fase de extensión en las provincias de Guantánamo, Camagüey, Matanzas, Holguín y Santiago de Cuba.

Las estacas producidas por las "extensiones de 1981" (áreas de extensión agrícola) permitieron hacer las plantaciones comerciales de 1982. El área mínima de una extensión agrícola aceptada como tal es de 7 ha en las granjas estatales y de 1 ha en las CPA.

Certificación de la semilla de yuca

Los parámetros y el sistema para certificación de semilla aparecen en los Apéndices I y 2, respectivamente. Las variedades son aprobadas por los encuentros técnicos nacionales de viandas tropicales que se celebran cada 2 ó 3 años a pedido de la Comisión Nacional de Extensión Agrícola de viandas Tropicales. Una vez que una variedad ha sido aceptada comercialmente, el CEMSA asume la responsabilidad de producir la semilla original y la básica.

Se define como "semilla original" la que se produce a partir de plantas madre seleccionadas como típicas de la variedad correspondiente y que, además de estar libres del añublo bacterial y del superalargamiento, presentan un número de raíces de tamaño comercial igual, por lo menos, al mínimo establecido para la variedad. Esta selección de plantas madre se efectúa entre los 10 y 12 meses desde la fecha de "siembra".

Todo el material proveniente de tallos primarios y secundarios de esas plantas se somete a propagación acelerada plantando estacas de dos nudos y utilizando las cámaras de propagación recomendadas por el CIAT. Los brotes de 8 cm obtenidos por este sistema son la "semilla" utilizada para producir la "semilla básica", que se define, a su vez, como los tallos primarios que resulten de las plantas desarrolladas partiendo de esos brotes. En las categorías RI, RII, CI, y CII se mantiene el requisito de que la "semilla" que se utilice debe provenir de tallos primarios. Las medidas anteriores han dado un gran resultado en Cuba en los últimos tres años, ya que han permitido limpiar gradualmente las plantaciones de *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*, agente causal de la bacteriosis o añublo bacterial.

Actualmente, a nadie se le ocurre en Cuba sembrar áreas comerciales con estacas de ramas secundarias o terciarias porque las estacas de tallos primarios, además de las ventajas expuestas anteriormente, aguantan

mejor cualquier desatención gracias a su sanidad y vigor, demostrados por su más alta emisión de brotes ("brotación") y por su población más uniforme.

Los técnicos del Servicio Nacional de Certificación de Semillas llevan a cabo tres inspecciones anuales en cada campo y si en la última —hecha a los 10 ó 12 meses de la siembra— la plantación se ajusta a los parámetros establecidos, se emite el correspondiente certificado de categoría que autoriza el uso de esa "semilla". Este esquema se aplica cada vez más en Cuba y se espera que en 1986 la totalidad de las áreas yuqueras empleen semilla certificada; para lograrlo, se trazó un plan futuro de producción de semillas básicas, registrada y certificada que, al menos la primera, se espera alcancen las cifras indicadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. **Proyecciones para la producción de material de yuca para siembra en Cuba.**

Variedad	Estacas (miles)			
	1983	1984	1985	1986
Señorita	165	488	488	488
Pinera	10	10	10	10
CEMSA 5-28	36	36	36	36
CMC-40	60	70	70	70

La capacitación profesional y la nueva tecnología

La acción de los profesionales capacitados en el CIAT ha sido decisiva para lograr la tecnificación del cultivo de la yuca en Cuba y el aumento constante de sus rendimientos unitarios. Los profesionales cubanos escogidos por el CEMSA han recibido capacitación sobre genética y mejoramiento, prácticas culturales, fertilización, protección de plantas, producción acelerada de estacas, cultivo de tejidos y control biológico de plagas; conformaron un grupo de trabajo polivalente que puede asesorar a los agricultores desde un punto de vista integral y ha hecho posible la introducción en Cuba de un método de propagación acelerada, para facilitar la rápida generalización de las variedades promisorias en la producción nacional y la obtención de una "semilla básica" de alta calidad.

Asimismo, la ayuda del CIAT ha generado una nueva tecnología de cultivo en Cuba conocida como el "sistema colombiano" que ha dado un vuelco total a la producción de yuca en este país. El sistema se caracteriza principalmente por:

a. Siembra de la estaca encima de caballones altos (de 30 a 50 cm, según el tipo de suelo).

- b. Empleo de estacas seleccionadas (como mínimo, de 20 cm y 5 yemas), procedentes de tallos primarios.
- c. Tratamiento de las estacas.

Se entiende por tallo primario la parte de aquél que corresponde a la región comprendida entre el cuello y la primera ramificación, en las variedades erectas, o equivalente al tercio basal o inferior, en las variedades ramificadas. El uso de estacas provenientes de tallos primarios, práctica recomendada en el "Instructivo Técnico" que debe seguir toda empresa yuquera estatal, ha logrado reducir notablemente la incidencia del añublo bacterial en toda la isla.

El Instructivo Técnico comprende una serie de recomendaciones o normas que se deben aplicar en el cultivo de la yuca para alcanzar el rendimiento esperado. Estas normas son el fruto de varias reuniones convocadas por el Ministerio de Agricultura donde se analizan los resultados de la investigación: en ellas participan el Servicio Nacional de Suelos, el de Sanidad Vegetal, el de Extensión Agrícola, la Academia de Ciencias, la Dirección Nacional del Cultivo, y CEMSA. Aunque los planes se trazan para cinco años, se pueden revisar a solicitud de la Dirección Nacional del Cultivo.

Con la tecnología antes descrita se ha podido destinar al cultivo de la yuca suelos en que no podía sembrarse yuca debido al drenaje inadecuado; sin embargo, la preparación de terrenos arcillosos en caballones ha facilitado la producción y la cosecha tanto manual como mecanizada.

La selección de estacas ha permitido lograr una brotación superior al 90% y en consecuencia, una población uniforme, lo que ha incidido directamente en el aumento de los rendimientos. La población recomendada actualmente para las variedades liberadas y para las sobresalientes es de, aproximadamente, 10,412 plantas/ha sembrando en caballones a 1.20 m x 0.80 m entre plantas; anteriormente se sembraban 12,345 plantas/ha en un arreglo de 0.90 x 0.90 m.

Producción actual de yuca en Cuba

Los rendimientos obtenidos en las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPAs) vinculadas al "Movimiento de la Revolución de los Rendimientos en Viandas y Hortalizas" sobrepasan ya las 20 t/ha. El rendimiento medio nacional crece cada año (Cuadro 2) y se aspira a que alcance las 11 t/ha en 1985 mediante la adopción de las nuevas técnicas y el uso de variedades promisorias.

Estos resultados son un poco conservadores porque todavía en el presente quinquenio, la producción en fincas pequeñas que no forman parte

de las cooperativas representa un peso notable en los promedios nacionales. Esta apreciación se basa principalmente en la dificultad de que la extensión agrícola pueda llegar rápidamente a tanta propiedad pequeña donde la tecnificación del cultivo se ve demorada por razón de la tenencia de la tierra. Además, parte de la producción obtenida en estas fincas pequeñas se utiliza para autoconsumo y no llega a ser registrada en las estadísticas.

Cuadro 2. Rendimiento anual, en promedio, hasta 1982 y pronósticos del rendimiento, hasta 1986, de yuca en Cuba.

Año	Rendimiento (t/ha)
1967	2.7
1976	3.8
1977	4.0
1981	4.8
1982	5.2
1983	7.1
1984	9.4
1985.	11.0

Bibliografía

- Bennett, H. H. y Allison, R. V. 1982. Los suelos de Cuba. Edit. Revolucionaria, La Habana, Cuba. 125 p. (reimpreso).
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1978-1982. Programa de Yuca: informe de viaje a Cuba.
- López Zada, Mateo. 1964. Yuca; memoria anual. Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba. p. 62-69.
- Rodríguez Nodals, Adolfo, 1975. Estudios sobre los clones más productivos de la colección cubana de yuca. En: Simposio Nacional de Semillas, to., La Habana, Cuba. p. 113-156. (mimeografiado).

DESARROLLO DEL PROGRAMA DE YUCA EN LA REPUBLICA DOMINICANA

Lucas Guzmán Arias

Encargado Nacional, Programa de Yuca, República Dominicana

Resumen

La yuca es un alimento básico en la dieta del dominicano que la consume y comercializa en forma de casabe o galleta de yuca, fabricada de manera artesanal a partir de la yuca amarga, principalmente. También se cultiva la yuca dulce que representa una buena fuente de divisas en la exportación de raíces frescas a los mercados latinos de los Estados Unidos de América.

El país siembra de 20,000 a 25,000 ha con un rendimiento, en promedio, de 10 t/ha. Existen más de 30 variedades de yuca cultivadas a nivel comercial que difieren, sobre todo, en lo relacionado con la productividad, el ciclo vegetativo, la forma y el color de las raíces.

Las variedades amargas conforman un grupo de 20, entre las cuales se encuentran Zenón, Bilín, Jíbara Blanca y Machetazo; el grupo de las dulces está compuesto por unas ocho variedades, entre ellas Facundo, Agua de Coco, La Blanca y Agua Dulce, principalmente.

Las variedades introducidas son un factor de suma importancia para responder al incremento de la demanda generado por los procesos de industrialización que exigen rendimientos altos. El mayor potencial de producción de las variedades introducidas se ha demostrado en las pruebas regionales llevadas a cabo durante los últimos cinco años.

Entre las variedades introducidas se ha destacado la CMC-40, de alto rendimiento (hasta 50 t/ha) que podría ser altamente demandada por la agroindustria. Como este país importa todo el trigo para la elaboración del pan, un 80% del maíz y la totalidad de la cebada que se consumen en el país, se ha pensado seriamente en el papel que haría la yuca en este tipo de mercado.

En el CIAT han recibido capacitación en producción de yuca 13 profesionales dominicanos quienes, a su vez, han capacitado en cursos cortos a un total de 62 técnicos; se estudian planes para continuar estos cursos.

Introducción

El cultivo de la yuca en la República Dominicana necesita aumentar el área de producción y la productividad para poder satisfacer la creciente demanda del mercado fresco internacional, como también la demanda potencial de la industria nacional en un futuro inmediato.

A nivel de campo, y específicamente del productor dominicano, hay condiciones sociales y económicas que impiden lograr la meta del incremento de producción mencionado, por lo cual es necesario hacer llegar al pequeño productor de yuca del país una tecnología aplicable a sus condiciones y al mismo tiempo, hacerlo beneficiario de un programa integrado de superación, tanto en el campo social como en el económico.

Esta situación se presenta no solamente en la República Dominicana sino también en toda América Latina y en parte de África; tiene características más profundas en este país debido a que, en la actualidad, no existen agroindustrias instaladas que procesen la yuca, restringiéndose así el mercado al consumo de yuca fresca y a una exportación muy limitada.

Es preciso disponer de variedades con alto potencial de rendimiento, por lo cual los programas nacionales de investigación y producción de yuca deben definir sus necesidades inmediatas, de tal manera que el apoyo recibido en asistencia técnica e intercambio de germoplasma de instituciones nacionales e internacionales se convierta en mejores variedades para los productores de yuca del país.

En la República Dominicana la yuca ocupa el segundo lugar en la escala de consumo de raíces, tubérculos y musáceas producidas en el país. En los últimos años, el consumo per capita ha registrado una disminución de un 50% (24.2 kg/año) no porque haya habido un cambio en la dieta del dominicano, sino porque la producción ha sufrido un proceso de estancamiento mientras que la población, de 1962 para acá, se ha triplicado (Cuadro 1).

La yuca representa un autoconsumo significativo por lo que una disminución en su producción tendría efectos negativos en el nivel nutricional del dominicano de bajos ingresos, para quien la yuca fresca constituye una fuente económica de carbohidratos.

Condiciones edafoclimáticas

Ubicada entre los 17°35' y los 19°58' de latitud norte, y entre los 68°15' y los 72°00' de longitud oeste, con un área de 48,442 km², República Dominicana ocupa el 63% de la isla La Española (el resto pertenece a Haití); con una población cercana a los seis millones de habitantes, es uno de los países del Caribe con mejores condiciones de vida.

Cuadro I. Consumo aparente per cápita de la yuca en la República Dominicana.

Año	Producción (cuintales x 10 ²)	Exportación		Población (habitantes x 10 ⁷)	Consumo aparente per cápita (lb/año)
		(cuintales x 10 ²)	(t x 10 ³)		
1960	3379.0	1.1	0.055	3047.0	99.8
1961	3095.6	28.1	1.405	3127.5	129.8
1962	3263.4	32.1	1.605	3219.7	90.2
1963	3241.3	35.8	1.790	3314.6	86.9
1964	3375.7	52.2	2.610	3412.3	87.5
1965	3340.5	40.4	2.020	3512.8	84.4
1966	3369.2	49.5	2.475	3616.4	82.5
1967	3340.6	62.5	3.125	3722.9	79.1
1968	3417.7	56.5	2.825	3832.7	78.8
1969	3638.2	75.2	3.760	3945.6	81.0
1970	3748.5	97.2	4.860	4006.4	81.8
1971	4057.2	100.1	5.005	4181.6	84.9
1972	4299.7	118.7	5.935	4304.8	87.1
1973	4297.5	96.3	4.815	4431.7	85.1
1974	3122.0	94.3	4.715	4562.3	59.5
1975	3595.0	72.3	3.615	4696.3	67.3
1976	2732.0	79.2	3.960	5114.9	46.6*
1977	5094.0	89.5	4.475	5282.8	85.0
1978	3272.0	114.1	5.705	5478.2	51.9*
1979	2760.0	86.4	4.320	5578.2	49.0

* Las condiciones climáticas fueron adversas en este año.

Fuente: Banco Central de la República Dominicana, Oficina Nacional de Estadística, División de Estadística, Dpto. de Economía Agropecuaria, SEA.

En la cuenca del Caribe predomina un clima subtropical cálido donde la lluvia es la variable meteorológica más importante. La temperatura varía entre 19 y 27°C y es una función primaria de la altitud, aunque el sur del país es un poco más cálido. La yuca se siembra por debajo de los 800 msnm o sea, en regiones libres de heladas. En una misma región, el promedio mensual de temperatura no fluctúa mucho durante el año aunque diciembre, enero y febrero son los meses más frescos.

A diferencia de Haití, República Dominicana tiene una topografía más amena y suelos más fértiles, pero su ubicación geográfica la expone a la acción de los fuertes vientos y huracanes que soplan del sureste, y que en 1976 y 1978 redujeron la producción de yuca.

Apoyo logístico institucional

La Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) es el organismo rector de la política agropecuaria dominicana. El Programa de Yuca es la unidad de trabajo responsable de asignar los recursos económicos necesarios.

mediante un presupuesto operativo, a las diferentes actividades de los planes anuales de trabajo que serán finalmente, ejecutadas por el Departamento de Producción Agropecuaria.

Una de esas actividades es la capacitación de los técnicos agrícolas en las diferentes tecnologías desarrolladas para la producción de yuca; otra es el apoyo que ofrece el programa al plan de suministro de estacas que necesita el productor de yuca, de cuyo costo un 35% es cubierto por los fondos operativos del programa. Los agricultores beneficiados reciben además, el material de siembra y el transporte sin costo alguno; este último servicio les costaría 230 pesos dominicanos por cada 2.18 ha.

Consumo nacional y exportación

El consumo de yuca en República Dominicana está básicamente limitado al consumo fresco de las raíces y, en menor grado, a la elaboración del casabe por pequeñas industrias establecidas en las zonas de producción de yuca amarga. Como indica el Cuadro 1, casi el 94% de la yuca cosechada forma parte de la dieta del dominicano; en la última columna del cuadro se aprecia cómo ha disminuido, en los últimos años, el consumo per capita a consecuencia del aumento de la población, dado que la producción nacional se ha mantenido más o menos estable. Aproximadamente un 4% de la producción nacional se destina a la exportación, que se ha visto limitada tanto por la producción estable como por el descenso del consumo nacional.

Intercambio de germoplasma

El proceso de intercambio de germoplasma se inició en 1966 con los trabajos del Dr. León R. Smith del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), quien introdujo seis variedades procedentes de Jamaica y 43 de la colección que el Dr. Krochmal mantiene en Islas Vírgenes y en Santa Cruz (Cuadro 2).

Los trabajos de evaluación se iniciaron en Pontón, La Vega, en 1969 y continuaron hasta 1973, en distintas localidades del Valle del Cibao, región que representa la zona de mayor producción y productividad del país. Los materiales introducidos por Smith forman parte del conjunto de variedades que los agricultores yuqueros explotan en sus fincas, donde recibieron indistintamente nombres regionales.

Se evaluó el desarrollo de las raíces de estas variedades a los diez meses de edad. Se seleccionaron, para una segunda siembra, solamente aquéllas que presentaban raíces grandes y se descartaron las variedades con un mal desarrollo de las raíces durante los primeros diez meses de crecimiento.

Cuadro 2. Material genético de yuca introducido de Islas Vírgenes y Jamaica en República Dominicana.

Procedencia	Materiales (código)					
Islas Vírgenes	1C	14	34	48	67	2595
	3C	16	35	52	69	2596
	4C	17	38	53	70	Fowl Fat
	7C	22	39	56	72	
	25B	25	41	57	78	
	2	27	42	58	2064	
	11	28	44	59	2592	
	13	31	45	62	2594	
Jamaica	C1	C4	C6	C8	C9	
	30	D1	D8			

Las plantas de esta segunda siembra fueron cosechadas a los 12 meses y seleccionadas de nuevo de acuerdo con el peso de las raíces, su tamaño, y su calidad y contenido de almidón.

La mayor parte de las variedades no dio un rendimiento satisfactorio pero la 3C de Islas Vírgenes y dos de las jamaicanas, C6 y C8, merecieron ser tenidas en cuenta por sus características agronómicas. Las variedades introducidas C1 y D1 superaron a las variedades nativas Machetazo y Hoja Rosa con un rendimiento, en promedio, de 53.1 y 51.2 quintales/tarea (42.2 y 40.9 t/ha)¹ respectivamente, superando, en un 90% la primera y en un 83% la segunda, el rendimiento de la variedad Hoja Rosa, que fue de 27.9 quintales/tarea (22.3 t/ha).

Las variedades dulces C1 y C6 superaron ampliamente tanto a las variedades criollas como a las demás importadas. Las variedades D1, D8 y C9 produjeron entre 30 y 40 quintales/tarea (24.0 y 32.0 t/ha), pero su ciclo vegetativo es largo y el contenido de ácido cianhídrico bastante elevado. Las variedades C1 y C6 pueden ser cosechadas desde el noveno mes de crecimiento y las variedades D1, D8 y C9 desde el décimosegundo mes.

A este valioso trabajo iniciado en 1966 le siguió en 1975 la firma de un acuerdo entre la Secretaría de Estado de Agricultura, el Departamento de Investigaciones, y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), mediante el cual este Centro se comprometió a introducir en el país variedades promisorias de los cultivos con que trabaja. Por tal razón, y como un apoyo al Programa Nacional de Yuca, se estableció en el país en 1978 el primer Ensayo Internacional de Yuca que comprendía diez híbridos y seis variedades (Cuadro 3).

¹ 1 ha = 16 tareas, 1 tarea = 625 m²

Cuadro 3. Capacidad productiva de 16 variedades de yuca introducidas y 2 locales en la primera prueba regional sembrada en el CESDA, San Cristóbal¹, República Dominicana, 1978-79.

Cultivar	Rendimiento		MS ² (%)	MS (t/ha)	Posición (MS/ha)
	(t/ha)	(quintales/tarea)			
CMC-40	47.1	58.8	34	16.0	1
ICA HMC-2	42.5	53.1	32	13.6	4
CM-323-375	40.0	50.0	39	15.6	2
M Col 1684	39.9	49.8	36	14.3	3
CM-305-41	39.5	49.3	32	12.6	6
CM-308-197	36.9	46.1	35	12.9	5
ICA HMC-7	33.1	41.3	36	11.9	8
ICA HMC-1	32.6	40.7	37	12.0	7
CM-305-38	31.6	39.5	35	11.0	9
CMC-84	31.3	39.1	34	10.6	10
M Ven 218	28.9	36.1	36	10.4	11
ICA HMC-4	28.4	35.5	36	10.2	12
CM-309-211	25.4	31.7	37	9.3	14
Zenón-R	24.6	30.7	38	9.3	15
M Col 22	23.5	29.3	35	8.2	16
Cogollo Morado-R	22.8	28.5	43	9.8	13
M Mex 59	21.6	27.0	37	7.9	17
CM-305-145A	20.9	26.1	37	7.7	18

¹ Análisis del suelo: pH 8.2, MO (%) 2.8, P (Bray II) 26.6, K (meq/100 g) 0.61. Precipitación 1532 mm/año. Días a la cosecha: 363.

² MS = Materia seca.

La información suministrada por este ensayo creó mucha expectativa sobre el futuro de la industrialización de la yuca porque todas las variedades introducidas, en especial la CMC-40, demostraron que se podría dar respuesta a la creciente demanda de yuca generada por la instalación de diferentes empresas agroindustriales en el país.

Por esta razón continuaron los trabajos de evaluación en todas las regiones del país para determinar el grado de variación del rendimiento, pero considerando además la variable de la preferencia del consumidor respecto a la palatabilidad de las variedades de yuca dulce.

La variedad CMC-40 superó siempre en rendimiento a las demás, pero su respuesta original de 58.8 quintales/tarea (47.1 t/ha) disminuyó luego considerablemente, según los resultados de los trabajos realizados en el Centro Norte de Desarrollo Agropecuario (CENDA) en 1981 (Cuadro 4), aunque esa prueba se cosechó a los ocho meses de edad.

Cuadro 4. Evaluación de variedades promisorias de yuca en la Cumbre, República Dominicana, 1981.

Variedad	Rendimiento ¹	
	Quintales/tarea	t/ha
CMC-40	33.7	27.0
Bilin	23.0	18.4
Machetazo	20.4	16.3
ICA HMC-2	14.7	11.8
Zerón	10.6	8.5

¹ A los ocho meses de edad.

Durante el periodo 1979-1980 se descontinuaron estos trabajos regionales y en algunos casos se eliminó el material vegetativo ensayado por la presencia, según un informe de Sanidad Vegetal, de la enfermedad causada por *Phoma* sp. en las variedades introducidas del CIAT. Esta situación suscitó una polémica dentro del equipo técnico de los departamentos de Sanidad Vegetal e Investigación, hasta que durante la visita del Dr. Carlos Lozano, en junio de 1981, se comprobó que los síntomas aparecidos en las variedades nativas correspondían a la presencia de *Glomerella manihotis*, confirmándose también la presencia de *Xanthomonas campestris* en los campos de la región norte-centro del país. Actualmente, estas variedades se encuentran establecidas nuevamente en el Centro Sur de Desarrollo Agropecuario (CESDA) y se continúa con ellas el proceso de evaluación.

Los resultados de los últimos años sugieren la necesidad de adoptar una estrategia clara sobre los mecanismos para entregar variedades sobresalientes a los agricultores según sus preferencias y el uso que les darán. Esta estrategia puede reforzarse con un laboratorio de cultivo de meristemas, desarrollado mediante la cooperación del CIAT y el CESDA. También se ha pensado en la ejecución de un plan piloto de secamiento de yuca que suministraría harina para la alimentación de aves y cerdos, del cual sería responsable el CENDA. Esos proyectos podrían iniciarse este año y cuentan con el apoyo financiero de la SEA y con la asistencia técnica del CIAT; este centro envió recientemente al Dr. Guillermo Gómez para dictar una serie de charlas al sector público y al privado sobre la utilización de yuca en la agroindustria. El Ing. Carlos Domínguez, del CIAT, asesoraría estos importantes proyectos en lo relacionado con la capacitación de personal.

Programa de capacitación

La capacitación recibida en el CIAT por 13 técnicos dominicanos sobre el cultivo de la yuca propició en el país la organización de dos importantes

cursos de capacitación sobre la tecnología de producción de la yuca, impartidos a técnicos dominicanos que trabajan en las zonas productoras. En el primer curso, la mayor parte de las clases y prácticas de campo fueron dictadas y dirigidas por técnicos dominicanos capacitados en el CIAT; contó también el curso con la valiosa participación de Carlos Domínguez y Jesús Reyes, profesionales al servicio de dicha institución.

En el segundo curso, organizado en 1981, las clases fueron dictadas por técnicos capacitados en el curso del año anterior; el curso fue coordinado por el Departamento de Capacitación, Unidad de Adiestramiento. Para 1982 se ha programado un tercer curso nacional de yuca, con los mismos objetivos de los cursos realizados hasta la fecha. El proceso de capacitación ha sido dinámico: ha entrenado hasta hoy 62 técnicos dominicanos en los cursos desarrollados en el país. Con este resultado, el CIAT ha logrado uno de sus principales objetivos dentro de su programa de capacitación.

La SEA mediante el Programa de Capacitación y Visitas que atiende a los productores, ha estimulado las actividades de capacitación en técnicos y agricultores, lo que dará como resultado un perfeccionamiento de las diferentes técnicas del cultivo de la yuca y un incremento de la producción nacional.

Desarrollo de tecnología y variedades de alto potencial de rendimiento

El desarrollo tecnológico del cultivo de la yuca debe analizarse dentro del marco de la situación socio-económica del productor dominicano. El sector agrario de este país ha cambiado en los últimos diez años.

En República Dominicana existen unas 34.000 fincas productoras de yuca distribuidas, básicamente, en dos grandes zonas de producción: una, compuesta por grandes valles fértiles ubicados tanto al norte como al sur del país, en la cual se producen las variedades de yuca dulce; y otra, ocupada por la cordillera central, donde se producen las variedades amargas dentro de empresas agrícolas de subsistencia. Ambas zonas de producción poseen características edáficas y climatológicas completamente distintas: la primera tiene suelos muy fértiles y un nivel pluviométrico anual, en promedio, superior a los 1000 mm, mientras que la segunda, con suelos de poca profundidad y altamente erosionables, tiene un promedio de lluvias de 500 mm por año.

El proceso de adaptación de variedades de yuca por parte de los agricultores asentados en la cordillera central ha sido mucho más agresivo ya que las han adaptado a la fertilidad de la tierra. Al principio cultivaban variedades de buen rendimiento en tierras vírgenes recientemente explotadas, como la amarga Ganadora y la dulce Aparecida. También se seleccionaron variedades aptas para terrenos deforestados con buen nivel de

fertilidad, como la amarga Negrona o la dulce Yema de Huevo. Hay finalmente diferencias varietales en función de tierras calientes o tierras frías, un indicio de que el agricultor, a través del tiempo, ha realizado una adaptación de variedades a las condiciones de suelos cada vez menos fértiles.

En la zona de los valles, por las condiciones favorables de precipitación y fertilidad, el proceso de selección varietal ha sido menos evolutivo; se aprecia allí la fácil adaptabilidad de las principales variedades, como Zenón, Jibara, Machetazo y Bilín, a diferentes microclimas.

En el proceso de introducción de tecnología e intercambio de germoplasma se han obtenido resultados muy significativos desde el punto de vista del rendimiento del cultivo, tanto en las variedades nativas como en las introducidas por medio de las diferentes pruebas regionales adelantadas durante los últimos cinco años. En estas pruebas las variedades nativas o criollas han llegado a triplicar su rendimiento normal y las introducidas han superado de manera significativa el rendimiento de las variedades criollas, en una proporción de 3 a 1 en muchos casos.

En estas pruebas se aplicó una tecnología sencilla de prácticas agronómicas:

- a. Selección visual del material de siembra
- b. Estacas de 20 cm. como mínimo, y de corte recto
- c. Tratamiento químico de las estacas
- d. Densidad: 10,000 plantas/ha
- e. Siembra de las estacas en posición vertical sobre los caballones
- f. Control de malezas

Según los resultados obtenidos en las pruebas regionales, las diferentes autoridades del sector agropecuario han facilitado el apoyo financiero indispensable para continuar los trabajos de investigación y la ulterior difusión de esos resultados a través de los Programas de Fomento del Cultivo y de Extensión Agrícola. Ese apoyo ha financiado el proceso de capacitación de técnicos y productores antes mencionado, como también el desarrollo de diferentes proyectos de investigación, haciendo posible la inclusión del cultivo de yuca dentro del plan trianual (1980-82) del Departamento de Investigación.

El esfuerzo del sector oficial para tecnificar el cultivo de la yuca ha llevado al mediano y pequeño productor el mensaje de la nueva tecnología en cuanto a rendimiento por hectárea; sin embargo, su aplicación ha sido casi nula debido principalmente a la falta de un desarrollo tecnológico integral.

Además del aumento de la productividad, deben modificarse cuatro aspectos importantes:

1. Precio oficial de sustentación
2. Diversificación de mercados
3. Financiación segura y estable
4. Modificación de la tenencia de la tierra

Los medianos y pequeños productores, hacia quienes deben dirigirse los mayores esfuerzos oficiales de apoyo a la producción, no encuentran eco en los mercados para un incremento en el volumen de la producción de yuca, quedando así a merced de intermediarios. Esta situación se agrava aún más por los altos costos de los insumos y de la mano de obra en las diferentes labores agrícolas. Actualmente, está muy limitado el mercado, que es básicamente de yuca fresca y de casabe elaborado, limitación que ha sido un obstáculo para la adopción de tecnología; además, el mercado de yuca fresca es inestable e inseguro.

La variedad CMC-40, introducida del CIAT, Colombia, con características de alta productividad demostradas en las diferentes pruebas regionales, fue descontinuada en una de las principales regiones productoras de yuca porque el consumidor no acepta su sabor, aunque su rendimiento (50.0 t/ha) superaba al de las variedades tradicionales.

Finalmente, esta falta de una alternativa en el mercado ha provocado un desarrollo lento en la adopción de tecnologías como la selección del material de siembra y el uso de insecticidas adecuados para el control de plagas. Agricultores de mayor capacidad económica hacen uso de herbicidas y fertilizantes para cultivos destinados al mercado exterior de yuca fresca y congelada.

La tenencia de la tierra, como en todos los países de América Latina, es un problema que se refleja directamente en la producción de alimentos; la extensión de las fincas productoras de yuca en el país es un ejemplo, porque más de un 70% de las propiedades no alcanzan las 2.0 ha. Un estudio realizado a principios de 1981 revela que en el país hay 320,820 fincas con una superficie de 43,314,776 tareas (2,707,173 ha) divididas en cuatro grandes grupos.

1. Un grupo con 49,651 explotaciones de menos de 8 tareas (0.5 ha), cuya extensión total es de 194,112 tareas (12,138 ha), o sea un 0.4%.
2. Un grupo de 219,097 explotaciones de 8 a 159 tareas (0.5 a 9.9 ha) con un área total de 9,080,000 tareas (567,500 ha), o sea una 20.9%.
3. Un grupo de 28,989 explotaciones de 169 a 799 tareas (10.5 a 49.9 ha), con una extensión total de 9,345,222 tareas (584,076 ha), o sea un 21.5%.

4. Un último grupo formado por 7087 explotaciones de 800 y más tareas (50 o más ha) con una extensión total de 24,894,896 tareas (1,555,931 ha) o sea, un 57.2%. El 40% de los productores de yuca se encuentran en el primer grupo.

Variedades principales

En República Dominicana se cultivan más de 30 variedades de yuca a nivel comercial, que difieren en cuanto a su productividad, ciclo vegetativo, forma de las raíces, tamaño de las raíces, color interno y externo de la raíz, forma de las hojas (lóbulos), color de los pecíolos, color del tallo, ramificación de la planta, color del follaje nuevo, número de lóbulos por hoja, longitud de los entrenudos, número de raíces comerciales (más de 20 cm de largo y más de 4 cm de diámetro medio), y superficie de la raíz (Cuadro 5).

Las diferentes variedades de yuca se han agrupado en dos tipos básicos: el dulce y el amargo. El primer grupo está compuesto por más de 20 variedades de las que se pueden citar Bilín, Zenón, Jibara Blanca y Mache-tazo; el segundo grupo está compuesto por unas ocho variedades como la Facundo, Agua de Coco, La Blanca y Agua Dulce, principalmente.

Programa de certificación de semilla de yuca

La ejecución de un programa de certificación de semilla de yuca en República Dominicana sería de gran significación ya que, como se ha expresado antes, hay proyectos de multiplicación y secamiento de yuca destinada a las dietas balanceadas de aves y porcinos. Estos dos proyectos ofrecen respuestas a inquietudes de los productores de yuca acerca de qué variedades usar y qué mercados existen.

La certificación de semilla implica costos que garantizan al productor la variedad que se le está suministrando, producida en instalaciones especializadas. Se espera que los agricultores yuqueros cubran el costo de su semilla para siembra, lo que aceptarían más fácilmente si existieran alternativas de mercados para asegurar la colocación de sus cosechas. Al presente, instituciones estatales subsidian esa semilla.

La SEA posee la infraestructura técnica y organizativa necesaria para desarrollar un programa de certificación de semilla; faltaría solamente reestructurar el mecanismo de distribución utilizado hasta la fecha de modo que su objetivo principal sea la calidad más que la cantidad. Actualmente, se instalan en el país ocho centros de producción de material vegetativo mejorado de yuca que podrían servir perfectamente como los centros generadores de material vegetativo certificado; éste llegará hasta los productores a través de los técnicos de los subprogramas de Capacitación y Visita pertenecientes al Programa de Extensión Agrícola.

Cuadro 5. Principales características de las 12 variedades locales de yuca más cultivadas en República Dominicana.

Variedad	Características			Otras características
	Color de cáscara	Textura de raíces	Tiempo de cosecha (meses)	
Machetazo Alto	Amarillo claro	Lisa	12	Pedunculada Planta vigorosa de tallos grises y hojas grandes y bien formadas
Chaga Mía	Amarillo claro	Aspera	12	Pedunculada Ramificación secundaria (tres ramas) y un desarrollo casi al nivel del suelo. No se extiende hacia los lados
Malcitosa	Claro-oscuro	Lisa	7	Pedunculada Raíces de colores blanco y oscuro. Pocas y pequeñas ramificaciones
Amarilla	Claro-oscuro	Lisa	7	Pedunculada Porte bajo; tallo gris-terroso con hojas verde-claro. Pedúnculo muy notable
Machetazo Bajito	Rojó claro	Lisa	7	Pedunculada Tallo de color gris-verdoso que nace desde la misma base del suelo.
Blanquita	Amarillo-rosado	Lisa	8	Pedunculada Planta con tallo de color gris-rosado y con un crecimiento lateral muy amplio.

(Continúa)

Cuadro 5. (Continuación)

Variedad	Características			Otras características
	Color de cáscara	Textura de raíces	Tiempo de cosecha (meses)	
Tres Mujeres	Claro-oscuro	Lisa	7	Pedunculada Planta con tallo marrón oscuro. Poco desarrollada lateral y vertical
Negruta Mucuna	Marrón-oscuro	Lisa	8	Pedunculada Planta con hojas jóvenes de color molado y tallos gris-molado. Raíces con un círculo morado
Cogollo Molado	Rojo-amarillo	Lisa	7	Sésil Hojas grandes parecidas a las de la celba, de color verde intenso.
Hoja de Celba	Claro-oscuro	Lisa	10	Sésil Raíces bien desarrolladas.
Señorita está en la Mesa*				Poco desarrollada vegetativa. Raíces de tamaño comercial.
Zenón	Marrón-oscuro	Lisa	10	Pedunculada Porte mediano, tallo de color marrón oscuro, raíces de color marrón oscuro y hoja verde oscuro Crecimiento lateral amplio y pedúnculo pequeño

* Tal es el nombre regional de esta variedad

Proyección económica

La salida de divisas por concepto de importaciones de maíz y trigo fue de US\$61.66 millones en 1980 y de US\$61.20 millones en 1982 (Cuadro 6). El 63% de las importaciones de maíz satisfacen la demanda de las granjas avícolas establecidas en el país cuyo consumo anual es de aproximadamente 4236 millones de quintales (192,545 t) como alimentos balanceados.

La harina de yuca, como ingrediente en la elaboración de raciones de costos mínimos para aves, crearía condiciones favorables para la balanza de pagos sobre todo en la actual situación inflacionaria. Para República Dominicana es también de especial interés la inclusión de la harina de yuca en dietas balanceadas para cerdos debido a que hace poco se inició la repoblación porcina, que era de aproximadamente 1.8 millones de cabezas antes de ser eliminada por la fiebre porcina africana. La instalación del proyecto de secamiento de yuca es, por tanto, de gran importancia para el país dado el potencial de consumo de las granjas avícolas y porcinas.

Cuadro 6. Importaciones de maíz y trigo en República Dominicana, en 1980-1981.

Año	Maíz			Trigo		
	(qq x 10 ³)	(t x 10 ³)	(US\$ x 10 ³)	(qq x 10 ³)	(t x 10 ³)	(US\$ x 10 ³)
1980	4082	185.32	25,665	3640	165.26	36,480
1981	3644	165.80	24,040	3649	165.66	37,164

Industria panificadora

La industria que suministra la harina de trigo a los productores de pan elabora unas 105,000 t anuales de trigo de las cuales se utilizan como harina panificable unas 30,000 t. La institución estatal Molinos Dominicanos ha realizado pruebas con harinas de diferentes raíces para sustituir parcialmente la harina de trigo en la elaboración del pan. El Dr. Manuel Poladura ha hecho ensayos con yuca en este sentido y logró los mejores resultados sustituyendo con harina de yuca un 10% de la harina de trigo, mezcla que produce un pan de excelente aceptación por parte de los consumidores. Esta fórmula no se ha aplicado aún a nivel comercial.

Se precisan respuestas definitivas, en el menor plazo posible, sobre variedades de yuca recomendables a la agroindustria. Es necesario entonces desarrollar el programa de cultivo de tejidos de meristemas, el proyecto piloto de secamiento de yuca, y el de certificación de semilla, que permitirán la consecución de los objetivos descritos a corto plazo. Así se facilitará la expansión de nuevas áreas yuqueras como también un incremento en la productividad, condiciones necesarias para satisfacer la futura demanda de yuca en el mercado nacional dominicano.

Bibliografía

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1976-1982. Informe de viaje a República Dominicana. Cali, Colombia
- Guzmán Arias, Lucas. 1980. Tecnología sobre el cultivo de la yuca. Boletín SEA. Departamento de Producción Agrícola. División Raíces y Tubérculos. Santo Domingo, República Dominicana. 7 p.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura) y CENDA (Centro de Desarrollo Agropecuario). Zona Norte. 1980. Adiestramiento sobre el cultivo de la yuca. Memorias. Santiago de Los Caballeros. República Dominicana. 165 p.

INVESTIGACION SOBRE ADAPTACION DE LA YUCA EN HAITI*

Henri Lenoir

Encargado, Invest. Agrón., Organismo de Desarrollo del Norte de Haití (ODN)

Resumen

La yuca es un cultivo tradicional en Haití, sembrado generalmente en fincas pequeñas a manera de cultivo asociado con maíz, frijol común, sorgo, caupí, maní y plátano. Como alimento, constituye una fuente importante de energía que se consume en forma de tortas de casabe fabricadas de manera artesanal.

La tecnología de producción y los cuidados del cultivo son adecuados en Haití, excepto la selección del material de siembra pues se plantan estacas pequeñas (menores de 20 cm). No

* Trabajo presentado, en ausencia del autor, por Carlos Domínguez, del Programa de Yuca del CIAT, quien además lo revisó y amplió.

obstante, el rendimiento promedio nacional es de 4 t/ha debido principalmente, a la ausencia de variedades con mayor potencial de rendimiento. El CIAT ha suplido, en parte, esta deficiencia con la introducción de 21 materiales promisorios. Estos materiales fueron multiplicados por el sistema de propagación acelerada y luego evaluados en la estación experimental de Acul du Nord y en varias fincas de agricultores. Según su rendimiento de raíces y de tortas de casabe por hectárea, se seleccionaron la variedad dulce CMC-40 y la amarga MCol-1684.

La variedad CMC-40 ya fue liberada como "Madame Jacques" y la MCol 1684 está en la etapa de multiplicación para ser liberada próximamente. También se hallan en multiplicación los híbridos CM 321-188, CM 323-375 y CM 342-55. Se han capacitado en el CIAT solamente tres profesionales que han hecho un trabajo de investigación sobre adaptación del cultivo bastante exitoso.

Introducción

Haití es el país de América con mayor deficiencia calórica en la dieta diaria y soporta también el más alto índice de desempleo del continente.

Actualmente, varias instituciones nacionales reciben ayuda de organismos o gobiernos extranjeros para dedicarla al cultivo de la yuca; sin embargo, no existe una institución haitiana única —y por ello, más eficiente— que asuma la responsabilidad de administrar la investigación con yuca evitando la proliferación de organismos menores empeñados en alcanzar el mismo fin.

Parece que con la reestructuración de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) los trabajos de adaptación de la yuca serán racionalizados para un mejor uso de los recursos dispersos.

Condiciones edafoclimáticas

Haití forma parte de la cuenca del Caribe; su clima, por tanto, tiene mucha semejanza con el de la República Dominicana. Haití, con una extensión de 27,750 km², ocupa el 37% de la isla La Española; se extiende entre los 18°2' y los 19°58' de latitud norte, y entre los 72°0' y los 74°29' de longitud oeste. Alberga una población aproximada de 6 millones de habitantes.

En todo el territorio nacional, la yuca se siembra en regiones por debajo de los 800 msnm, donde nunca ocurren heladas. El régimen de lluvias varía de 700 mm anuales en la costa norte, hasta 2000 mm anuales en la región sur del país.

La mayor parte de Haití está formada por suelos clasificados como Ultisoles y Oxisoles, seguidos de Vertisoles y Entisoles en igual proporción y por último, de Aridisoles. La mayor parte de la yuca se siembra en el primer grupo de suelos.

Estado actual del cultivo de la yuca

Aproximadamente, 20,000 km² del país son montañosos de modo que la yuca se siembra en pendientes y en el pie de monte, principalmente. Se pueden destacar cuatro zonas principales productoras de yuca, así:

1. Región norte, con 3750 ha.
2. El Departamento de Artibonite, con 1100 ha.
3. La región occidental, con 1800 ha.
4. Las regiones sur y suroccidental, con 19,000 ha.

En total, 25,650 ha ocupadas con yuca en todo el país.

La mayor parte de la yuca es cultivada por pequeños agricultores (fincas menores de 2 ha) que la siembran en asociación con otros cultivos como maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum* sp.), caupí (*Vigna sinensis*), frijol

común (*Phaseolus vulgaris*), maní (*Arachis hypogaea* L.) y plátano (*Musa paradisiaca*). La yuca en monocultivo es sembrada generalmente por agricultores en áreas mayores de 2 ha y en suelos mejores; siembran estacas sanas usualmente, pero cortas (menos de 20 cm), en montículos de tierra que cumplen la misma función de los caballones. Generalmente, entierran las estacas en posición horizontal o inclinada y rara vez en posición vertical.

La yuca se siembra en poblaciones de aproximadamente 20,000 plantas/ha porque se plantan dos estacas por sitio a 1 m de distancia una de otra. Aunque los cultivos están bien cuidados, su rendimiento, en promedio, es de 4 t/ha.

Capacitación

Solamente se han capacitado en el CIAT tres profesionales haitianos que continúan trabajando en su país con este cultivo. Uno de ellos recibió una capacitación de cuatro meses en prácticas agronómicas, lo cual le dio mejores bases para el manejo de pruebas de adaptación de tecnología en Haití.

A mediados de 1982 se dictó el primer curso nacional de capacitación, con la participación de unos 20 técnicos haitianos, patrocinado por la AID; el curso contó con el apoyo de tres científicos del CIAT y 13 de Haití. Se ha previsto también la capacitación de una bióloga en prácticas de cultivo meristemático de yuca en el CIAT, con el fin de facilitar la introducción de nuevos materiales aminorando los riesgos de importar plagas y enfermedades foráneas.

Materiales promisorios

De 1976 a la fecha se han introducido 10 variedades y 11 híbridos del CIAT (Cuadro 1). Estos materiales fueron multiplicados por medio del sistema acelerado de retoños, se evaluaron primero en la Estación Experimental de Yuca "Acul du Nord" y posteriormente en fincas de agricultores. De acuerdo con su buen rendimiento y con otras características agronómicas se están multiplicando actualmente cinco introducciones del CIAT, a saber: CMC-40, MCol 1684, CM 321-188, CM 232-375 y CM 342-55. Este trabajo fue realizado por técnicos del organismo de desarrollo del norte (ODN) quienes han hecho investigación aplicada a las condiciones de Haití.

Los extensionistas del ODN han difundido la nueva tecnología y las variedades adoptadas mediante pruebas regionales y campos de demostración.

Cuadro 1. Materiales promisorios introducidos del CIAT, Colombia, en forma de estacas en 1976, 1978 y 1979.

	Año		
	1976	1978	1979
Material promisorio	CMC-40	MMex 59	CM 326-407
	CMC-76	MPan 70	CM 340-30
	CMC-84	MVen 170	CM 342-55
	MCol 22	CM 305-41	CM 344-27
	MCoJ 113	CM 309-211	CM 440-5
	MMex 17	CM 323-375	CM 489-1

La tecnología mencionada se basó fundamentalmente en: a) selección de estacas, b) siembra en caballones, c) población de 10,000 plantas por hectárea (a 1 m x 1 m) sembrando una estaca por sitio, y d) control oportuno de las malezas.

Liberación de variedades

En el Cuadro 2 aparecen los resultados de varios años de pruebas de evaluación realizadas principalmente en fincas de agricultores en el norte del país, y en el Cuadro 3 los rendimientos correspondientes, en número de tortas de casabe por hectárea. Estos resultados condujeron a la actual multiplicación, para su liberación futura, de las variedades CMC-40 y MCol-1684.

Cuadro 2. Resultados de los ensayos de evaluación de yuca en Haití.

Línea o variedad	Rendimiento (t/ha)
CMC-40	30.1 (4)*
MCol 1684	24.7 (2)
Madame François (local)	23.5 (3)
CM 323-375	20.1 (5)
CM 321-188	16.5 (2)
CM 342-55	15.4 (3)

* Las cifras en paréntesis indican el número de ciclos de prueba.

La variedad CMC-40 ha sido nombrada como Madame Jacques. Esta variedad se ha comportado muy bien en la obtención de tortas de casabe, principal forma de utilización de la yuca para alimentación humana en la isla. Como se aprecia en el Cuadro 3, el número de tortas de casabe

obtenidas de 16.5 t/ha es casi igual al de MCol-1684 y al de la variedad local Madame François, carácter que la ha hecho bastante apetecida por los agricultores. Al igual que en Cuba y en República Dominicana, la variedad CMC-40 puede cosecharse en Haití entre los 7 y 9 meses de edad.

Cuadro 3. Evaluación de materiales de yuca según la producción de tortas de casabe por hectárea.

Línea o variedad	Rendimiento	
	t/ha	Tortas por hectárea
MCol 1684	21,3	4244 (4244)*
CMC-40	16,5	3183 (4108)
Madame François (local)	11,8	2163 (3904)
CM 342-55	10,3	1428 (2953)

* Según el rendimiento de raíces de MCol 1684.

Impacto de la capacitación

Haití es un ejemplo claro de lo que se puede hacer con un escaso recurso humano, siempre que exista una voluntad decidida de hacer las cosas. Aunque ha sido indispensable la ayuda suministrada por el ODN, es necesaria, sin embargo, la tutela general del Ministerio de Agricultura para que estos trabajos conserven una continuidad efectiva. El éxito alcanzado hasta ahora exige cada día más esfuerzo investigativo, si se espera poder mantenerlo. Dos variedades prácticamente liberadas es un hecho importante, sobre todo si ha sido obtenido con el escaso recurso humano disponible.

Tampoco se debe pasar por alto el hecho de que el pueblo haitiano tiene una tradición yuquera, y en consecuencia, cualquier cambio sencillo y barato que introduzca la nueva tecnología de producción tiene gran probabilidad de ser ensayado y adaptado poco a poco.

El agricultor haitiano se está dando cuenta de que las variedades locales no dan el rendimiento esperado, aunque el manejo cultural que aquéllas reciben parece adecuado. Este factor influyó tal vez en que la variedad CMC-40 fuera tan rápidamente aceptada. Sin embargo, para que esta tecnología y las nuevas variedades puedan cumplir con sus objetivos, es necesario que el país capacite los técnicos necesarios para desarrollar un programa de investigación y a la vez, los técnicos extensionistas encargados de que el efecto multiplicador de esa investigación sea mayor.

Bibliografía

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1978-1982 Programa de Yuca. informe anual. Cali, Colombia.

AVANCES DEL PROGRAMA DE YUCA EN MEXICO

Asunción Méndez Rodríguez

Líder, Programa de Yuca, C.A.E. Huimanguillo, INIA — SARH

Resumen

Desde 1967 se han realizado en México trabajos de investigación sobre el cultivo de la yuca en forma aislada, enfocados básicamente a la observación y evaluación de variedades de yuca por su valor como hortaliza.

Antes de iniciarse, en 1977, el Programa de Yuca como tal, se sembraban en todo el país aproximadamente unas 2000 ha; actualmente, esta superficie se ha duplicado gracias a los esfuerzos del programa y a los servicios de fomento del Banco Rural. México cuenta con una colección de 256 materiales, de los cuales 110 son mexicanos y 146 son introducciones. Durante la evaluación de materiales seleccionados en pruebas regiona-

les hechas en varias fincas de agricultores en la región de Huimanguillo, se han destacado cuatro variedades de las cuales han sido liberadas dos: la MMex-59, como "Costeña", y MPan-51, como "Sabanera". Este resultado representa el esfuerzo conjunto de un grupo de profesionales jóvenes que formaron un equipo multidisciplinario después de su capacitación en el CIAT.

Introducción

Aunque este país se considera como centro de origen de la yuca, el uso de esta raíz se ha limitado a ciertas regiones que la consumen como hortaliza. En los últimos años la población ha aumentado sin que se haya presentado el correlativo aumento de la producción agrícola; desde 1970 por tanto, se empezó a sentir el problema de abastecimiento de granos básicos, principalmente del maíz que constituye la base de la dieta del mexicano.

Actualmente, la producción pecuaria utiliza un 70% del maíz en alimentos concentrados, lo que supone la importación de 3 millones de toneladas de este cereal al año. Además de propiciar una gran fuga de divisas esta importación desequilibra mucho los precios.

En 1977 se inició el Programa de Yuca en México con el fin de sustituir el maíz y el sorgo por la yuca en los alimentos balanceados destinados principalmente a cerdos. Este programa se estableció en una extensa región de suelos ácidos e infértiles —y por ello subutilizados— del país, situada en Huimanguillo, Tabasco, que constituyen una reserva de más de medio millón de hectáreas donde los cultivos tradicionales como el maíz y el frijol no se adaptan bien.

Condiciones edafoclimáticas

México, con una superficie de 1,958,201 km² y una población de 70 millones de habitantes, se extiende de los 14°31' a los 32°16' de latitud norte y de los 86°11' a los 117°4' de longitud oeste, de modo que este país tiene la mitad de su territorio en la zona tórrida, donde principalmente se siembra la yuca (18° de latitud norte).

La yuca se siembra en pequeñas parcelas sin mayores cuidados, en los estados de Veracruz y Chiapas, y en explotaciones comerciales, en el estado de Tabasco aplicando una tecnología mejorada. A este cultivo no se da riego, porque se siembra al final de las lluvias que, en las regiones antes mencionadas, se presentan generalmente en junio y se prolongan hasta diciembre. El promedio de lluvias varía entre 1500 y 3000 mm por año en las regiones donde actualmente se siembra yuca.

El promedio de temperatura varía de un mínimo de 20°C a un máximo de 30°C. Se ha podido constatar que en la región de Tabasco la mejor época de siembra está entre noviembre y enero, o sea, al final de las lluvias, lo cual facilita además la siembra asociada del frijol.

Banco de germoplasma

En 1970 el Ing. Efraín Hernández y el Dr. Víctor Manuel Patiño llevaron a cabo una colección de germoplasma del género *Manihot* en las regiones

sur y sureste de México, incluyendo los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Morelos, Guerrero, Michoacán y Quintana Roo. En un esfuerzo conjunto del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Cali, Colombia, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y del Departamento de Horticultura del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de México (INIA), se reunió una colección de 68 cultivares de yuca y ocho especies silvestres de *Manihot*.

El material recolectado fue dividido en dos lotes, quedando uno en el Campo Agrícola Experimental Cotaxtla y el otro en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, ambos del INIA; del último campo agrícola esta colección fue llevada al CIAT.

En 1974, una réplica de esta colección se trasladó al Campo Agrícola Experimental Uxmal en el estado de Yucatán en donde se le agregaron tanto algunas variedades introducidas del CIAT, como una nueva recolección hecha posteriormente en 1977 por Magali García y Noé Garcidueñas que comprendía 78 clones de yuca, también de las regiones Sur y Sureste de México (estados de Yucatán, Chiapas, Quintana Roo, Morelos y Michoacán). Estos tres aportes constituyeron, con 256 cultivares, el mayor banco de germoplasma de yuca en México.

En 1977 este banco se trasladó a Huimanguillo, Tabasco, sede del Programa Nacional de Yuca, en donde continuó su evaluación y caracterización, principalmente en condiciones de suelos ácidos con vegetación de sabana. El origen de las variedades evaluadas aparece en el Cuadro 1; las variedades introducidas en México provienen del banco de germoplasma de yuca del CIAT.

Cuadro 1. Origen de las variedades e híbridos de yuca existentes en el Campo Agrícola Experimental Huimanguillo.

País de origen	Materiales de yuca (no.)
México	146
Colombia (híbridos del CIAT)	66
Costa Rica	17
Venezuela	10
Brasil	5
Ecuador	5
Panamá	5
Cuba	2
Total	256

Evaluación de los materiales de yuca

Los trabajos que se han realizado con estos cultivares consisten básicamente en evaluar la adaptación de cada una de las variedades del banco de germoplasma y en caracterizarlas. Los principales parámetros para evaluar buena adaptación son:

- a) Alto rendimiento.
- b) Resistencia a plagas y enfermedades.
- c) Alto contenido de materia seca.
- d) Bajo contenido de HCN.

La caracterización individual de la colección emplea 23 descriptores* principales (ver cuadro sombreado, pág. 49). Los resultados obtenidos indican que existe una gran variabilidad entre los cultivares: materiales con alto rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades, entre los que sobresalen el híbrido SG-596-C-59-12, y las variedades Guaxupe, MPan 51 y MMex 59 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variedades e híbridos de yuca sobresalientes en condiciones de suelos ácidos con vegetación de sabana, en México.

Variedad	Características evaluadas ¹				Rend. (t/ha)
	B	C	S	T	
SG-596-C-59-12					36.6
Guaxupe				X	36.0
MPan 51	X		X	X	33.3
MMex 59		X			33.0

¹ B = resistente al tizón bacteriano; S = resistente al superalargamiento, C = resistente a *Cercospora*, T = resistente a trips; Rend = rendimiento

Se llevan a cabo además, pruebas regionales de rendimiento con el fin de evaluar la adaptación de las variedades seleccionadas a diversas zonas edáficas del país. Para estas pruebas se han seleccionado 16 cultivares de yuca considerados como "promisorios" en los ensayos de rendimiento y evaluación del banco de germoplasma —realizados anteriormente por el CIAT y el INIA— ya que en un principio no existía una caracterización completa de los cultivares de yuca del banco.

La evaluación se llevó a cabo en tres sitios del estado de Tabasco, durante un período de tres años, y sobresalieron por su alto nivel, su potencial de rendimiento y su relativa estabilidad, las siguientes variedades: MMex 59, ITU, CMC-40, MMex 60 y MVen 218 (Cuadro 3).

* Descriptor = variable o característica de un conjunto de registros (N. del E.).

Cuadro 3. Rendimiento, en promedio, de cinco variedades sobresalientes de yuca en tres sitios del estado de Tabasco, México.

	Rendimiento (t/ha)			Promedio
	Suelos ácidos	Suelos no ácidos		
	"La Victoria"	"El Arce"	"Centla"	
MMex 59	14.5	24.6	48.1	29.07
ITU	15.4	15.8	38.1	23.10
MMex 60	12.3	11.9	45.7	23.30
CMC 40	9.6	12.3	33.2	18.37
MVen 218	17.7	10.3	25.4	17.80
Criolla Regional	9.2	12.8	25.6	15.87

Importancia de los materiales seleccionados

Como resultado de las evaluaciones y pruebas regionales se ha logrado identificar dos variedades de yuca, MPan 51 y MMex 59, que han sobresalido significativamente en cuanto a estabilidad en su rendimiento y en su resistencia a las principales plagas y enfermedades de la región (Cuadro 4) que son los trips (*Frankliniella cephalica* y *Caliotrips* sp.) y el tizón bacteriano (*Xanthomonas campestris*). Estas variedades fueron liberadas por el INIA y entregadas a los productores por el Presidente de la República en Diciembre de 1981, como las primeras variedades de yuca recomendadas para ser usadas a nivel comercial tanto en condiciones de suelos ácidos con vegetación de sabana, como de suelos aluviales no ácidos de la costa. Sus nombres son: Sabanera (MPan 51) y Costeña (MMex 59).

Cuadro 4. Principales características agronómicas de las variedades de yuca Costeña y Sabanera.

Característica	Variedades	
	Costeña	Sabanera
Rendimiento, t/ha	33.0	33.3
Reacción a:		
● Tizón bacteriano	Tolerante	Resistente
● Superalargamiento	Tolerante	Tolerante
● Mancha café de la hoja	Resistente	Tolerante
● Trips	Tolerante	Resistente

Distribución de nuevas variedades a los agricultores

Debido a la reducida cantidad de material vegetativo que había de las variedades Costeña y Sabanera, fue necesario implementar un proyecto de multiplicación de esas variedades para entregar material a los agricultores de la región.

El proceso de multiplicación empleado —propagación rápida con estacas de dos yemas— se desarrolló con el apoyo de un técnico capacitado en esa especialidad en el CIAT, en enero de 1980. El área de propagación rápida cuenta con 239 cámaras de “brotación”¹ y 20 cámaras de enraizamiento en las que actualmente se obtienen 40,000 plántulas mensuales; se espera producir este año un total de 70,000 plántulas mensuales aproximadamente, para plantar con ellas un total de 70 ha. Puesto que las plántulas necesitan cuidados especiales durante su establecimiento, nunca se han entregado directamente a los agricultores; el INIA, que se ha hecho responsable del éxito de su siembra, entrega el material vegetativo cuando ha alcanzado su madurez (10-12 meses).

En esta primera fase, el material vegetativo se distribuye en forma gratuita, comprometiéndose los agricultores a devolver del 50 al 75% del que produzcan para entregarlo a aquellos agricultores que lo soliciten, una manera de multiplicar las variedades mejoradas. Este proceso de propagación del material vegetativo se inició en 1981 en dos localidades —Huimanguillo, Tabasco, y Villa Isla, Veracruz— de 180 y 50 ha, respectivamente.

Se han multiplicado además otros materiales como ITU, CMC-40 y el híbrido 309-165, con el fin de disponer de variedades que se puedan recomendar en diferentes áreas ecológicas. No hay tampoco proyectos para la certificación de “semilla” en México; sin embargo, se procura que el material entregado a los agricultores sea de la mejor calidad posible y esté libre de plagas y enfermedades.

Profesionales capacitados en el CIAT

El CIAT ha participado intensamente en el desarrollo del Programa de Yuca de México, tanto en la capacitación del personal técnico, como en la elaboración de la ruta crítica de los proyectos de investigación. De 1975 a la fecha se han capacitado 20 técnicos mexicanos en diferentes áreas del cultivo, de los cuales solamente 14 han trabajado dentro del programa después de su capacitación. Actualmente, la mayoría no pertenece al Programa de Yuca del INIA, pero trabajan con yuca en otras instituciones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) o participan en programas de producción a nivel estatal; dos de ellos adelantan sus

¹ Brotación = emisión de brotes o yemas (N. del E.)

estudios para maestría y doctorado. Asimismo, un grupo de 25 técnicos mexicanos de diferentes regiones del país recibieron capacitación por parte del grupo interdisciplinario del Programa de Yuca de México, apoyados por el personal científico del CIAT. Ese grupo ha colaborado en la difusión de las técnicas de producción del cultivo de la yuca, así como en el establecimiento de pruebas regionales de rendimiento de los materiales promisorios en diferentes zonas del país.

Tecnología de producción de la yuca en México

El paquete tecnológico de producción está compuesto fundamentalmente por variedades mejoradas y por prácticas agronómicas adecuadas incluyendo la fertilización.

Variedades. Se ha podido comprobar ampliamente que en la región de suelos ácidos e infértiles de la sabana de Huimanguillo, estado de Tabasco, las variedades seleccionadas han sido uno de los factores más importantes en el aumento de la productividad del cultivo, si se compara éste con el de la variedad Criolla (Cuadro 3).

Preparación del suelo. Se ha observado un buen desarrollo del cultivo cuando se hace una arada y dos pases de rastrillo, operación que asegura también un buen control de malezas.

Época de siembra. Con el fin de evitar o disminuir la incidencia de enfermedades foliares principalmente, la mejor época de siembra debe ser a fines de la temporada de lluvias, que en Tabasco se extiende de noviembre a enero del año siguiente. Como los agricultores siembran la yuca con frijol caupí, especialmente, esa época permite también la siembra del cultivo asociado sin mayores problemas.

Selección y tratamiento de las estacas. Estacas sanas de 20 cm se sumergen durante 15 minutos en una suspensión de 1.25 g de terramicina agrícola, 1.25 g de maneb, 1.25 g de captafol y 1 cc de malatión, por litro de agua. El tratamiento con esta mezcla ha dado como resultado una brotación y un desarrollo inicial buenos.

Posición de la estaca. En el suelo de sabana de Tabasco la posición de siembra de la estaca, inclinada u horizontal, no afecta el rendimiento. Sin embargo en la siembra con estaca horizontal la distribución de las raíces es muy dispareja, lo que dificulta la cosecha.

Población. La densidad óptima de población para estos suelos fluctúa entre 15,000 y 20,000 plantas/ha para la variedad Criolla, y es de 12,500 plantas/ha para las variedades Sabanera y Costeña. En monocultivo, la

distancia entre surcos es de 1 m y cuando se intercala con leguminosas de grano es de 1.20 m. La densidad de siembra del caupí asociado es de 80,000 plantas/ha, distribuidas en dos hileras entre los surcos de yuca.

Fertilización. Los suelos de la región son pobres. Las fórmulas de fertilización que han dado mejor resultado son 60-120-90 para la yuca y 30-90-00 para el caupí. El fertilizante se aplica en banda a los 30 días, tanto a la yuca como al frijol. Como fuentes de fertilización se usan urea, superfosfato triple y cloruro de potasio; se han obtenido también buenos resultados con la roca fosfórica de Baja California, que es tan eficiente como los superfosfatos (triple o simple) pero con una ventaja adicional: menor costo y mayor poder residual. Como en estos suelos la deficiencia de zinc es muy común, se aplican 10 kg/ha de sulfato de zinc.

Control de malezas. Cuando la yuca se siembra en monocultivo se requieren de 2 a 3 desyerbas durante los cuatro primeros meses, pero sólo dos cuando se siembra intercalada con caupí.

Producción de yuca en México

Los progresos obtenidos por el INIA y el apoyo prestado por el Programa de Yuca del CIAT durante cuatro años de investigación sobre este cultivo, han persuadido al Gobierno Federal de las promisorias perspectivas que tiene la yuca en México, como fuente de carbohidratos, para suplir la demanda insatisfecha de granos que padece el país. Con el propósito de coordinar las unidades de investigación, producción y procesamiento de yuca a nivel comercial, así como de promover el consumo de la yuca, tanto en la alimentación humana como en la animal, se creó la Comisión Interinstitucional de Apoyo al Programa Nacional de Yuca, integrada por las siguientes instituciones: Sistema Alimentario Mexicano (SAM), Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal (DGDUT), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Alimentos Balanceados de México (ALBAMEX), Programa de Desarrollo Integrado del Trópico Húmedo (PRODERITH), el Banco Rural (BANRURAL) y el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP).

Esta comisión ha logrado que la banca oficial (BANRURAL) abra una línea de crédito para el cultivo de la yuca y ofrezca a los agricultores el financiamiento necesario para su explotación. También logró que el Gobierno Federal considerara a la yuca como cultivo agrícola básico; en consecuencia, los agricultores yuqueros reciben los beneficios de los estímulos fiscales para el fomento del sector agropecuario en lo referente a producción, distribución y comercialización de sus productos. Además, la DGUT, integrante de esa comisión, ha elaborado un anteproyecto para la propagación del cultivo de la yuca en las regiones tropicales de México en

donde pretende sembrar aproximadamente, 200,000 ha en los estados con mayor potencial de producción, durante un período de siete años (Cuadro 5).

Por otra parte, en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán se está promoviendo el establecimiento de módulos de producción de yuca y de engorde de cerdos para estimular así el uso de la yuca como recurso alimenticio.

Cuadro 5. Anteproyecto de propagación y aprovechamiento de la yuca para el período 1982-1988.

Año	Área de siembra (ha)
1982	1,000
1983	6,000
1984	20,000
1985	50,000
1986	100,000
1987	157,000
1988	200,000

Fuente: Contreras, J. 1982

Secamiento de la yuca

Para estudiar la posibilidad de secar la yuca en las condiciones de Tabasco y particularmente en la región de Huimanguillo, se construyó una picadora de yuca de tipo malasio inspirada en los diseños del Instituto para Productos Tropicales (TPI) con sede en Londres. Con este prototipo se obtienen trozos de yuca de (0.5 x 0.5 x 6.0) cm que disminuyen el tiempo de secado hasta en un 50% en comparación con otras máquinas que se usaban tradicionalmente en esa región.

Se ha practicado el secado en patios con piso de cemento y también en bandejas inclinadas. Como se aprecia en el Cuadro 6, los resultados obtenidos indican que el secamiento en bandejas con fondo de malla de alambre es más efectivo en relación con la velocidad de secamiento (Cuadro 6). El patio de cemento soporta 5 kg de yuca por m² y las bandejas, 10 kg/m².

Utilización de la yuca

Se ha evaluado el valor alimenticio de la yuca en forma de yuca fresca, de harina de yuca y como yuca ensilada para cerdos en crecimiento y terminado.

Cuadro 6. Secamiento de la yuca usando energía solar en Tabasco, México.

Horas de sol	Humedad de la yuca (%)		
	Piso de cemento	Bandejas inclinadas	Bandejas cubiertas
0.0	62.3	62.3	62.3
2.0	50.6	46.3	52.5
4.0	38.3	37.3	40.0
5.0	32.0	31.5	39.1
7.0	26.8	25.9	32.1
9.0	13.7	15.9	20.7
10.0	11.7	13.7	14.1

Harina de yuca. Este producto puede sustituir al sorgo y al maíz en las raciones balanceadas; no se encontró diferencia, con respecto a esos granos, en los parámetros de producción porcina ni en la calidad de la carne en canal, tal como se aprecia en el Cuadro 7.

Yuca fresca. Tanto la yuca fresca como la yuca seca en forma de harina se pueden usar como única fuente de energía en el engorde de cerdos, siempre que sean suplementados con un concentrado proteínico. Los resultados obtenidos comparando la yuca con un alimento balanceado comercial, son semejantes (Cuadro 8).

Yuca ensilada. Los resultados experimentales indican que la raíz de yuca ensilada, sola o con melaza, alimenta bien los cerdos si está suplementada con un concentrado rico en proteína (Cuadro 9).

Los resultados anteriores indican que la yuca utilizada en diferentes formas ofrece una buena oportunidad para alimentar cerdos, ahorrando divisas al país.

Cuadro 7. Comportamiento de cerdos alimentados con diferentes niveles de harina de yuca en México.

Parámetro de producción	Testigo a base de sorgo	Harina de yuca en la dieta en porcentaje de:			
		25	50	75	100
Ganancia diaria (kg)	0.65	0.63	0.65	0.65	0.62
Eficiencia alimenticia (%)	3.91	4.17	3.95	3.97	4.16
Rendimiento en canal (%)	74.40	74.80	75.80	75.60	75.00
Grosor capa de grasa (cm)	2.89	3.27	2.52	2.53	2.75

Cuadro 8. Utilización de yuca fresca (YF) y seca (YS) más suplemento proteínico comercial (SP) en el engorde de cerdos en México.

Parámetro de producción ¹	Testigo (concentrado comercial)	YF + SP	YS + SP	YS + SP	YF + SP
		a voluntad	controlados	a voluntad	controlados
Ganancia diaria (kg)	0.73	0.71	0.71	0.68	0.70
Consumo del testigo (kg)	2.62	-	-	-	-
Consumo yuca fresca o seca (kg)		3.93	4.25	1.47	1.56
Consumo proteína (kg)		1.06	0.84	1.04	0.85

¹ Los consumos son promedios.

Cuadro 9. Comportamiento de cerdos alimentados con ensilaje de raíces de yuca, en México.

Parámetro de producción	Testigo (sorgo + soya)	Ensilaje solo	Ensilaje + Melaza ¹		
			E = 90% M = 10%	E = 80% M = 20%	E = 70% M = 30%
Ganancia diaria (kg)	0.68	0.71	0.66	0.69	0.69
Eficiencia alimenticia (%)	3.41	3.37	3.61	3.63	4.17

¹ E = ensilaje; M = melaza.

Intercambio y evaluación de germoplasma de yuca

Se han estudiado los siguientes proyectos:

1. Todos los materiales de yuca existentes en los campos agrícolas experimentales del INIA se concentrarán en el Campo Agrícola Experimental Cotaxtla (CAECOT), que ha sido designado como sede del Banco de Germoplasma de Yuca en México. CAECOT levantará la infraestructura necesaria por estar en condiciones de recibir y enviar germoplasma de yuca por medio de cultivos *in vitro* de meristemas.

2. Recolectar el germoplasma nativo de yuca en las regiones no exploradas aún en México, como son la costa del Pacífico, la Sierra Lacandona de Chiapas, la parte norte de Veracruz y de San Luis Potosí, así como el sur de Tamaulipas.

3. Introducir variedades promisorias obtenidas por el CIAT en diferentes ecosistemas de Colombia.

**Principales características evaluadas en los materiales
del Banco de Germoplasma**

1. Fecha de siembra
2. Porcentaje de "brotación"
3. Porcentaje de establecimiento
4. Hábito de crecimiento
5. Edad a la primera y a la segunda ramificación
6. Altura de la planta
7. Cobertura del follaje
8. Conservación del área foliar
9. Longitud y color del pecíolo
10. Tamaño, forma, y color de la hoja
11. Color del tallo
12. Fecha de floración
13. Reacción a las plagas
14. Reacción a las enfermedades
15. Número de raíces y su tamaño por planta, en promedio
16. Forma y color de las raíces
17. Rendimiento por cultivar, en promedio
18. Peso de tallos y hojas
19. Porcentaje de materia seca (MS)
20. Contenido de HCN
21. Porcentaje de almidón
22. "Percibilidad" de la raíz
23. Calidad culinaria de la raíz

Bibliografía

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1976-1982. Informe de viaje a México. Cali, Colombia.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). 1981. Sabanera y Costeña, dos nuevas variedades de yuca para el trópico de México. Folleto técnico no. 1. Huimanguillo, Tabasco, México. 9 p.
- . 1980. Memorias del primer curso de capacitación en producción de la yuca. Huimanguillo, Tabasco, México. 157 p.
- . 1981. Resumen y avance de resultados del Programa de Yuca. Huimanguillo, Tabasco, México. 15 p.
- Méndez R., Asunción. 1981. Sustitución del sorgo por harina de yuca en cerdos. Agricultura Técnica en México.

PROGRAMA DE YUCA EN PARAGUAY: COMIENZO Y DESARROLLO

Luis Alberto Cáceres

Téc. Investig., Instituto Agronómico Nacional Caacupé, Paraguay

Resumen

El cultivo de la yuca, más comúnmente conocida como mandioca en Paraguay, data de la época de los aborígenes guaraníes; la parte nororiental del país es uno de los centros de origen de esta importante especie.

La yuca es cultivada tradicionalmente por pequeños y medianos agricultores que constituyen la mayor parte de la población y la consumen directamente como complemento de su dieta. También se procesa a nivel doméstico para la obtención de almidón que se utiliza en la preparación de diversos productos comestibles y de uso industrial. Generalmente, se siembran alrededor de 190,000 ha al año, ocupando la yuca el cuarto lugar

(12%) entre los cultivos temporales. La yuca se siembra en más de 160,000 fincas, que representan el 70% de las explotaciones agrícolas, y el valor bruto de su producción fue, en 1979, de 16,179 millones de guaraníes a nivel de productor, equivalente a un poco más de 104 millones de dólares al cambio actual. Por su destacado papel económico, social e histórico, la yuca ha sido uno de los principales cultivos del Paraguay.

Aunque en el país hay una gran cantidad de variedades, se han coleccionado solamente 43. Se están recolectando más variedades para aumentar la colección con ayuda de la FAO, por intermedio de la Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR).

El programa cuenta con dos de los tres técnicos capacitados por el CIAT en producción de yuca. Se adelantan varios experimentos sobre prácticas agronómicas así como dos pruebas regionales con las diez variedades más comunes entre los agricultores del país. Una de las pruebas está ubicada en Caacupé y la otra en Choré. Aunque el esfuerzo investigativo hecho en yuca es reciente —los dos técnicos ya mencionados recibieron capacitación durante 1981— lo que se ha logrado hasta la fecha es, sin embargo, considerable.

Introducción

La yuca, conocida como mandioca en el Paraguay, data de la época de los aborígenes guaraníes y se cree que la región nororiental del país constituye uno de sus principales centros de origen.

En Paraguay se cultivan muchas variedades de yuca con características de alto rendimiento y buena calidad que se destinan generalmente a la alimentación humana. Se estima que hay en el país más de 200 variedades nativas, pero la colección actual cuenta solamente con 43 materiales.

Dos profesionales, los ingenieros agrónomos Cirilo Centurión y Manuel Mayeregger, hicieron avanzar notoriamente el cultivo de la yuca no obstante estar asignados a otros cultivos. Dos técnicos, Mario Sanabria Leguizamón, con sede en Choré, y Luis Alberto Cáceres, en Caacupé, fueron dedicados exclusivamente a trabajar con yuca, determinación que parece reflejar el interés del gobierno por este cultivo en los últimos años.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería ha iniciado gestiones con el fin de instalar una fábrica para la obtención de almidón y afrecho de yuca, con capacidad para procesar unas 36,000 toneladas de raíces al año; con un promedio de 23% de almidón en la raíz, la fábrica produciría unas 8280 toneladas anuales de almidón y 1800 toneladas de afrecho que puede ser utilizado en la fabricación de alimentos concentrados para animales. Este proyecto ocuparía alrededor de 1500 ha que podrían beneficiar a unas 1000 familias de agricultores.

Condiciones edafoclimáticas

Paraguay tiene una superficie de 406,752 km² y una población aproximada de 3 millones de habitantes. Es un país mediterráneo situado a 1448 km del Océano Atlántico y se extiende desde los 19°10' a los 27°0' de latitud sur, y de los 54°16' a los 62°42' de longitud oeste.

El río Paraguay corta el país en dos zonas muy diferentes. La oriental forma un plano suavemente ondulado de suelos fértiles, la occidental es la gran llanura del Chaco, de suelos pobres. La tercera parte del país está situada en la zona tórrida y el resto en la zona templada. El verano, de diciembre a febrero, suele ser muy caluroso, con una temperatura media de 27°C. En el invierno, de junio a agosto, la temperatura media es de 17°C.

La época lluviosa se inicia en octubre y se prolonga hasta abril con un promedio anual de 1800 mm en la región oriental, donde llueve más que en la occidental. Es común la ocurrencia de heladas en los meses de junio y julio, fenómeno que impone ciertas prácticas agronómicas en el cultivo de la yuca.

Estado actual del cultivo

La yuca es un rubro agrícola tradicionalmente cultivado por pequeños y medianos agricultores que la consumen directamente y también la elaboran para obtener almidón utilizado en la preparación de alimentos como el "chipá"

Durante la campaña agrícola 1979-80 se sembraron alrededor de 135,700 hectáreas que, con un rendimiento promedio de 14.9 t/ha, representan una producción de 2,021,930 t equivalentes a una producción per capita de 673 kg (Cuadro 1). La yuca se siembra en más de 160,000 fincas, que representan el 70% de las explotaciones agrícolas, y ocupa el cuarto lugar entre los cultivos temporales, es decir, representa un 12% del sector agrícola.

Cuadro 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción de mandioca correspondiente a las campañas agrícolas 1978-79 a 1979-80.

Dpto	Campaña agrícola					
	1978-1979			1979-1980		
	Area (ha x 10 ³)	Producción (t x 10 ³)	Rendimiento (t/ha)	Area (ha x 10 ³)	Producción (t x 10 ³)	Rendimiento ¹ (t/ha)
Concepción	8.3	173.2	20.9	8.9	186.3	20.9
San Pedro	10.5	185.5	17.7	11.3	199.6	17.7
Cordillera	11.5	116.8	10.2	12.3	125.6	10.2
Guairá	10.5	151.1	14.4	11.3	162.5	14.4
Cuaguazú	17.0	364.3	21.4	18.3	391.9	21.4
Caazapá	7.1	100.1	14.1	7.6	107.7	14.2
Itapúa	14.8	213.3	14.4	15.9	229.5	14.4
Misiones	4.2	35.4	8.4	4.5	38.1	8.5
Paraguari	16.9	213.8	12.6	18.1	230.0	12.7
Alto Paraná	8.2	126.4	15.4	8.8	136.0	15.5
Central	7.4	16.0	2.2	7.9	17.2	2.2
Ñembuquí	3.9	12.6	3.2	4.2	13.5	3.2
Amambay	3.0	95.3	31.7	3.2	102.5	32.0
Canendiyú	2.6	81.4	31.3	2.8	87.6	31.3
Chaco	0.5	2.8	5.6	0.6	3.0	5.0
PARAGUAY	126.4	1,888.0	14.9	135.7	2,031.0	14.9

¹ Equipo de elaboración del proyecto, 1981, MAG.

Fuente: Encuesta agropecuaria por muestreo, 1979, MAG.

El agricultor siembra generalmente estacas cortas —sin hacer ninguna selección visual respecto a sanidad o vigor de la estaca— en poblaciones de

10,000 a 15,000 plantas/ha, siendo más usual la primera en las asociaciones con maíz y frijol. En la asociación maíz-yuca, ésta se siembra cuando el maíz está seco y en la asociación yuca-frijol ambos cultivos se siembran al tiempo. El control de malezas se hace manualmente, con azadón, utilizando por lo general, la mano de obra familiar.

La plaga más importante es tal vez la mosca del cogollo (*Silba pendula*) que molesta esporádicamente los cultivos. Aunque las condiciones climáticas del país propician el desarrollo de la bacteriosis, la incidencia de esta enfermedad no representa un problema grave debido a que la mayor parte de las variedades sembradas por los agricultores son aparentemente tolerantes.

La yuca se siembra en todo el país (Cuadro 1) y la superficie total cosechada ha experimentado un ligero aumento a través de los años analizados, fenómeno que obedece al incremento de la demanda como consecuencia del aumento de la población. Los principales centros de producción de yuca, en orden de importancia, son los departamentos de Caaguazú, Paraguari, Itapúa, Cordillera, San Pedro, Guairá, Concepción y Alto Paraná.

Los mayores rendimientos en promedio, se han obtenido en los departamentos de Amabay, Canendiyú, Caaguazú y Concepción, donde prevalecen las condiciones más favorables para la producción de yuca. Estos datos indican que el aumento de la producción está limitado solamente por la falta de fuentes de consumo de la yuca.

Capacitación e investigación en yuca

En años anteriores, los ingenieros Centurión y Mayeregger hicieron algunos ensayos comparativos de variedades, mantuvieron un banco de germoplasma con las variedades más usadas y adelantaron algunas pruebas de fertilización. Este trabajo fue hecho por interés personal porque han estado siempre asignados a cultivos de algodón y girasol, principalmente.

Desde 1973 el CIAT ha ofrecido cooperar con la investigación en yuca pero sólo en 1980 se despertó un verdadero interés por ese trabajo. Prueba de ello fue la capacitación, en 1981, de los ingenieros agrónomos Mario Sanabria Leguizamón, en cultivo de tejidos meristemáticos, y Luis Alberto Cáceres Alvarez, en producción de yuca; este último permaneció cuatro meses en el CIAT especializándose en las nuevas prácticas agronómicas de producción. Estos dos profesionales, asignados de tiempo completo a yuca, son el primer paso firme hacia el establecimiento y desarrollo de un programa de yuca como tal, que atienda la futura demanda y otras necesidades de los agricultores. Labores recientes, resultados parciales y algunas proyecciones de ese trabajo se analizan a continuación.

Germoplasma

Siendo Paraguay uno de los principales centros de origen de la yuca, se cree que la variabilidad genética existente justifica su recolección. Gracias a la colaboración de la IBPGR, dependencia de la FAO, se está reuniendo una colección que puede tener más de 200 variedades. Desde el punto de vista de los recursos genéticos de yuca, este país posee un germoplasma adaptado a condiciones muy especiales: inviernos muy fríos y veranos muy calientes.

La colección está a cargo de los ingenieros Cáceres y Sanabria quienes han recibido la asesoría del Dr. Victor Manuel Patiño, botánico colombiano, consultor de la FAO. Se sembrará la colección en la Estación Experimental del Instituto Agronómico Nacional Caacupé, en Caacupé, y una réplica en Choré. Por medio de la técnica del cultivo *in vitro* de tejidos meristemáticos la colección será llevada al CIAT, y de igual manera se introducirá material promisorio del CIAT al Paraguay con el fin de enriquecer recursos genéticos del país. En el Cuadro 2 aparecen las variedades nacionales cultivadas, según su tiempo de aprovechamiento.

Cuadro 2. Variedades nativas de yuca más cultivadas en Paraguay, según su precocidad.

Precoces ¹	Medianas ²	Tardías ³	Sin determinar ⁴
Concepción ⁴	Say-yú	Canó ⁴	Castillo
Caró	Bertoni	Mandió-Ró	Cerro
Chara Jovy	Clavel	Yeruti Guazú ⁴	Gabino
Jovy ⁴	Pytá	Tapoyoá-Jhú	Rubio
Mita-i	Yeruti-i ⁴	Tapoyoá-Moroti	Paraná
Paloma	Tacuará ⁴	Tapoyoá-Pytá	Guazupé
Quemei	San Quintín		Ñandú-Pysa
Pomberi ⁴	Canario ⁴		Zanja Rugúa
San Rafael ⁴	Verde Olivo		Mandió Azucá
Tacheje	San Blas		
Seda			
Toledo ⁴			
Yuí			
Yacaratiá			
Rebelde			
Dos de Mayo			
Pói			

¹ Se cosecha entre 7 y 9 meses de edad

² Se cosecha entre 9 y 15 meses de edad

³ Se cosecha de 15 meses de edad en adelante

⁴ Incluidas en las pruebas regionales.

Selección de variedades

La selección de variedades en Paraguay no se ha hecho siguiendo una metodología científica; han sido los propios agricultores, basados en sus observaciones, resultados y experiencias, quienes han seleccionado las mejores variedades para cada región del país.

Cuando la investigación en yuca cumpla siquiera 4 ó 5 años de funcionamiento, se espera disponer de un número considerable de variedades promisorias, seleccionadas en pruebas regionales. En la actualidad, si un agricultor solicita variedades con alto potencial de rendimiento o con características deseables —tales como adaptabilidad o precocidad— se le pueden obsequiar algunas estacas, cuando las hay suficientes.

Pruebas regionales

Hay dos pruebas regionales que incluyen las diez variedades más comúnmente usadas por los agricultores. Una de ellas está sembrada en Caacupé, región de suelos arcillosos rojos, ácidos y de bajo contenido de materia orgánica, y la otra en Choré, región de suelos arenosos profundos, fértiles y con alto contenido de materia orgánica. Esta última localidad está situada unos 300 km al norte de Asunción, en el Departamento de San Pedro. Las pruebas se sembraron según un diseño de parcelas divididas donde cada parcela recibía 36 plantas y las subparcelas, 18 plantas. Cada parcela tiene 25 m² y el ensayo consta de tres repeticiones.

En cada prueba se aplican dos tecnologías: una, la utilizada por el agricultor y la otra, la nueva o recomendada, que contiene básicamente tres componentes fundamentales: 1) selección visual de las estacas (longitud mínima, 20 cm); 2) tratamiento de las estacas con maneb (2,22 g por litro de agua durante 5 minutos); y 3) control oportuno de las malezas. En la prueba que simula las prácticas culturales del agricultor no se seleccionan ni se tratan las estacas.

En ningún caso se aplica riego o fertilizante ni se controlan las plagas o enfermedades; la población es de 10,000 plantas/ha sembrando las estacas en posición vertical en el plano y cosechando a los 12 meses de edad del cultivo.

Se pretende aumentar el número de pruebas regionales —al menos a cinco en todo el país— para cubrir más amplia y representativamente las principales áreas agroecológicas donde se siembra la yuca. Una vez conocidas las variedades sobresalientes en esas regiones se entregan a los agricultores más representativos conforme al siguiente esquema, apenas propuesto:

En forma escalonada, se atiende inicialmente a los agricultores con

mayor liderazgo en cada región, según indicaciones del Servicio de Extensión Agrícola, para que prueben dos o tres variedades comparándolas con sus variedades tradicionales. Si las variedades seleccionadas demuestran las bondades esperadas, se dará orientación a los agricultores para su gradual multiplicación y la consiguiente distribución a otros agricultores de la región. De esta manera, las variedades se exponen a pruebas más prolongadas antes de que lleguen a ocupar una superficie considerable en alguna zona.

Las variedades o líneas introducidas serán probadas también en una o dos de las principales zonas agroecológicas, en ensayos comparativos de rendimiento con las variedades ya probadas como testigos, y si igualan o superan a éstos, se incluyen en las pruebas regionales durante tres años siguiendo la metodología propuesta por el CIAT.

Mejoramiento varietal y certificación de semilla

Cuando se cuente con un fitomejorador capacitado en yuca se espera poder realizar los siguientes proyectos:

- a. Cruzamientos entre variedades nacionales.
- b. Cruzamientos entre variedades introducidas.
- c. Cruzamientos entre variedades nacionales e introducidas.
- d. Policruzamientos (cruzamientos múltiples) con materiales de buen comportamiento en zonas específicas.
- e. Selección de materiales de poblaciones segregantes, en cruzamientos obtenidos por semilla de materiales nacionales o introducidos.

Una vez seleccionados, los mejores materiales seguirán los pasos indicados anteriormente para las pruebas regionales.

La certificación de semilla de yuca no se ha contemplado en Paraguay por la misma razón del estado temprano de la investigación en este cultivo: técnicamente es factible, y además, deseable para incrementar el rendimiento de las variedades seleccionadas o locales al garantizar su sanidad, vigor y uniformidad.

Sintetizando lo anteriormente expuesto, no se puede afirmar que la nueva tecnología de yuca haya causado un impacto en el sector agrícola paraguayo, pero sí puede percibirse una mayor sensibilidad en las autoridades hacia el cultivo de la yuca, principalmente respecto a la investigación y a la extensión rural. Se nota también entre los agricultores un comienzo de interés hacia las posibilidades del mercadeo de la yuca sobre todo en la agroindustria, y un deseo de recibir información para mejorar sus cultivos.

Bibliografía

- Cáceres A., Luis Alberto. 1981. Aspectos generales para un programa de investigación de mandioca en el Paraguay. Trabajo presentado en el curso de capacitación en producción de yuca. CIAT, Cali, Colombia. 12 p. (mecanografiado)
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1973-1982. Informe de viaje al Paraguay. Cali, Colombia
- Alvarez, Luis Alberto *et al.* 1981. Proyecto de industrialización de la mandioca. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Asunción, Paraguay. 71 p.

LA INVESTIGACION CON YUCA EN EL SURESTE Y SUR DEL BRASIL

Helio Correa

Profesor, Minas Gerais, Brasil

Murito Ternes

Coordinador, Prog. Invest. Yuca, EMPASC, Santa Catarina, Brasil

Resumen

La yuca es un cultivo originario del Brasil, por lo cual su diversidad genética puede ser muy amplia. El Centro Nacional de Investigación de la Yuca (CNPMPF), ubicado en Cruz das Almas, Bahía, cuenta con una colección nacional de 850 materiales, de los cuales se han evaluado aproximadamente 250 en varias regiones del país.

La yuca se siembra en todo el territorio nacional y soporta las condiciones más variadas de clima y suelo; la afectan también fenómenos socioeconómicos cambiantes del medio rural. Las prácticas agronómicas varían de una región a otra, principalmente en relación con la preparación del suelo, la selección de

las estacas, la población de plantas, la fertilización, el control de malezas y la mecanización.

La bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*) es la enfermedad más grave y un limitante de la producción de yuca tanto en el sureste como en el sur del país; la investigación ha resuelto parcialmente el problema entregando, para el sureste, las variedades IAC 12-829, IAC 7-127, Mico, Manjarí, Sonora, Paiza, IAC 105-66 (Caapora), Engana Ladrão, IAC 24-2 (Mantiqueira, CMC-40), IAC 352-6, Pirassununga y CM 425-5; para el sur, entregó las variedades Mico, Mandim Branca y Aipim Gigante. Todas las variedades anteriores poseen resistencia a la bacteriosis y han demostrado un rendimiento superior a las 20 t/ha. El rendimiento, en promedio, del Brasil es de 14 t/ha siendo más bajo en el sureste que en el sur.

Con 85 profesionales capacitados en el CIAT se ha alcanzado un progreso constante en el cultivo, que se puede medir por los 26 sistemas de producción de yuca, publicados en forma de boletín técnico, para orientar a los agricultores sobre variedades y prácticas de cultivo que aumentan el rendimiento.

Introducción

Brasil es el mayor productor de yuca del mundo; su producción ha variado de 24 a 30 millones de toneladas en los últimos diez años y su rendimiento, en promedio, es de 14 t/ha, también uno de los más altos del mundo.

La yuca se cultiva en todo el territorio nacional, en variadas condiciones de suelo y clima y sujeta a diversos factores socioeconómicos. Las prácticas agronómicas del cultivo también varían mucho, de acuerdo con la región del país. En las dos regiones consideradas en este trabajo —región Sur-Santa Catarina y región Sureste-Minas Gerais— la enfermedad conocida como bacteriosis o añublo bacteriano es uno de los limitantes más severos para la producción de yuca. La investigación ha obtenido variedades resistentes a la enfermedad y, a la vez, con buen potencial de rendimiento.

Un esquema de distribución sencillo controla la entrega de estos materiales a los agricultores, y en él participa activamente el Ministerio de Agricultura mediante los técnicos de la rama fiscalizadora fitosanitaria.

Los técnicos nacionales capacitados en yuca han sido un factor decisivo tanto en la investigación como en la capacitación de otros, en beneficio del agricultor yuquero.

Condiciones edafoclimáticas

Brasil tiene una extensión de 8,511,965 km² y una población de 120 millones de habitantes. Se extiende desde los 5°20' de latitud norte hasta los 33°40' de latitud sur: la yuca se siembra en todo el país hasta los 28° de latitud sur.

Aunque casi todo el Brasil está dentro de la zona tórrida hay gran variedad de climas debido a los vientos, la distancia al mar, las lluvias, la altitud y la latitud. En algunas localidades del sur suele nevar, pero son más graves las heladas que pueden ocurrir durante 25 días del año.

En un país tan grande, la producción de yuca puede distribuirse en cinco regiones naturales con características geográficas y climáticas muy distintas.

Región Norte

Conocidas también como región amazónica, estas tierras bajas y planas comprenden los estados de Acre, Amazonas, Pará y los territorios de Rondonia, Roraima y Amapá; hay allí densas selvas y grandes ríos. La temperatura media es de 27°C y llueve todo el año, aunque un poco menos en la estación seca que va de julio a diciembre; la precipitación máxima

ocurre en Belén, Pará, con 2805 mm al año. Esta región aporta un 5% de la producción nacional de yuca, que se consume en forma de "harina pará" y otros alimentos típicos como "tucupi" y "tacacá"

Región Noroeste

Esta región comprende la quinta parte del Brasil incluyendo los estados de Maranhao, Piauí, Bahía, Ceará, Rio Grande del Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas y Sergipe, que producen el 50% de la yuca de Brasil con un promedio de 6 t/ha, el más bajo del país.

A intervalos irregulares, esta región sufre devastadoras sequías, aunque el promedio de precipitación anual es de 1470 mm. El terreno es un poco más elevado, alcanzando hasta 1000 metros de altitud y comprende las llamadas "catingas", zonas semidesérticas de espinos y cardos. La temperatura es alta, con una media de 25.5°C, pero el ambiente es seco.

Región Centro-neste

Esta región comprende los estados de Mato Grosso, Goiás y la parte sur del estado de Minas Gerais. Se caracteriza por sus suelos de sabana principalmente, y aunque sólo produce un 5% de la yuca del país, representa la mayor frontera agrícola para la expansión del cultivo. Lluvea alrededor de 1500 mm al año, pero las lluvias no están bien distribuidas. La época de siembra se restringe a 60 días durante los meses de octubre y noviembre.

Región Sureste

Esta región está formada por los estados de São Paulo, Río de Janeiro, Minas Gerais y Espírito Santo y produce un 15% de la yuca del país. La temperatura varía según la altitud, siendo la media de 23°C en Río de Janeiro y 17°C en São Paulo y Belo Horizonte.

Región Sur

Esta región, que produce el 25% de la yuca del país, está conformada por los estados de Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul, donde se concentra la mayor industrialización de la yuca en Brasil.

Sistemas de Producción

El tamaño del país, la compleja combinación de clima y suelos, los diferentes niveles socioeconómicos en las áreas rurales y la diversidad de

productos derivados de la yuca, contribuyen a crear sistemas heterogéneos de producción y procesamiento de la yuca.

Las prácticas de siembra cubren desde la primitiva que consiste en enterrar un pedazo de tallo de yuca en un suelo generalmente sin preparar —propia del agricultor que no tiene una idea correcta del tamaño o calidad de la estaca— hasta la práctica avanzada en que se seleccionan las estacas —procedentes de variedades genéticamente mejores de acuerdo con recomendaciones de la investigación— se someten a tratamiento y se siembran en forma mecanizada.

En 1976, EMBRAPA, la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria, junto con sus subsidiarias, empezó a diseñar paquetes tecnológicos para cultivar yuca llamados *sistemas de producción*. Estos sistemas se completaron con evaluaciones de variedades seleccionadas que se sembraban en muchas regiones de producción de características diferentes. De esta manera, han resultado hasta el momento 26 sistemas de producción para todo el Brasil donde se siembran algo más de 2 millones de ha de yuca al año.

Región Sur-Santa Catarina

El Estado de Santa Catarina produce el 6% de la yuca del Brasil, la cual se destina principalmente a la fabricación de harina de mesa para consumo humano. Santa Catarina, por su ubicación geográfica, soporta inviernos con temperaturas tan bajas que causan heladas, tanto más frecuentes cuanto más se aparte la región del litoral. Este clima exige el uso de ciertas prácticas con el material de siembra como la poda y el almacenamiento, pues la yuca se cosecha a una edad de 18 meses en los llamados *dos ciclos*.

Se siembra generalmente en octubre, y en junio se hace una poda a 20 cm del suelo; aquellos tallos que estén sanos y vigorosos se guardan en túneles de tierra para ser sembrados en el mes de octubre. La planta original se cosechará en mayo del año siguiente, a los 18 meses de edad, aunque hay variedades un poco más precoces y otras más tardías. En ocasiones, cuando el precio es muy favorable, los agricultores cosechan parte de su yuca de *un ciclo* pero lo normal es cosecharla de *dos ciclos* porque el rendimiento es mayor. El material de siembra de las plantas de *dos ciclos* es mucho mejor que el de un solo ciclo y tolera mejor el almacenamiento.

Plagas y enfermedades

Por sus condiciones climáticas, el sur es una región ideal para el desarrollo de plagas y enfermedades. De las plagas, el gusano cachón (*Erinnyis*

ello) es la más temida, aunque su ocurrencia es esporádica. De las enfermedades, la bacteriosis (*Xanthomonas campestris*) y la antracnosis (*Colletotrichum* o *Glomerella manihotis*) son las más comunes y más severas, en especial la última. Por esta razón, los trabajos de investigación en yuca de la Empresa de Investigación Agropecuaria de Santa Catarina (EMPASC) se han orientado a la búsqueda de variedades que, además de alto rendimiento, demuestren resistencia a la bacteriosis, ya que para antracnosis no se han realizado trabajos de selección.

Selección de variedades

Esta actividad representa el mayor volumen de trabajo que realizan EMPASC, las empresas de Extensión Rural EMATER/ACARESC, la Universidad de Brasilia, el Instituto Agronómico de Campinas (IAC), el CNPMF, y la sección de Fitotecnia de la Estación Experimental de Taquaria.

Evaluación preliminar

La investigación sobre bacteriosis se realiza en la Estación Experimental de Itajai, perteneciente a EMPASC, debido a que las condiciones ambientales son óptimas para el desarrollo de la enfermedad. El sitio de siembra se riega para crear un ambiente ideal y se hace además la inoculación del patógeno. Se siembran parcelas de cuatro surcos con ocho plantas en cada uno; en los dos surcos intermedios se siembran las variedades en evaluación y en los dos surcos del borde, la variedad más susceptible de la región. El material que demuestra buen rendimiento y resistencia a la bacteriosis durante dos años, pasa a ensayos avanzados en dos regiones edafoclimáticas diferentes, y si continúa bien, se envía a pruebas regionales en todo el estado. En la evaluación preliminar se han probado 700 materiales procedentes del CNPMF, del IAC, y del IPAGRO (Instituto de Pesquisa de Rio Grande do Sul) a más de algunos materiales que eran comerciales en el Estado de Santa Catarina. De todos ellos 20 materiales pasaron a ensayos avanzados.

Ensayos avanzados

Los materiales seleccionados en la fase anterior por su resistencia a bacteriosis y por su potencial de rendimiento en *dos ciclos*, pasan a ser evaluados en parcelas de 24 plantas con dos repeticiones, en dos regiones edafoclimáticas diferentes. Una región es Agrolandia, en el llamado Alto Vale de Itajai, de suelo arcilloso, donde el invierno es más riguroso, y la otra es Jaguaruna, lugar costero de suelo arenoso e invierno menos riguroso.

La primera evaluación se hace a los 9 y a los 18 meses cuando se completan los *dos ciclos*; solamente las variedades promisorias se siguen evaluando para ser cosechadas un ciclo más tarde. Estas evaluaciones se hacen siguiendo las recomendaciones del *sistema de producción* vigente para cada lugar.

Además de la evaluación sobre rendimiento y bacteriosis, se observa el comportamiento del material frente a antracnosis y se determina el porcentaje de almidón de la raíz, teniendo como testigo la mejor variedad local. Las variedades que sean iguales o superiores al testigo ingresan a las pruebas regionales.

Pruebas regionales

Las variedades promisorias, salidas de la fase anterior, entran en esta última etapa de evaluación que se realiza en las mismas dos localidades, representativas de las mayores áreas de producción de yuca del Estado de Santa Catarina.

Las variedades se siembran en un diseño de bloques al azar con parcelas de 55 plantas en tres repeticiones; se evalúan en dos cosechas de dos ciclos y en tres cosechas de un ciclo, de tal manera que en tres años se puede hacer una recomendación segura al agricultor.

Recomendación de variedades

Después que una variedad ha superado exitosamente las pruebas anteriores, EMPASC divulga, en un boletín técnico, las recomendaciones de variedades nuevas con su tecnología acompañante.

En ese momento se hace también una multiplicación masiva de las variedades recomendadas aprovechando los llamados campos demostrativos en lotes de agricultores líderes elegidos por los técnicos de la empresa de extensión, ACARESC. Estos campos se siembran con estacas seleccionadas, se abonan y se les prodigan mayores cuidados para garantizar la producción de buena semilla. La empresa del estado absorbe los costos de producción y el dueño del lote saca, al final, la semilla que necesite; ACARESC dispone del resto según las necesidades de otros agricultores de la región.

Considerando que desde el primer ensayo de evaluación se multiplican todas las variedades que manifiesten algún carácter promisorio, al llegar a la fase demostrativa se habrán acumulado, por lo menos, 10,000 estacas de cada variedad. Hasta el momento, como fruto del trabajo ordenado adelantado desde 1976 en Santa Catarina, se han recomendado tres variedades:

- La variedad Mico, con un contenido intermedio de HCN, que se

recomienda para los suelos arcillosos de la región del Valle del Río Itajai y del litoral del estado.

- La variedad amarga Mandim Branca, que se recomienda para las regiones de suelo Araranguá formado por arenas distróicas de cuarzo y por sus variaciones.

- La variedad dulce Aipim Gigante, recomendada para los mismos suelos de la variedad anterior.

Estas variedades han demostrado durante dos ciclos un rendimiento de 38, 30 y 27 t/ha respectivamente, y un porcentaje de almidón de 31, 31 y 28%, respectivamente; las dos primeras son resistentes a bacteriosis y la tercera es tolerante a esa enfermedad.

Región Sureste - Minas Gerais

Esta región produce sólo un 9% de la yuca del país, pero ofrece las mejores oportunidades para la expansión del cultivo. Sin embargo, la fuerte incidencia de enfermedades como bacteriosis y antracnosis, y de plagas como las chinches de encaje (*Vatiga manihotae* y *Vatiga* spp.) y los ácaros (*Mononychellus tanajoa*) han dificultado un poco el avance de las labores de producción en esta extensa región.

En 1976 se inició la expansión de la siembra siguiendo planes industriales para la obtención de alcohol, con resultados funestos para la producción del cultivo pero, a la vez, estimulantes para la investigación. Plagas como las mencionadas anteriormente no causan problemas o daño económico en parcelas de pequeños agricultores, pero cuando atacan extensiones de más de 10,000 ha, los problemas causados se agravan enormemente.

La región llamada Cerrado, un terreno con vegetación de sabana caracterizado por un suelo Oxisol ácido e infértil, tiene una alta concentración de aluminio y manganeso, un pH bajo (4.0 - 5.0), contenidos bajos de calcio, magnesio, fósforo, azufre, potasio, de materia orgánica y de micronutrientes, y una capacidad de intercambio de bases también muy baja que, aunque se trata de un suelo arcilloso, lo hace actuar como si fuera arena. La topografía del Cerrado, en cambio, es excelente para la mecanización de cultivos. La precipitación varía de 80 a 1500 mm por año y es más intensa entre octubre y marzo. La época óptima de siembra es de sólo 60 días, tan estrecha, que sembrar las grandes extensiones de un solo propietario se ha convertido en un problema. Las explotaciones que antes tenían un área de 2000 a 3000 ha, se han reducido a un máximo de 300 ha para poder prestarles una atención adecuada.

Selección de variedades

Todos los problemas del Cerrado de Minas Gerais, que abarca 308,000 km² o sea 53% del área del propio estado, motivaron —luego de la fundación de la destilería de alcohol de Curvelo— el comienzo de la investigación en busca de variedades resistentes a la bacteriosis y también de mejores prácticas de cultivo. Se trabaja en estrecha colaboración con la empresa estadual de investigación agropecuaria de Minas Gerais, EPA-MIG, y con el CNPMF, y bajo la coordinación de la escuela superior de agricultura de Lavras, ESAL.

De las muchas variedades probadas hasta el momento, las que han resultado de mayor rendimiento y con resistencia a la bacteriosis en la región de Curvelo son las siguientes: IAC-12-829, IAC-7-127, Mico, Manjarí y Sonora. La más promisoría es la primera, porque además es resistente a las plagas.

En el Cuadro 1 se pueden apreciar las nueve mejores variedades entre las 59 evaluadas durante 1980 respecto a resistencia a bacteriosis y a rendimiento. De estas variedades, la CMC-40 y el híbrido CM 425-5, son introducciones del CIAT; la variedad CMC-40 es la misma IAC 24-2, también conocida con el nombre de Mantiqueira. Todas estas variedades se están evaluando nuevamente en pruebas regionales y al mismo tiempo se están multiplicando. La variedad CMC-40 se usa también como forrajera y por ser precoz, puede formar parte de un esquema de producción continua.

Cuadro 1. Evaluación de variedades promisorias de yuca en el Cerrado de Curvelo, Minas Gerais, Brasil.

Variedad ¹	Reacción a bacteriosis ²	Rendimiento		
		Almidón (%)	Parte aérea (t/ha)	Raíces (t/ha)
Sonora	R	32.4	36.8	43.2
CMC-40	R	31.7	28.3	39.7
IAC 105-66	R	30.5	17.0	32.2
IAC 24-2	R	31.9	20.5	31.7
Pirassununga	R	34.5	15.8	24.2
CM 425-5	R	34.9	15.8	23.7
Paiza	R	32.6	21.2	23.3
Engana Ladrão	R	34.1	22.0	20.2
IAC 352-6	R	29.4	17.7	17.0

¹ IAC = Instituto Agronómico de Campinas, São Paulo, Brasil.

² R = Resistente

Certificación de semilla

En Minas Gerais no existe un proceso organizado de producción de variedades seleccionadas para entregar a los agricultores. Generalmente, los técnicos de extensión rural recomiendan las variedades a los agricultores quienes van a conseguirlas directamente a las instituciones encargadas de la investigación. Aunque esta es la práctica más común, muchas veces se siembran lotes de 2 ha como demostración para promover el material seleccionado y facilitar su difusión.

Actualmente, en la Estación Experimental de Felixlandia se está adelantando un proyecto de producción de variedades seleccionadas para los agricultores de la región, que producen la materia prima para la destilería de Curvelo. El procedimiento es el siguiente:

1. La institución investigadora entrega la llamada semilla genética o básica después de haberla evaluado y seleccionado como promisoría.
2. Luego se siembran 2 ha con cada variedad seleccionada y se someten a una fiscalización fitosanitaria por parte de los técnicos correspondientes del Ministerio de Agricultura, quienes aprueban o desaprueban los materiales según sus observaciones sobre resistencia a enfermedades, principalmente.
3. Los materiales aprobados se multiplican en terrenos de 20 ha, donde se siembran a mayor distancia con el fin de obtener plantas más vigorosas, que a su vez rindan un material de siembra mejor y más grande.
4. Finalmente, el servicio de extensión escoge los mejores productores y les entrega el material para que lo siembren en mayores extensiones; ese material será también fiscalizado antes de su entrega masiva en la región.

Capacitación

De los 271 profesionales latinoamericanos capacitados hasta 1982 por el CIAT en producción de yuca, 86 son brasileños, de los cuales 51 trabajan en investigación y 35 en extensión rural; ellos representan además el 23% de 375 capacitados hasta hoy en todo el mundo. Esta cifra es muy pequeña si se considera que en Brasil hay más de 2 millones de hectáreas sembradas con yuca; sin embargo, estos profesionales han desempeñado un papel muy importante en el progreso del cultivo y en la capacitación de otros técnicos en todos los niveles. En una u otra forma, los técnicos especializados en el CIAT pertenecen a la institución nacional de investigación, EMBRAPA, o a la institución encargada de la extensión rural, EMBRATER.

El Centro Nacional de la Yuca, situado en Cruz das Almas, Bahía, es una dependencia de EMBRAPA; ha capacitado durante cinco años (1976-

1980) a 95 investigadores (4 cursos), 62 extensionistas (3 cursos) y 36 agricultores (1 curso) sobre el cultivo de la yuca. En el mismo período, EMBRATER capacitó a 19,230 agricultores y 705 extensionistas en 1126 y 47 cursos respectivamente, una notable contribución al progreso de la yuca en el país. Vale la pena mencionar que EMBRATER cuenta con 45 oficinas regionales para yuca y 359 agencias de extensión en todo el país, dándole así a la yuca una cobertura bastante envidiable.

Cuando Brasil, al comienzo de 1976 sólo contaba con 51 investigadores que se dedicaran a la yuca, a fines de 1980 tenía 211; en el mismo tiempo, pasó de 588 a 1143 extensionistas.

Intercambio de germoplasma

Entre 1973 y finales de 1981, Brasil recibió del CIAT, a través del CNPMF, 1840 semillas sexuales de cruzamientos controlados y 7340 de polinización abierta o policruzamiento. En los últimos tres años, merced a la institución nacional de recursos genéticos, CENARGEN, ha recibido del CIAT 46 materiales, entre variedades e híbridos promisorios, en forma de cultivo *in vitro* de tejido meristemático.

El proceso de introducción, multiplicación, evaluación preliminar, evaluación en ensayos avanzados, pruebas regionales y entrega final a los agricultores, no ha avanzado con la rapidez deseada como para influir verdaderamente en los agricultores. Aunque Brasil cuenta con una variabilidad genética muy grande, las introducciones, además de aumentar la diversidad y la base genética de la yuca, ofrecen la oportunidad de hallar algún material que pueda causar impacto comercial.

Bibliografía

- Correa, Helio. 1977. El cultivo de la yuca como materia prima para la producción de alcohol. En: Simposio Estadual del Alcohol, to., Divinópolis, Minas Gerais, Brasil. EMATER, Divinópolis, Brasil. p. 82-99.
- EMBRATER (Empresa Brasileña de Asistencia Técnica y Extensión Rural) y EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria). 1979. Sistemas de producción de yuca. Boletín no. 1. EMPASC/ACARESC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 51 p.
- Moraes, Osmar de; Mondardo, Euclides; y Morel, D.A. 1980. Recomendación de cultivares de yuca para las regiones del sur y del litoral del Estado de Santa Catarina. Comunicado técnico no. 40. EMPASC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 10 p.
- _____: Ternes, Murto; Mondardo, Euclides; Miura, Lucas; Morel D.A.; y Schmitt, Aurea. 1980. Caracterización botánica y agronómica de los cultivares de yuca recomendados para siembra en el Estado de Santa Catarina. Comunicado técnico no. 33. EMPASC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 6 p.

EVALUACION Y DIFUSION DE VARIEDADES PROMISORIAS DE YUCA EN PERU

Alfredo Solórzano Hoffman

Ing. Agr., Est. Exp. El Porvenir, Tarapoto, Perú

Resumen

En Perú la yuca es un cultivo muy importante, en especial para la población que habita en la región de la selva, donde se siembra el 80% de las 37,000 ha que comprenden el área total sembrada con yuca en el país. El promedio nacional de rendimiento es de 11 t/ha, que está por debajo del potencial alcanzado en los trabajos de investigación aplicada realizados por las estaciones experimentales El Porvenir, de Tarapoto, y Tulumayo, de Tingo María, que han obtenido consistentemente rendimientos superiores a 20 t/ha en campos de agricultores.

Aunque el personal que se aplica a la investigación de este cultivo es escaso —de nueve profesionales capacitados en el

CIAT sólo cuatro continúan trabajando con yuca— la labor realizada y el progreso alcanzado han sido muy grandes. Este avance puede medirse por las 20 variedades seleccionadas y entregadas a los agricultores en los últimos diez años, variedades que se destacan por su alto rendimiento en las diferentes regiones productoras del país.

Introducción

En el Perú, el cultivo de la yuca está limitado al pequeño agricultor. Tanto en la costa como en la selva, se utiliza principalmente en la alimentación humana; en la selva además, para alimentación animal y para la extracción de almidón en pequeña escala.

La yuca de la costa se produce con riego porque cuenta, generalmente, con un mercado asegurado, mientras que en la selva es un cultivo de autoconsumo producido comúnmente en asociación con frijol, maíz o plátano en un 70%, y en monocultivo en un 30%. El país siembra aproximadamente, 37,000 ha con un rendimiento promedio de 11 t/ha. Un 80% de la producción se obtiene en la selva, siendo los departamentos Loreto, San Martín, Junín y Cuzco los de mayor producción.

El área cultivada y la productividad se hallan por debajo del nivel potencial debido al escaso interés que demuestra el productor por la tecnología mejorada, tal vez por la ausencia de plantas procesadoras de tipo industrial.

A pesar de los problemas mencionados, durante los últimos diez años se han podido lograr avances modestos pero dignos de mención, en la selva principalmente. En las estaciones experimentales El Porvenir en Tarapoto, Tulumayo en Tingo María, y San Ramón en Yurimaguas, se han evaluado, seleccionado y entregado a los agricultores algunas variedades promisorias de importancia.

Condiciones edafoclimáticas

Perú tiene una extensión territorial de 1,285,215 km² y una población de 17 millones de habitantes. Se extiende de los 0°2' a los 18°22' de latitud sur y de los 68°35' a los 81°18' de longitud oeste.

A pesar de ser un país totalmente tropical, ofrece una gran variedad de climas debido principalmente, a las diferencias de altura. El clima de la costa es templado y húmedo por efecto de la corriente marina de Humboldt que es fría. En la costa del centro y del sur del país las lluvias son muy escasas. En la sierra, el clima varía desde el templado hasta el frío glacial, con una estación lluviosa de noviembre a abril. El clima de las planicies selváticas transandinas es cálido y húmedo, con abundantes lluvias de noviembre a mayo.

Estado actual del cultivo

La yuca es un cultivo tradicional en Perú. Se calcula que el área sembrada es de unas 37,000 ha con un rendimiento promedio de 11 t/ha.

Aproximadamente, el 80% del área cultivada se encuentra en la selva donde la yuca es un alimento básico tanto para humanos como para bovinos.

El agricultor siembra generalmente áreas muy pequeñas en asociación con otros cultivos como el maíz, el frijol y el plátano. Elige variedades tradicionales de rendimiento potencial bajo y aplica prácticas agronómicas también tradicionales, sin mayor técnica. Aunque en la selva se puede sembrar yuca durante todo el año, en Tarapoto, Bajo Mayo y Huallaga Central, que son regiones de trópico seco, se siembra en febrero y marzo. En la selva alta y muy húmeda, como en Tingo María, siembran al final de las lluvias más intensas, es decir, entre abril y agosto.

El agricultor no conoce ningún criterio técnico en relación con el tamaño de las estacas y el tratamiento que deben recibir. Se siembra una población de 10,000 plantas/ha y el control de malezas es generalmente bueno. La yuca se cosecha entre los 6 y los 12 meses de edad, según la variedad y el uso que se le va a dar.

En la región de Tarapoto, las variedades locales Motelina y Arpón Rumo, destinadas al consumo fresco, se cosechan entre los 6 y los 8 meses de edad, pues son precoces y si se dejan más tiempo en el campo, se vuelven duras perdiendo así su calidad culinaria. Sin embargo, cuando se destina a uso industrial, la Motelina, especialmente, se puede cosechar a los 12 meses, pues su rendimiento alcanza las 60 t/ha. La variedad Rumo Maqui, que es tardía, no se cosecha antes de los 12 meses de edad.

Germoplasma y variedades promisorias

El germoplasma peruano está concentrado en la Estación Experimental el Porvenir, en Tarapoto, sede del Programa Nacional de Yuca. La colección de yuca consta de 164 variedades (Cuadro 1) que se han estado evaluando durante los últimos 10 años.

La Estación Experimental Tulumayo, en Tingo María, posee una colección de 100 variedades, y la Estación San Ramón, en Yurimaguas, 50 variedades, pero éstas son las mismas de El Porvenir.

Como se aprecia en el Cuadro 2, se han encontrado variedades promisorias durante la evaluación de materiales en ensayos avanzados hechos en parcelas individuales de 72 plantas, a los 11 meses de edad del cultivo. Se han obtenido rendimientos superiores a 30 t/ha sin aplicar fertilizantes, un índice del potencial para la producción de yuca que existe en la selva peruana.

En la Estación Experimental El Porvenir, en Tarapoto, se evaluaron 27 variedades diferentes en la campaña agrícola 1979-1980. En esta oportuni-

dad sobresalieron 24 variedades de las cuales siete eran de Perú, diez de Brasil, tres de Paraguay, tres de Bolivia, y una del CIAT, Colombia: la M Col 476 que ocupó el último lugar con 31.1 t/ha cuando el primero fue para Rosada T-2 de Bolivia, que rindió 66.6 t/ha (Cuadro 3). Los mismos resultados se obtuvieron en parcelas individuales cosechadas a los 11 meses de edad. Casi todas las 24 variedades que superaron las 30 t/ha tienen un contenido de almidón alto; se nota además que el material procedente de Bolivia, Paraguay y Brasil ha dado un rendimiento muy alto, resultado que subraya la importancia del intercambio de material genético.

Cuadro 1. Composición del banco de germoplasma de yuca del Perú.

País	Variedades (no.)
Perú	96
Brasil	23
Colombia	18
Bolivia	13
Paraguay	11
Ecuador	2
Costa Rica	1
Total	164

Cuadro 2. Diez variedades locales promisorias de yuca evaluadas en Tulumayo, Tingo María, en 1977.

Variedad	Rendimiento ¹ (t/ha)
EEAT-1	49.6
Piririqui	47.4
Tallo Rojo	44.9
EEAT-10	43.4
EEAT-4	43.6
Blanca	41.6
Blanca T-4	40.5
EEAT-3	36.5
Serrana	36.2
EEAT-7	31.6

¹ De raíces frescas

Cuadro 3. Evaluación de las mejores 24 variedades en El Porvenir, Tarapoto, en 1979-1980.

Variedad	Características		
	Procedencia	Rendimiento ¹ (t/ha)	Almidón (%)
Rosada T-2	Bolivia	66.6	23.07
Huallpa Rumo	Perú	54.1	18.72
Chanchamayo No. 1	Perú	48.6	22.38
Arribeña	Paraguay	43.4	22.00
Tarapoto 2	Perú	42.5	23.07
Amarilla	Bolivia	42.1	24.06
Tacuari	Brasil	40.5	26.43
Brava de Itu	Brasil	39.9	27.04
Sandy	Perú	39.8	23.37
X-1-72	Brasil	38.0	26.13
Selección Ian	Paraguay	37.8	26.51
Guaxo	Brasil	36.3	27.57
Aipin Batata 29	Brasil	34.3	25.44
Aipin Esperanea	Brasil	34.2	26.13
105-Holandí	Brasil	34.1	24.40
Negra Mochera	Perú	33.9	22.38
Aipin Horizon	Brasil	33.8	25.44
Auquina Amarilla	Perú	33.5	21.70
Tapoyo A	Paraguay	33.2	29.71
Rama Negra	Bolivia	33.1	24.40
Motelina Amarilla	Perú	33.0	26.51
IAC-12-1	Brasil	32.8	22.69
Cafelha	Brasil	31.5	27.68
M Col 476	Colombia	31.1	26.13

¹ De raíces frescas

Introducciones del CIAT

En 1978 se introdujeron del CIAT 1500 semillas sexuales de 14 híbridos de polinización controlada. Estas semillas F₁ se sembraron para observación y multiplicación y en 1981 se evaluaron en parcelas de 72 m², con dos repeticiones, y se cosecharon a los 11 meses.

De estos materiales solamente nueve rindieron más de 20 t/ha y tres superaron las 30 t/ha (Cuadro 4). Aunque el manejo de este tipo de germoplasma exige un poco más de tiempo y de conocimientos sobre

fitomejoramiento, pequeñas cantidades de aquél permiten hacer selección con una buena probabilidad de encontrar materiales nuevos y promisorios sin mayor dificultad.

El impacto de las variedades seleccionadas sobre la productividad del cultivo no ha sido aún significativo por falta de un mercado adecuado. Sin embargo, en los últimos años se vió más interés en los agricultores por adquirir semilla de variedades seleccionadas como Arpón Rumo y Motelina.

Cuadro 4. Rendimiento de 14 híbridos del CIAT evaluados en la Estación Experimental El Porvenir, Tarapoto, en 1981.

Línea híbrida	Progenitores	HCN ¹	Rendimiento ²	Almidón (%)
P-6	CM-323-49/CM-309-50	D	32.0	27.42
P-7	CM-323-49/CM-309-50	D	31.0	22.54
P-5	CM-323-49/CM-309-50	A	30.0	26.71
P-11	SM-222/CM-843-173	A	27.5	24.25
P-4	CM-323-49/CM-309-50	D	27.0	20.40
P-14	SM-214/CM-845-129	D	24.5	29.93
P-3	CM-828-163/SM-203	D	22.2	18.41
P-8	SM-183/CM-829-130	A	21.5	22.54
P-10	SM-222/CM-845-173	A	21.0	28.64
P-12	SM-214/CM-845-129	D	19.5	18.41
P-1	CM-828-163/SM-203	D	18.0	26.62
P-2	CM-828-163/SM-203	A	17.8	23.75
P-9	SM-173/CM-829-90	A	15.1	33.10
P-13	SM-214/CM-845-129	A	13.5	20.40

¹ A = amarga, D = dulce.

² De raíces frescas.

Entrega de variedades

El procedimiento para la entrega de variedades seleccionadas se inicia con la instalación de semilleros básicos en terrenos de la estación experimental. La semilla se entrega directamente a los productores interesados por medio de los extensionistas, una vez inspeccionado cuidadosamente el material que se venderá para verificar su sanidad. Los tallos se venden en trozos de 100 cm a 50 soles cada uno, de modo que cada estaca obtenida de ellos cuesta 10 soles.

En el futuro, se realizarán pruebas regionales para adquirir una idea más exacta sobre el comportamiento del material en un rango más amplio de

regiones productoras. Estas pruebas se sembrarían en los predios de los propios agricultores con el objeto de que sean ellos mismos quienes seleccionen la variedad que más satisface sus necesidades, gustos y preferencias.

Entre 1971 y 1980 se han distribuido diez variedades seleccionadas para el trópico peruano, tal como se aprecia en los resultados del Cuadro 5, obtenidos en los propios campos de los agricultores. Otras variedades, después de años de evaluación, han sido liberadas en varias regiones del país. Es así como en Cuzco se han recomendado las variedades Conga e Intaruta, con un rendimiento, en promedio, de 17 y 16 t/ha respectivamente, obtenidas en fincas de agricultores. En la misma región, la Subestación Experimental Suhuayaco entregó las variedades Varilla Amarilla y Cooesullo, ambas con un rendimiento de 20 t/ha.

En la costa norte se han recomendado las variedades Blanca de Chongoyape, Cogollo Morado, Pico de Oro, Serranita, Blanca Mochera y Talonera con un rendimiento promedio de 45, 39, 37, 35, 19 y 17 t/ha, respectivamente.

Cuadro 5. Variedades seleccionadas de yuca, distribuidas a los productores del trópico peruano en 1971-1980.

Variedad	Edad de cosecha (meses)	Rendimiento ¹ (t/ha)	Almidón (%)
Tarapoto²			
Motelina Amarilla	6	20	30
Arpón Rumo	6	15	25
Auquina Amarilla	8/10	25	30
Rumo Maqua	10/12	20	35
Iracema ³	12	25	35
Yurimaguas⁴			
Amarilla	12	25	30
Motelo Rumo	8	20	30
Tingo María⁵			
Negra	9	17	16
Blanca	9	17	17
Morada	11	14	15

¹ De raíces frescas, obtenido en fincas de agricultores

² Trópico seco: promedio de 25°C y 1200 mm/año; 232 msnm.

³ Del Brasil, para uso industrial

⁴ Trópico húmedo: promedio de 26°C y 2000 mm/año; 183 msnm.

⁵ Trópico muy húmedo: promedio de 24°C y 3300 mm/año; 670 msnm.

En la costa central, Valle del Rimac, se han liberado las variedades Lucero 1M, que es un híbrido de polinización libre, la variedad Sandy y la Negra Mochera con rendimientos, en promedio, de 36.4, 33.6 y 23.5 t/ha, respectivamente.

En la costa sur, según resultados obtenidos por la Universidad de San Luis Gonzaga, la variedad Negra Mochera alcanzó el rendimiento más elevado con 20.8 t/ha y fue distribuida a los productores.

Influencia de la capacitación recibida

En el CIAT se han capacitado en producción de yuca nueve profesionales peruanos cuya labor, aunque modesta, ha tenido efectos positivos, como la entrega de materiales seleccionados a los agricultores y la recomendación de la tecnología más apropiada. Las estacas que se entregan han sido cuidadosamente seleccionadas para evitar la diseminación de plagas y enfermedades.

El gobierno peruano, mediante el Decreto Supremo de 1981, declaró el cultivo de la yuca necesario para satisfacer la demanda tanto del mercado para consumo humano como de la industria, donde se emplea principalmente para sustituir parte del trigo en la elaboración del pan.

Bibliografía

- Delgado T. E. y Rosas J. C. 1977. Yuca: resultados de la investigación y recomendaciones para su cultivo en el país. Informe especial no. 65. Dirección General de Investigaciones, Lima, Perú. 30 p.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1980. Resultados de investigación de la estación experimental de Tulumayo, Tingo María. En: Reunión de trabajo sobre la utilización de los resultados de la investigación en apoyo a la producción agraria. Ica, Perú. 56 p.
- . 1980. Utilización de los resultados de la investigación en apoyo a la producción agraria. Lima, Perú. 541 p.
- . 1981. Programa Nacional de Investigación en Yuca. Documento de trabajo. Lima, Perú.
- Rengifo, C. 1980. Germoplasma y colección de variedades de yuca: campaña 1979-80. Informe. Estación Experimental El Porvenir, Tarapoto, Perú. 20 p. (sin publicar).

INVESTIGACION SOBRE YUCA EN ECUADOR

Vicente Anzules

Ing. Agr., INIAP, Provincia de Loja, Ecuador

Raúl Carcelén L.

Ing. Agr., Programa de Yuca, INIAP, EE Pichilingue, Ecuador

Resumen

La yuca es uno de los cultivos tradicionales, explotados durante siglos, en el trópico bajo del Ecuador. La siembran principalmente los pequeños agricultores que no emplean los insumos recomendados por la tecnología agrícola moderna. Los sectores económicos público y privado, por su parte, no han manifestado interés en el cultivo.

En Ecuador se han sembrado aproximadamente, 25,000 ha con yuca y se obtiene un rendimiento, en promedio, de 9 t/ha. Desde 1976, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) inició trabajos de investigación en yuca introduciendo materiales promisorios y estableciendo pruebas regio-

nales en el país; cinco de ellas se han realizado, y se han introducido del CIAT 18 variedades y 20 híbridos.

Se han capacitado en el CIAT ocho profesionales que han adelantado una labor modesta pero aceptable en la investigación aplicada. La región en que mejor se han aplicado los resultados de la investigación es la Provincia de Loja, donde se han hecho ensayos en las fincas de los agricultores y se ha entregado la tecnología directamente a ellos en días de campo y en demostraciones.

En Loja se han entregado, a petición de los mismos agricultores, las variedades promisorias CMC-40, ICA HMC-7 y M Col-22; en Oriente, ICA HMC-2 y M Col-1684. Estas variedades sobresalieron por su rendimiento y sus características agronómicas deseables.

Introducción

En Ecuador, la yuca se produce, básicamente, como cultivo de subsistencia en las regiones del litoral, de la Amazonia y en los valles interandinos, principalmente los de la provincia de Loja. La yuca fresca se ha usado tradicionalmente en la pequeña industria para extracción de almidón, y en la alimentación de la familia campesina; en los últimos años la demanda de los mercados urbanos ha aumentado y la yuca entró a competir con la papa. También se ha incrementado su uso en la alimentación de aves y cerdos como ingrediente de alimentos balanceados en forma de harina de yuca integral.

En la actualidad, Ecuador importa, aproximadamente, 90% del trigo que consume el cual es subsidiado con más de 700 millones de sucres al año para que se pueda elaborar un pan barato en el país, con la consiguiente fuga de divisas que cada vez aumenta más. De acuerdo con los resultados obtenidos es muy factible remplazar, en la elaboración del pan, por lo menos 10% del trigo importado con harina de yuca de alta calidad.

Dada la importancia y el potencial de la yuca como aporte a la alimentación, tanto humana como animal, se han desarrollado trabajos de investigación aplicada sobre yuca con resultados favorables para la creación de un programa de este cultivo.

Condiciones edafoclimáticas

Ecuador tiene una superficie de 270,670 km² y una población de unos 8 millones de habitantes. Se extiende desde 1°24' de latitud norte a los 50°0' de latitud sur y de los 75°9' a los 80°50' de longitud oeste. Aunque el país queda en el centro de la zona tórrida, goza de todos los climas debido a las montañas y valles que alternan a lo largo del territorio nacional.

Las condiciones climáticas bajo las cuales se cultiva la yuca son muy variables. La precipitación anual es de 2000 a 4000 mm en Pichincha, de 1500 a 2000 mm en Los Ríos y de 600 a 800 mm en Manabí; en la provincia de Loja varía de 400 mm hasta más de 1000 mm de acuerdo con la topografía accidentada de esa región. Debido al déficit hídrico, en las provincias de Manabí y Loja se encuentra yuca con riego por gravedad, mientras en las otras provincias la siembra se hace bajo condiciones de temporal. Mientras la radiación solar es abundante en Manabí y Loja —y normal en Los Ríos— parece estar limitada en Pichincha por la nubosidad permanente.

La siembra de yuca está estrechamente ligada con el comienzo de las lluvias y se hace de diciembre a febrero en zonas con épocas lluviosas y secas bien marcadas —como sucede en los Ríos, Manabí y Loja— y a lo

largo del año en regiones de lluvia permanente, como Pichincha, o en aquellas que cuentan con facilidades para el riego.

Estado actual de la yuca

Pequeños y medianos agricultores, generalmente, siembran yuca en Ecuador. Aproximadamente un 70% de las fincas yuqueras, en tres regiones del occidente ecuatoriano, tienen extensiones inferiores a 10 ha. En el litoral, cerca de un 30% de la yuca se siembra en monocultivo mientras el resto se siembra en asociación con maíz, maíz y algodón, o maíz con maní. En la provincia de Loja, situada al suroccidente del país, se produce la yuca en monocultivo principalmente, pero se encuentra también en asociación con maíz, con frijol común y con maní.

En el monocultivo se emplean, tradicionalmente, densidades de siembra entre 6700 y 11,000 plantas/ha mientras en sistemas asociados la densidad se reduce al rango 4200-2300 plantas/ha. En la asociación los rendimientos de la yuca sufren, no solamente por competencia con el otro cultivo, sino también por escasez de población. Una característica de muchos cultivos tradicionales es la siembra apareada —dos plantas de yuca a poca distancia— que aumenta la población hasta unas 20,000 plantas/ha; esta práctica implica mayor competencia entre las plantas de yuca apareadas, y puede contribuir a la baja productividad de las siembras tradicionales.

Los suelos de las regiones productoras de yuca tienen niveles adecuados de potasio, deficiencia moderada de nitrógeno y muy marcada deficiencia de fósforo. Es común encontrar también deficiencias de magnesio, zinc y posiblemente, boro.

En el sistema tradicional de siembra de la yuca, el control de malezas es la operación de mayor costo: requiere entre 35 y 46 jornales/ha. La labor se efectúa manualmente con machete o pala (palín). Debido al costo de la mano de obra, en áreas reducidas de cultivo tradicional se ha introducido el uso de herbicidas pre- y posemergentes; se aplica una mezcla de Karmex con Lazo en preemergencia, y de Gramoxone con Karmex para el control posemergente de las malezas.

En la región del litoral ecuatoriano, se cosecha la yuca durante todo el año: un 21% de los agricultores cosechan en enero-febrero, 21% en agosto, 22% de octubre a diciembre, y el 36% restante en los otros meses. Las épocas de cosecha bien repartidas son, aparentemente, el resultado tanto de las fechas de siembra dispersas como de la siembra de variedades de ciclo corto, mediano o largo. La edad de la yuca, al cosecharla, varía entre 5 y 17 meses, con un promedio de 10 a 11 meses.

Introducción y selección de variedades

En 1969 el INIAP y el CIAT adelantaron la colección de yuca del Ecuador, habiendo recolectado 195 variedades que se encuentran actualmente en el banco de germoplasma del CIAT.

En enero de 1976 se iniciaron los trabajos de investigación en cooperación con el Programa de Yuca del CIAT. Hasta el momento se han introducido 18 variedades y 20 híbridos que se evaluaron en cinco ciclos de pruebas regionales en la Estación Experimental Pichilingue, situada en Quevedo, provincia Los Ríos.

Desde el segundo ciclo, estas pruebas fueron adelantadas en otras localidades como Santo Domingo de los Colorados en la región occidental, y Napo en el oriente. A través de la división de extensión rural del INIAP se sembraron también pruebas regionales en las localidades El Tambo, Malacatos, La Toma y Macará, en la provincia de Loja. Estas localidades están situadas a 1400, 1600, 1200 y 430 msnm, respectivamente. En Pichilingue se han hecho ensayos sobre control de malezas y fertilización los cuales, junto con las pruebas regionales, han suministrado información suficientemente clara y firme como para pensar en un esfuerzo investigativo más intenso.

Como se aprecia en el Cuadro 1, con las prácticas sencillas y de bajo costo recomendadas por el CIAT se pueden obtener rendimientos que superan, en promedio, las 20 t/ha al año sembrando materiales mejorados. También ha sido posible duplicar el promedio de rendimiento nacional de las variedades locales, pero usando la tecnología mejorada que consiste básicamente en:

1. Buena preparación del suelo
2. Selección y corte recto de las estacas
3. Tratamiento de las estacas
4. Siembra en caballones
5. Siembra en posición vertical
6. Buen control de malezas

La nueva tecnología es directamente responsable del aumento en la producción de la variedad local Yema de Huevo, duplicando (19.5 t/ha) el promedio nacional de rendimiento. El promedio más alto obtenido con materiales introducidos en, por lo menos, tres ciclos de prueba, lo presentan las variedades ICA HMC-7, M Col 1684 y CM 305-41 con 41.2, 34.4 y 33.7 t/ha, respectivamente. La variedad CMC-40 se sembró durante los cinco ciclos y arrojó un rendimiento, en promedio, de 28.6 t/ha que representan un aumento de 217% sobre el promedio nacional. Este resultado indica el potencial de producción de yuca que se obtiene en Ecuador cuando se siembran variedades promisorias.

Cuadro 1. Resultados obtenidos con algunas variedades promisorias de yuca en cinco ciclos de pruebas regionales en Pichilingue¹.

Variedades	Ciclos de pruebas										Promedio	
	1976		1977		1978		1979		1980			
	MS Rndto. (%)	(t/ha)	MS Rndto. (%)	(t/ha)	MS Rndto. (%)	(t/ha)	MS Rndto. (%)	(t/ha)	MS Rndto. (%)	(t/ha)	MS Rndto. (%)	(t/ha)
CMC-40	28	24.6	28	26.4	30	36.6	30	30.4	28	25.1	29	28.6
M Mex 59	27	28.3	29	12.5	36	31.7					31	24.2
CMC-84	33	25.6	30	20.6	36	25.9					33	24.0
M Col 22	34	18.8			37	26.2					36	22.5
M Ptr 26			28	26.7	37	33.3	34	32.1			33	30.7
M Mex 17			30	25.0	35	25.5	28	23.7			31	24.7
M Col 1684			28	23.6	33	42.4	33	37.2			31	34.4
ICA HMC-7					33	41.8	33	46.3	34	35.6	33	41.2
CM 305-41					33	34.3	32	42.0	32	24.8	32	33.7
ICA HMC-1					35	31.9	33	26.5			34	29.2
CM 305-145A					37	31.4	35	33.2	38	25.7	37	30.1
CM 321-188							35	46.6	36	35.1	36	40.9
CM 323-142							35	38.5	36	31.5	36	35.0
CM 91-3									35	36.6	35	36.6
CM 342-55									34	35.9	34	35.9
CM 489-1									32	30.0	32	30.0
Yema de huevo ²	37	21.6	29	18.6	33	18.0	31	21.5	31	18.0	32	19.5
Mejor promisorio	27	28.3	28	26.7	33	42.4	35	46.6	35	36.6	31.6	36.1

¹ MS = materia seca. Rndto. = rendimiento de raíces frescas.

² Mejor variedad local

Lo más notable es que la tecnología mejorada permite a los agricultores doblar el rendimiento sembrando sus propias variedades locales. Después de evaluar el material introducido a través de las pruebas regionales, se obtuvo información complementaria sobre población óptima y control de malezas de la yuca. Así se estableció que los materiales seleccionados HMC-7 y CMC-40 se deben sembrar a una densidad de 10,000 ó 15,000 plantas/ha, obteniéndose en ambos, con la menor población, raíces de mejor tamaño comercial para consumo humano en fresco; sin embargo, para almidón o alimento animal, la población mayor es la más recomendable.

El control de malezas, en estudios realizados con la variedad CMC-40, demostró que la mezcla Alaclor + Diurón, en dosis de 2 lt/ha y 2 kg/ha, respectivamente —en preemergencia— aseguró un buen control durante los primeros 45 días del cultivo para las condiciones de Pichilingue. Esta aplicación se complementó con 1 lt/ha de Gramoxone —en posemergen-

una gran demanda potencial de información porque en esta zona, que es muy seca (600-800 mm al año), se siembra bastante yuca para la extracción de almidón.

No se puede hablar, en general, del impacto que hayan hecho los resultados de la investigación en yuca debido a que este cultivo no ha sido considerado por las esferas gubernamentales como prioritario, y en consecuencia, no hay incentivos para el agricultor. Los progresos obtenidos a nivel local son halagadores, pero todavía no se pueden medir los resultados a nivel nacional por la ausencia de un programa de yuca que extienda su influencia a todas las zonas productoras del país.

Bibliografía

- Anzules T., Vicente. 1979. Labor del INIAP en la provincia de Loja. Loja, Ecuador. 24 p. (mimeografiado).
- Benvenuti, Giancarlo *et al.* 1976. El cultivo de la yuca; instrucciones prácticas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa de Tubérculos y Raíces. Serie Cultivos no. 5. Proyecto FAO-Ecuador 71-522. Portoviejo, Ecuador. 18 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1976-1982. Programa de Yuca: informe de viaje al Ecuador.
- Cock, J. H. *et al.* 1981. La yuca en el Ecuador; recomendaciones para el desarrollo y ejecución de un proyecto de producción, secamiento y comercialización. CIAT, Cali, Colombia. 36 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador, 1976. Utilización de la harina de yuca en panificación. Boletín técnico no. 11. 29 p.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas. 1974. Sustitución de la harina de yuca por harina de trigo en la panificación. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 49 p.
- Luzuriaga, V. H. 1976. Descripción agro-económica del proceso de cultivo de la yuca en el Ecuador. Departamento de Economía Agrícola. INIAP, Ecuador. Pub. Misc. no. 33. 49 p.
- Toro, J.C. y Carcelén L., Raúl. 1980. Consideraciones generales para un programa de yuca en el Ecuador. CIAT, Cali, Colombia. 29 p.

cia y dirigido a la maleza, a los 45 días del cultivo— y más tarde, una limpieza manual.

Los mejores materiales seleccionados en Pichilingue fueron probados en otras regiones como en los valles de la provincia de Loja y en la región amazónica, Estación Experimental Napo. A la provincia de Loja fueron introducidos ocho materiales seleccionados entre 1979 y 1980, que dieron resultados excelentes considerando que el rendimiento, en promedio, de la zona es de 6.5 t/ha.

Como se aprecia en el Cuadro 2, los materiales seleccionados superaron ampliamente el promedio de las variedades regionales. Vale la pena destacar el hecho de que en estas tres localidades, tanto las variedades locales como la CMC-40 y la M Col 22 —evaluadas durante los dos años en las tres localidades— dieron un rendimiento, en promedio, por encima de las 20 t/ha.

Cuadro 2. Resultados obtenidos con ocho variedades promisorias en dos ciclos de pruebas regionales en tres localidades de la provincia de Loja¹

Variedades	Ciclo y localidad								Promedio	
	1979 Malacatos		1979 El Tambo		1980 Malacatos		1980 La Tóma			
	MS (%)	Rndto. (t/ha)	MS (%)	Rndto. (t/ha)	MS (%)	Rndto. (t/ha)	MS (%)	Rndto. (t/ha)	MS (%)	Rndto. (t/ha)
CMC 40	31	21.1	29	17.6	34	38.8	35	25.7	32	25.8
M Col 22	30	10.9	31	24.6	37	23.1	39	25.8	34	21.1
ICA HMC-7	31	27.3	31	35.2					31	31.3
CM 305-41	30	14.6	32	29.1					31	21.9
M Ptr 26	29	12.3	30	18.5					30	15.4
M Col 1684	31	7.2	28	23.2					30	15.2
CM 340-30					34	18.2	34	22.5	34	20.4
ICA HMC-1					36	35.9	38	27.8	37	31.9
Mejor local	31	18.7 ²	33	27.8 ²	36	21.2 ²	34	16.5 ¹	34	21.1
Mejor promisorias	31	27.3	31	35.2	34	38.8	38	27.8	34	32.3

¹ MS = materia seca, Rndto. = rendimiento de raíces frescas

² Lambavecana.

³ Montañez

Por sus características agronómicas deseables, su color y su tipo de raíz, los agricultores seleccionaron a ICA HMC-7 y a CMC-40 en Malacatos y El Tambo, y a MCol 22 en Malacatos.

En la provincia de Loja se hicieron también ensayos con las dos tecnologías —la mejorada y la que usa tradicionalmente el agricultor— en las

mismas tres localidades anteriores y en Macará. Se sembraron las variedades CMC-40, MCol 22 y la mejor local. Se comprobó que la tecnología mejorada es superior en cada región, siendo tal vez los componentes de mayor influencia la población de 10,000 plantas/ha y la selección de las estacas. Los de esta provincia llegan a sembrar hasta 30,000 plantas/ha.

En la región amazónica, la yuca es uno de los alimentos preferidos por los colonos y aborígenes. Esta región se caracteriza por su alta precipitación pluvial y por la acidez de sus suelos. En 1979 se instaló una prueba regional en la Estación Experimental Napo con cuatro materiales seleccionados y con la variedad local.

Como se aprecia en el Cuadro 3, de los cuatro materiales seleccionados dos rindieron más de 30 t/ha. Nuevamente se comprobó la bondad de la tecnología mejorada que puede contribuir fácilmente al aumento de la productividad sin necesidad de incurrir en mayores gastos.

En la última prueba regional de Pichilingue se detectó la presencia de la enfermedad llamada Cuero de Sapo, posiblemente introducida en el último envío de material vegetativo en forma de estacas. Por recomendación fitosanitaria, se destruyó toda la colección a excepción de los híbridos ICA HMC-7, CM 305-145A y CM 489-1, que no manifestaron la sintomatología de la enfermedad; al sembrarlos nuevamente el año siguiente, 1981, no presentaron ningún síntoma.

Cuadro 3. Resultados obtenidos con cuatro variedades promisorias en prueba regional en la estación experimental Napo.

Variedades	Almidón (%)	Raíces (t/ha)
ICA HMC-2	27.5	38.5
M Col 1684	27.9	30.7
ICA HMC-1	29.6	21.5
M Mex 17	27.0	19.4
Local	32.0	17.9

Capacitación

De los ocho profesionales ecuatorianos que han recibido capacitación en el CIAT, cinco continúan trabajando en este cultivo con mayor o menor intensidad. Donde se ha suscitado más interés por los resultados de la investigación ha sido en Loja lo que ha contribuido a una aplicación más amplia de los conocimientos desarrollados en el país. En la región occidental, provincia de Manabí (Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte, Choné) hay

LA INVESTIGACION SOBRE EL CULTIVO DE LA YUCA EN COLOMBIA

Efrén Lozada

Ing. Agr., Programa de Tuberosas, ICA, Palmira, Colombia

José Moisés Luna R.

Ing. Agr., Programa de Yuca, ICA, Caribía, Colombia

Resumen

A pesar de la importancia que este cultivo ha adquirido en Colombia en los últimos 12 años, no se ha tecnificado suficientemente debido a la dispersión de las explotaciones y a su tamaño reducido. Sólo un pequeño porcentaje de agricultores aplican la tecnología recomendada por el ICA; los más beneficiados han sido los que habitan en la región central del país.

El cultivo de la yuca se ha dispersado por todo el territorio nacional, en regiones por debajo de los 2000 msnm; sin embargo, los departamentos que más extensión siembran son Santander del Sur, Magdalena, Sucre, Bolívar, Meta, Cauca y Quindío. El área sembrada con yuca en el país fluctúa entre

170,000 y 200,000 ha, con un promedio actual de rendimiento de 11 t/ha que en el año 1973 era de 8 t/ha. Este aumento, registrado por la Oficina de Planeación del Sector Agrícola (OPSA), obedece posiblemente al impulso que la Federación Nacional de Cafeteros y el ICA han dado a la yuca en la región central del país, así como al precio tan atractivo pagado por ella en los últimos ocho años.

En el CIAT se han capacitado en producción de yuca 65 profesionales colombianos a quienes se puede atribuir, en gran parte, el aumento logrado en el promedio nacional de rendimiento del cultivo.

Introducción

Desde 1967, el Programa Nacional de Tuberosas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) inició trabajos de investigación en yuca en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) de Palmira, situado a 1000 msnm, con 23°C de temperatura, en promedio, y con 1000 mm de lluvia al año. Los suelos de este centro tienen un pH de 6.5 y son muy productivos por su alta fertilidad. Cuatro años después se había formado una colección de 230 variedades, de las cuales se han seleccionado varias por su buen rendimiento, su alto contenido de almidón y su precocidad.

En el mismo año, 1967, el ICA firmó un contrato con el Instituto de Fomento Industrial (IFI) para investigar el cultivo de la yuca en la granja Marconia-Caribia situada cerca de Aracataca, en el Departamento del Magdalena.

En 1975 se firmó un convenio entre el ICA y el CIAT por el cual, evitando la duplicación de esfuerzos, el ICA se dedicaría solamente a la multiplicación de variedades promisorias, a las pruebas regionales y a la venta de semilla. En consecuencia, se suspendieron algunas actividades de la sección de yuca del Programa de Tuberosas, como fueron, en fitomejoramiento, los cruzamientos, las evaluaciones y la selección del material, puesto que la colección de yuca se había entregado al CIAT entre 1969 y 1970.

Condiciones edafoclimáticas

Colombia tiene una extensión de 1,141,737 km² y una población de 27 millones de habitantes; el país se extiende desde los 4°13' de latitud sur hasta los 12°26' de latitud norte, y de los 66°55' a los 79°06' de longitud oeste.

Este país se halla dentro de la zona tórrida y como tal, posee climas que varían de acuerdo con la altitud: las regiones llamadas tierras calientes están situadas a menos de 1000 msnm y tienen temperaturas medias de 24 a 28°C; las tierras templadas, entre 1000 y 2000 msnm, tienen temperaturas de 17 a 24°C; y las tierras frías, entre 2000 y 3500 msnm, con una temperatura de 8 a 17°C. A más de 4500 msnm hay nieves perpetuas. La yuca se siembra en las dos primeras regiones climáticas, en todo el territorio nacional.

Estado actual de la yuca

En Colombia la yuca es producida generalmente por pequeños agricultores, para autoconsumo y para ofrecerla en mercados aledaños a su localidad. Hay, sin embargo, agricultores medianos (con más de 5 ha) que

la siembran exclusivamente para mercadeo, como en las regiones de Caicedonia, Alcalá, Montenegro, Pijao, Quimbaya, Armenia, Cerrito y Pereira.

La yuca no recibe, ordinariamente, cuidados especiales por parte de los agricultores, que la consideran rústica y creen que por eso pueden desatenderla. Por lo regular, no hay selección del material de siembra ni buen control de malezas, aunque la población sembrada — 10,000 plantas/ha — se considera adecuada. No se aplica riego ni fertilizantes y sin embargo, el promedio nacional es de 11 t/ha.

En la región de Caicedonia, situada en suelo fértil, a 1200 msnm y con 1900 mm de lluvia bien distribuida, la situación es completamente diferente. La Federación Nacional de Cafeteros, a través del Programa de Diversificación de la Zona Cafetera, inició en 1971 un proyecto de desarrollo basado en la yuca. Con la debida asistencia técnica y con crédito oportuno, se pudo aumentar el área sembrada con yuca de 50 a 1300 ha en seis años de trabajo, y el rendimiento pasó de 12 a 30 t/ha como promedio comercial de la región. Este resultado se consiguió con la tecnología recomendada por el ICA y el CIAT que consiste, fundamentalmente, en la selección de las estacas, la siembra en caballones y el control oportuno de las malezas. La nueva producción y la rentabilidad del cultivo contribuyeron a que esta tecnología se difundiera por toda la región vecina y hoy en día, de 6000 a 7000 ha han sido sembradas con yuca en la región del Quindío. Esta yuca se vende en los mercados de Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira para consumo fresco, esencialmente. El éxito del proyecto se atribuye, en gran parte, a la recomendación de la variedad Chiroza, que además de su gran rendimiento, resiste más de tres días después de la cosecha sin deteriorarse.

Selección y entrega de variedades

Antes del convenio entre el ICA y el CIAT, la sección de Yuca del programa de Tuberosas del ICA evaluó, seleccionó, recomendó y entregó a los agricultores las variedades CMC-9 (Llanera) para el Valle del Cauca y Meta; la CMC-40 (Brasileña) y la CMC-76 (Venezolana) para la región de la costa atlántica (Urabá) y para el Tolima; la CMC-57 (Palmireña) para la Costa Atlántica y Antioquia; la CMC-59 (Remediana) para Antioquia y Caldas; la Valluna o Cascarilla para el Valle del Cauca, Quindío, Risaralda y Caldas; la CMC-92 (Algodona) para el Cauca; y la Chiroza para el Valle del Cauca y Quindío.

Después de 1975, y según los resultados de las pruebas regionales hechas por el CIAT en colaboración con el ICA y con la Federación Nacional de Cafeteros, se han recomendado y entregado los híbridos ICA HMC-I e

ICA HMC-2 en el Valle, Quindío, y en las regiones del Patía y del Magdalena Medio; el ICA HMC-53 en Urabá; la variedad M Col 1684 en la Costa Atlántica, en el piedemonte llanero y en el Magdalena Medio; la variedad M Mex 59 en el piedemonte llanero y la M Col 22 en la Costa Atlántica.

Es curioso que algunos de estos materiales se consideren actualmente como locales en algunas regiones, como ocurre con M Mex 59 en el piedemonte llanero y la CMC 26 en la Costa Atlántica; se cree que otros siguen un rumbo parecido. Si existiera un aprovechamiento de la yuca diferente al consumo fresco —y de manera considerable y sostenida— aumentaría sin duda el área sembrada y la productividad del cultivo, porque se dispone de las variedades y de la tecnología, pero falta la agroindustria necesaria.

Aumento del promedio nacional

Antes de 1973 el promedio de rendimiento de la yuca en Colombia oscilaba entre 6 y 8 t/ha. En 1981 OPSA certificó que ese promedio había pasado de 8 a 11 t/ha. Este aumento se puede atribuir a los siguientes factores:

- a. Una mayor rentabilidad del cultivo.
- b. El mayor interés de los agricultores medianos y grandes por las variedades más productivas y las nuevas técnicas de producción.
- c. El ingreso de la yuca al grupo de los cultivos que reciben crédito agrícola a través del sistema de crédito del Banco de la República y, al mismo tiempo, la asistencia técnica obligatoria para la adjudicación del crédito.
- d. La difusión de nueva tecnología por el ICA en la Costa Atlántica y en Santander del Sur principalmente, y por la Federación de Cafeteros en la región central del país.
- e. La acción desplegada por el CIAT y los profesionales capacitados, en pro de este cultivo, durante los últimos 12 años.
- f. La organización del mercado fresco principalmente, lo cual ha contribuido al abaratamiento de los costos de producción del agricultor y al consiguiente aumento de la rentabilidad del cultivo.

Producción de semilla de variedades promisorias

Mantener la semilla de yuca disponible y en cantidad suficiente, sin conocer la demanda potencial de los agricultores, es una tarea muy costosa y de inciertos resultados. Desde 1976, el CNIA de Palmira, con recursos

limitados, ha hecho fructificar su modesto trabajo produciendo diferentes variedades e híbridos que satisfacen hoy un 30% de la demanda de los agricultores.

La demanda de semilla varía en función del precio del producto fresco, principal forma de mercadeo de la yuca en Colombia. Muchos agricultores permanecen a la expectativa de un aumento en los precios de cualquier producto agrícola para emprender su cultivo. Este tipo de agricultor, cuyo número puede ser muy grande en determinadas épocas, ejerce una presión enorme sobre la semilla existente porque siendo un cultivador "ocasional" de yuca, no planea la conservación de su propia semilla.

La demanda de semilla para regiones situadas por encima de los 1500 msnm es la menos atendida en Colombia, porque el número de variedades mejoradas para esa zona climática es muy reducido dado que los programas de mejoramiento se han desarrollado principalmente, con materiales provenientes de regiones bajas. Por otra parte, el cultivo de la yuca es más apropiado en regiones por debajo de los 1500 msnm donde su ciclo es más corto y facilita mejor las proyecciones anticipadas del año agrícola.

El Cuadro 1 muestra claramente la tendencia en la demanda de semilla de yuca. Se ha observado que este tipo de servicio favorece más al mediano y grande agricultor que al pequeño —al menos, los dos primeros lo solicitan más. Esta situación plantea la necesidad de establecer estratégicamente varios centros de propagación dentro de las principales zonas edafoclimáticas donde más se produce yuca, con el fin de ofrecer una distribución más equilibrada de la semilla mediante el servicio de extensión rural.

El ICA ha multiplicado y distribuido material promisorio de yuca, en mayor escala, en Palmira; sin embargo, granjas experimentales como Caribia en la Costa Atlántica, Nataima en Espinal, Tolima, y La Libertad en Villavicencio, también lo han hecho, aunque en menor escala.

Con el total de estacas vendidas (Cuadro 1) se hubieran podido sembrar unas 82 ha con variedades seleccionadas. Es interesante también la preferencia sostenida por las variedades CMC-40, CMC-76, CMC-92 y por el híbrido HMC-1, pero más notable todavía es la cantidad vendida de la CMC-40 que equivale casi a la mitad de la venta total. Si se hubiera podido atender el 100% de la demanda, los resultados serían más halagadores; sin embargo, dentro de las limitaciones presupuestales, se ha cumplido una labor satisfactoria.

Cuadro 1. Semilla de variedades e híbridos promisorios de yuca distribuida por el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del ICA en Palmira, Colombia, en 1977-1982.

Variedad o híbrido	Semilla distribuida ¹ (kg)													
	1977		1978		1979		1980		1981		1982 ²		Total	
	Gratis	Vendidas	Gratis	Vendidas	Gratis	Vendidas	Gratis	Vendidas	Gratis	Vendidas	Gratis	Vendidas	Gratis	Vendidas
CMC-40	23,000	72,500	20,463	199,775	3,955	48,580	3,915	54,400	920	23,050	1,150	23,900	53,403	422,205
CMC-76	12,000	36,700	14,073	61,855	840	6,700	8,890	19,300		3,300	1,470	53,000	37,273	180,855
HMC-1	4,200		7,318	6,900		9,700	1,870	12,650	2,000	7,950	1,640	43,650	17,028	80,850
CMC-92			150		6,725	28,500	4,480	6,700	650	1,290		1,200	12,005	37,690
CMC-9	7,000	13,000	1,923	4,195									8,923	17,195
Sata					3,715	10,600	7,300		1,180	1,350	850	550	13,045	12,500
M Col 12			300	12,500									300	12,500
Chiroza				4,925	100	3,000		1,000	210	2,140			310	11,065
CMC-57			5,750	1,700	2,090	2,000	870	1,500	1,250	2,000		2,250	9,960	9,450
HMC-2	3,500		6,208	2,145		2,250	2,050	1,800	850	900	430		13,038	7,095
CMC-59			4,450	200	1,250	2,500	930	1,500	1,100	1,000	150	1,750	7,880	6,950
HMC-53						1,050		2,850		100	290	100	290	4,100
CMC-84	2,000	3,000	4,000		4,400								10,400	3,000
HMC-6			6,208	2,200									6,208	2,200
HMC-63			120		1,275		600	970					1,875	1,090
M Col 1684					4,000								4,000	
CM 91-3										2,460			2,460	
Otros			22,996	5,075	14,745	2,500	10,890	590	810	600	1,000	3,250	50,441	12,015
Total/año	51,700	125,200	93,959	296,470	43,095	117,380	41,795	103,260	11,430	43,680	6,980	129,650	248,839	820,760

¹ Gratis = estacas obsequiadas para multiplicación, evaluación o investigación.

² Solamente cuatro meses.

Bibliografía

- Paternina, Osmar; Vence, Jaime; y Arango T., Fabio. 1975. Investigación de yuca en Marconia-Caribia. En: *Manual práctico para la producción de yuca o mandioca*, no. 111. Bogotá, Colombia. p. 51-61.
- Varón C., Luis Alberto y Gartner G., Jorge Jairo. 1975. Otras anotaciones sobre el cultivo de la yuca. En: *Manual práctico para la producción de yuca o mandioca*, no. 111. Bogotá, Colombia p. 27-38.

LA TRANSFERENCIA DE GERMOPLASMA Y DE TECNOLOGIA MEJORADA MEDIANTE LA COOPERACION INTERNACIONAL

Julio César Toro

Agrónomo, Programa de Yuca, CIAT, Cali, Colombia

James H. Cock

Coordinador, Programa de Yuca, CIAT, Cali, Colombia

Resumen

Generar y transferir tecnología es uno de los objetivos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Sin embargo, para su cabal cumplimiento éste necesita contar con el interés de los países que desean establecer programas de investigación y extensión, o adelantar proyectos de desarrollo, actividades que demandan también la capacitación del recurso humano.

Aunque la yuca ocupa el tercer lugar en la producción agrícola total del trópico, su importancia en las políticas de gobierno de casi todos los países de América Latina y El Caribe es escasa o secundaria, cuando debería ocurrir todo lo contra-

rio; prueba de ello es que los recursos destinados a investigación para los cultivos básicos que suministran carbohidratos a la población ocupan el último lugar en importancia en los países en desarrollo. En este trabajo se describen los métodos más efectivos para hacer llegar la tecnología del Programa de Yuca del CIAT a las instituciones nacionales y de éstas a los agricultores, quienes son los verdaderos usuarios de esa tecnología.

Se presentan algunos resultados del desarrollo del cultivo en varios países de América Latina y El Caribe que han alcanzado un notable progreso tanto en la investigación como en la aplicación de la nueva tecnología de producción de yuca.

Introducción

Qué está haciendo el CIAT para asegurar que la tecnología desarrollada en ese Centro llegue al agricultor? Esta es la pregunta que más frecuentemente se escucha tanto de los donantes del CIAT como de los miembros de esta institución. Ese interrogante merece un poco de reflexión, ya que la transferencia de tecnología es un componente fundamental de los objetivos del CIAT, que rezan: *“Generar y transferir tecnología mejorada en colaboración con las instituciones nacionales para contribuir al aumento de la producción y la productividad y a la mejora de la calidad de ciertos productos en los trópicos de América Latina y El Caribe, principalmente, ayudando así a que los productores y consumidores, especialmente aquellos de bajos recursos, puedan aumentar su poder de compra y mejorar su nutrición”*

El CIAT, como institución, no puede por sí solo comprometerse activamente en la transferencia de tecnología, a nivel de extensión en gran escala, ya que no dispone de extensionistas profesionales calificados y probablemente nunca los tendrá en virtud del mandato actual. Teniendo en cuenta que la tecnología disponible debe ser ajustada o modificada antes de ser liberada a los agricultores de diferentes regiones, es obvio que las organizaciones encargadas de realizar la transferencia o extensión deben ser las mismas que contribuyeron al desarrollo final y al ajuste de aquella tecnología. Reconociendo además que la transferencia de tecnología en América Latina y El Caribe es bastante débil, el CIAT debería hacer todo lo que esté a su alcance para estimular a las instituciones nacionales e internacionales a mejorar sus servicios de extensión.

Aspectos del cultivo de la yuca

La yuca es un cultivo originario de América Latina pero se le concede importancia escasa o secundaria en las políticas de desarrollo de casi todos los departamentos de planeación nacional de los países en vías de desarrollo, cuando debería ocurrir todo lo contrario. La inversión del sector público en la investigación de los productos agrícolas que sirven de fuente básica de carbohidratos es muy baja tratándose de la yuca (Cuadro 1). En 1971 no se habían asignado partidas presupuestales grandes a la yuca pero ya hay programas de yuca fuertes en América Latina. No se puede esperar, desafortunadamente, una gran ayuda del sector privado, la que sí se da a cultivos como la caña de azúcar, la papa, el trigo y el sorgo.

En relación con la producción de calorías y su utilización en el consumo humano directo, la yuca ocupa el cuarto lugar en importancia en los países en vías de desarrollo, después del arroz, la caña de azúcar y el maíz (Cuadro 2); respecto a su producción total como cultivo, ocupa el tercer

lugar en el trópico después de la caña de azúcar y del arroz (Cuadro 3). En 1980 la producción mundial de yuca alcanzó aproximadamente, 122 millones de toneladas; dado que la yuca tiene alrededor de 35% de materia seca, su producción equivale a unos 40 ó 50 millones de toneladas de granos. Entre 1960 y 1980 la producción aumentó, más o menos, a la misma tasa de la población, mientras el rendimiento ha variado poco: el aumento en producción se ha debido principalmente al aumento del área sembrada.

Cuadro 1. Gasto anual dedicado a la investigación en alimentos básicos carbohidratados en los países en desarrollo, 1971-1972.

Producto agrícola	Valor producto (millones US\$)	Gasto estatal en investigación	
		(millones US\$)	(%)
Sorgo	1,500	12	0.77
Maíz	4,000	29	0.75
Papa	1,000	8	0.68
Trigo	6,000	35	0.65
Caña de azúcar	6,000	30	0.50
Arroz	13,000	34	0.26*
Batata	4,000	3	0.09
Yuca	6,000	4	0.07

* Arroz irrigado = 0.40

Fuente: Academia Nacional de Ciencias, 1977, Estudio Alimento y Nutrición, vol. V, p. 52.

Cuadro 2. Calorías producidas y utilizadas —como alimentos básicos— en consumo humano directo, en el trópico.

Cultivo	Calorías (Kcal x 10 ¹²)	
	Producidas	Consumidas
Arroz	2043	924
Azúcar (caña y remolacha)	926	311
Maíz	600	307
Yuca	178	172
Sorgo	208	147
Millo	204	128
Trigo	1877	100*
Papa	434	54
Banano	44	32
Plátano	30	30
Batata dulce	208	30

* Excluyendo Brasil, México e India, donde las mayores zonas de producción de trigo están fuera del trópico. Fuente: FAO 1975-1977, Food Balance Sheets.

Cuadro 3. Producción total de yuca y de otros cultivos en el trópico.

Cultivo	Producción (t x 10 ³)
Caña de azúcar	598,900
Arroz	173,510
Yuca	111,600

Fuente: FAO, 1978

La producción, en cal/ha por día, de yuca en tierras marginales, es mayor que la de cualquier otro alimento básico conocido. Cuando se considera que actualmente hay poca disponibilidad de tierra buena sin cultivar para la expansión agrícola y hay una gran carencia de calorías en la dieta de las poblaciones de menores ingresos en los trópicos, el potencial de la yuca es obvio.

Aunque el rendimiento potencial de la yuca parece ser muy superior al de otros cultivos ampliamente investigados (experimentalmente, 70 t/ha), el rendimiento promedio mundial es de sólo 8,7 t/ha. Se ha sugerido (Cock, 1974) que los rendimientos de la yuca a nivel de finca son bajos debido principalmente, a las prácticas agronómicas deficientes y a la falta de variedades de mayor potencial de rendimiento; dos razones más podrían aducirse: la ausencia de programas nacionales de yuca y la falta de servicios de extensión.

Aproximadamente, dos terceras partes de la producción mundial se utilizan para consumo humano porque la yuca es un alimento básico en la dieta de más de 500 millones de habitantes en el trópico; el resto se usa como alimento para animales o con fines industriales.

Producción en América Latina y El Caribe

Teniendo en cuenta que solamente tres países —Brasil, Colombia y Paraguay— producen el 92% de la yuca cultivada en América Latina y El Caribe, los datos del Cuadro 4 sugieren que cerca de la mitad del área sembrada en el continente está localizada en propiedades menores de 10 ha, y las dos terceras partes en fincas menores de 20 ha. Esta situación dificulta la acción de transferencia de tecnología debido al crecido número de propiedades y de agricultores, muchos de ellos con parcelas de minifundio.

Dentro de este esquema, el principal objetivo de esa transferencia, que es el pequeño agricultor, hace más manifiestas algunas de sus principales

limitaciones. El pequeño agricultor padece restricciones de tierra y capital y en algunos casos, de mano de obra, aunque generalmente ésta se suple con la mano de obra familiar, la que a la vez consume también una parte considerable de la producción.

Cuadro 4. Distribución de las fincas yuqueras según su tamaño, en tres países latinoamericanos.

País	Proporción (%) de fincas de:				
	10 ha	10-19 ha	20-49 ha	50-99 ha	100 o más ha
Brasil	45.7	14.9	18.4	8.0	13.0
Colombia	41.2	26.5	15.6	13.0	3.7
Paraguay	52.3	19.6	13.0	10.7	4.4

Fuentes: IBGE 1970 VIII Recenseamento Geral, Rio de Janeiro, 19/3.

DANE 1970 Boletín Mensual de Estadística, no. 222

BIRD, 1976. The Agricultural Sector of Paraguay, Rep. 933-8A

Usualmente el pequeño agricultor tiende a minimizar el riesgo más bien que a maximizar el ingreso, puesto que la yuca es un producto perecedero y él tiene poco acceso tanto a los insumos como a los mercados; éstos, cuando existen, son en su gran mayoría, muy rudimentarios.

El aumento de producción de yuca en América Latina (excluyendo Argentina) no ha acompañado al de los granos; en consecuencia, la brecha se ha ensanchado y los precios se han disparado, principalmente en regiones de alto consumo de yuca como en el nordeste brasileño.

Los precios de la yuca, en este continente, no gozarán de la oportunidad de ser competitivos mientras duren los actuales rendimientos. Para agravar más esta situación, la importación de granos sobrepasa su exportación en la mayoría de los países de América tropical.

La importación de granos implica la necesidad de fuentes básicas de energía cuya producción debe hacerse a bajo costo. Por consiguiente, la tecnología generada por el Programa de Yuca del CIAT debe exigir al agricultor el mínimo de insumos comprados.

La nueva tecnología de producción

Desde su fundación en 1971, el Programa de Yuca del CIAT ha concentrado sus recursos en la generación y el desarrollo de una tecnología fundada en el germoplasma seleccionado y mejorado, y en las prácticas agronómicas y fitosanitarias sencillas y baratas.

Si se examinan cuidadosamente los logros alcanzados hasta el momento en la investigación con la yuca para aumentar su producción —tanto en el CIAT como en las instituciones nacionales— y a la vez se hace un inventario de la tecnología disponible, se comprende fácilmente que los resultados obtenidos son suficientes para causar impacto en cualquier país del continente, siempre y cuando los aplique el agricultor. Esta tecnología se podría resumir en las comúnmente llamadas “reglas de oro” que consisten básicamente en:

1. Buena preparación del suelo
2. Selección y protección de las estacas
3. Uso de estacas de 20 cm. y con 5 yemas como mínimo
4. Siembra sobre caballones cuando los suelos son pesados y llueve más de 1200 mm al año
5. Población óptima de plantas según el clima, la fertilidad del suelo, el vigor de la planta y su hábito de crecimiento
6. Control oportuno de las malezas
7. Rotación del cultivo, por lo menos, cada tres años.

Los resultados de siete años de validación de esta tecnología, hecha por la sección de pruebas regionales del Programa de Yuca del CIAT, en 12 localidades colombianas (Cuadro 5) con diferentes condiciones edáficas y climáticas, indican claramente que el rendimiento de las variedades locales puede duplicar al que normalmente han obtenido de ellas los agricultores comerciales bajo condiciones similares; más aún, el rendimiento de las variedades seleccionadas puede triplicar al que obtienen los agricultores (Cuadro 6).

Resultados parecidos a los de las pruebas regionales colombianas se obtienen en las pruebas internacionales (Cuadro 7). Sin embargo, esta tecnología tan sencilla no ha causado verdadero impacto en muchos países porque posiblemente la gran mayoría de los agricultores yuqueros no la conocen, o si la conocen, no hay incentivos para aumentar la producción. En este orden de ideas, podrían trascurrir cien años más investigando sobre yuca, y no sucedería nada si la tecnología no llega a los usuarios.

Cómo causar impacto

Antes de que la tecnología desarrollada por el CIAT llegue a los agricultores, ciertos requisitos deben ser satisfechos:

- a. Que las instituciones nacionales demuestren un interés verdadero en recibir esa tecnología.
- b. Que las instituciones nacionales desarrollen una tecnología que satisfaga sus propias condiciones.
- c. Que las instituciones nacionales transfieran dicha tecnología a los agricultores.

Cuadro 5. Siete años de pruebas regionales y de mejoramiento de la yuca en 12 localidades de Colombia.

Material	Rendimiento (t/ha)	Materia seca	
		(%)	(t/ha)*
Variedad			
M Col 1684	30	31	9.3 (55)
CMC-40	28	30	8.4 (55)
M Ven 218	25	33	8.2 (28)
M Col 22	22	34	7.4 (47)
Híbrido			
CM 321-188	33	35	11.4 (24)
CM 489-1	35	29	10.3 (23)
CM 91-3	29	34	9.8 (25)
CM 342-170	29	33	9.4 (21)
CM 342-55	32	29	9.2 (22)
CM 507-37	28	31	8.8 (20)
CM 523-7	23	37	8.4 (20)
Mejor variedad local	17	33	5.7 (79)

* Los números entre paréntesis indican los ciclos de prueba a que fue sometida la variedad.

Cuadro 6. Rendimiento de la yuca en siete ciclos de pruebas regionales en Colombia, en 1981.

Variedades	Rendimiento (t/ha)
Promedio nacional	11*
Mejores locales	20
Mejores promisorias	35

* En 1973 8 t/ha

Sin embargo, para cumplir esos requisitos, es necesario que la tecnología mejorada reúna, a su vez, dos condiciones fundamentales:

- Que sea biológicamente excelente
- Que sea rentable.

Respecto a la primera condición, el aumento de rendimiento debe ser siquiera un 25% superior al del agricultor, pero de tendencia estable durante muchos años. La nueva tecnología debe satisfacer además, las exigencias del mercado que, tratándose del consumo fresco, implica algu-

nas preferencias en el consumidor por el color de la corteza de la raíz, principalmente. Respecto a la segunda condición, la rentabilidad buena o mala es tal vez la razón principal para que un agricultor acepte o rechace una variedad o tecnología nuevas.

Además de los requisitos antes mencionados, para que una tecnología cause impacto es preciso que haya una política de gobierno seria y firme sobre el cultivo de la yuca, y que surja un verdadero interés por favorecerla en la empresa privada y en el mercado local. También entran en juego otros factores sociales y económicos.

Cuadro 7. Rendimiento de la yuca en pruebas regionales hechas en 19 localidades de 11 países latinoamericanos (promedio de seis años).

Variedad	Rendimiento* (t/ha)
CMC-40	24.2 (30)
M Col 1684	22.4 (20)
M Ven 218	22.0 (10)
M Mex 59	20.7 (13)
CMC 76	19.0 (8)
CMC 84	18.6 (10)
M Col 22	18.2 (13)
Mejor variedad local	15.7 (35)

* Los números entre paréntesis indican los ciclos de prueba a que fue sometida la variedad

Interés de las instituciones nacionales

La estrategia actual despierta cierto interés debido a la amplia circulación de documentos que describen al CIAT y su tecnología; a los contactos personales —principalmente a nivel de directores de institutos—; y a las visitas de tipo vendedor que en ocasiones hacen los miembros del Programa de Yuca cuando viajan. Un estudio cuidadoso indica que si la decisión de aceptar una tecnología depende de los altos mandos de las instituciones nacionales, cuyo tiempo es muy valioso, los documentos que ellos reciban deben destacar fácilmente los puntos vitales del mensaje.

La tecnología desarrollada por las instituciones nacionales

En algunos casos, la tecnología desarrollada por el Programa de Yuca del CIAT puede aplicarse directamente en los campos de los agricultores sin ninguna modificación; sin embargo, lo más probable es que esa tecnología tenga que ser modificada por las instituciones nacionales para que se ajuste a sus condiciones locales.

Esta operación exige un esfuerzo adicional; así por ejemplo, el simple cambio —por su ausencia del mercado— de uno de los componentes del “coctel” recomendado para la protección de las estacas, debe ser sometido a suficientes pruebas en presencia de un científico competente que asegure una adecuada dirección del nuevo trabajo de investigación, antes de que la tecnología sea finalmente liberada.

El Programa de Yuca del CIAT, con objeto de fortalecer los esfuerzos de investigación de las instituciones nacionales, ha capacitado hasta hoy en la sede del CIAT a 375 profesionales de todo el mundo, de los cuales 271 son de América Latina y El Caribe. Estos especialistas pueden y deben capacitar a los técnicos y agricultores de sus países para que se aplique al adiestramiento un factor multiplicador de efecto progresista. Gran parte de los profesionales capacitados han sido ingenieros agrónomos con poca o ninguna experiencia en investigación, que han recibido en el CIAT cursos cortos de capacitación y, en la mayoría de los casos, cursos intensivos; sólo unos pocos han adelantado períodos de capacitación hasta de 18 meses. Estos profesionales deben adaptar y desarrollar la nueva tecnología según las condiciones específicas de sus países.

Transferencia de la tecnología a los agricultores

Se supone ya elaborada una tecnología efectiva que ha superado las pruebas experimentales, las pruebas regionales de validación en diferentes medios edafoclimáticos, y las pruebas a nivel de finca en que se evalúan factores socioeconómicos. Aunque la transferencia de tecnología es esencialmente, aunque no estrictamente, un fenómeno de comunicación, se puede mirar como un proceso de continuidad: una cadena en la cual cada eslabón cumple su misión.

En yuca, a diferencia de otros cultivos, la entrega de la tecnología al agricultor recorre un proceso más lento pero, tal vez por eso, más seguro. Así, por ejemplo, la entrega de una variedad nueva de yuca no es necesariamente un suceso espectacular o ruidoso; en regiones tradicionalmente yuqueras habitadas por muchos agricultores pequeños, se puede entregar una variedad regalándoles algunas estacas para que las siembren en sus parcelas como ellos acostumbran a hacerlo, advirtiéndoles que deben someterlas a su propia observación. En otras palabras, no se les está recomendando nada. De esta manera, si la variedad es buena para ellos, casi con seguridad la vuelven a sembrar aumentando así, año tras año, el área plantada con la nueva variedad; entretanto, la someten a prueba antes de que llegue a ocupar una superficie considerable de su propiedad. La variedad que no sea aceptada por los agricultores en su primer año de prueba se descarta inmediatamente de los ensayos regionales y nunca

habrá ocupado un gran porcentaje del área sembrada por aquéllos. En cambio, la variedad aprobada por los agricultores afianza gradualmente su posición entre ellos.

El proceso anterior debe ser continuo y los extensionistas deben tratar de introducir más de una variedad nueva para observación hasta que cada agricultor haya plantado siquiera 4 ó 5 de ellas; así se minimiza el riesgo de que una enfermedad o plaga pueda atacar con igual severidad a todas las variedades ensayadas.

Programas nacionales de yuca

Cada programa nacional tiene que cumplir diferentes etapas antes de llegar a ser un programa fuerte y bien enfocado. Programas en diferentes estados de crecimiento requieren diferentes tipos de apoyo. El desarrollo de la industria yuquera y el nivel de apoyo que proporcionan a los programas nacionales las instituciones gubernamentales es muy variable en los países de América Latina y del área del Caribe, razón de más para que fluctúe la ayuda requerida por diferentes países, o aun por diferentes regiones del mismo país. Además, debe considerarse seriamente la "necesidad" que tiene un país de producir yuca y el potencial existente en él para su producción, pues no sería lógico establecer un programa de yuca en un país que no desea desarrollar el cultivo de la yuca.

Una ayuda mejor orientada y una planeación ajustada a ciertas prioridades y a limitaciones de personal, han sugerido al CIAT la clasificación de los países en tres grupos, de acuerdo con el avance logrado en ellos por el cultivo de la yuca.

Grupo A. Países con un cultivo avanzado

Estos países poseen un potencial comprobado para incrementar la producción de yuca, y la han aumentado como una meta definida dentro de su planeación nacional; en otros casos, las instituciones locales o la industria —o ambas— han manifestado un notorio interés en aumentar la producción de yuca. Los programas nacionales o las instituciones locales son suficientemente fuertes como para apoyar la industria de este cultivo.

Grupo B. Países en desarrollo con programas nacionales fuertes

Estos países tienen un sólido programa nacional de yuca y un potencial comprobado para aumentar la producción de ese cultivo, pero hasta el momento no han establecido una política nacional para elevar la producción de la yuca ni existen en ellos canales organizados para su mercadeo y utilización.

Grupo C. Países en desarrollo con programas nacionales débiles pero con necesidad e interés de aumentar la producción de yuca

Aunque el programa nacional es débil, tanto el gobierno como la industria privada han demostrado su interés en aumentar la producción. Existe además, un potencial latente para aumentarla pero no se han explorado ni las posibilidades de mercadeo ni las de utilización comercial de la yuca.

Grupo D. Países con déficit de calorías, sin interés demostrado por el cultivo, pero con buen potencial para aumentar la producción

Estos países carecen de programas nacionales de yuca; quienes toman las decisiones para estimular el cultivo no tienen un conocimiento adecuado de los beneficios que la nueva tecnología puede ofrecer para resolver el problema de la deficiencia de calorías.

Bibliografía

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. CIAT's strategy for outreach services. Cali, Colombia. Series 12E-1. 35 p.
- Cock, J.H. 1974. Agronomic potential for cassava production. En: Araullo, E.V., Nestel, B. y Campbell, M. (eds.). Cassava processing and storage. Proceedings of an interdisciplinary workshop, Pathaya, Tailandia, 1974. International Development Research Centre, Ottawa, Canada. p. 21-26. (IDRC-031e.)
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). Proyecciones de la FAO sobre productos básicos; yuca; proyecciones de la oferta, la demanda y el comercio para 1985. Roma, Italia. ESC/Proj. 78-7. 7 p.
- Nestel, B. y Cock, J. H. 1976. Cassava; the development of an international research network. International Development Research Centre. Ottawa, Canada. 69 p.
- Toro, M., J.C. 1979. Three years of cassava technology evaluation in Colombia. *Field Crops Research* 2:291-308.
- y Cock, J. H. 1980. Recomendaciones sobre el cultivo de la yuca para alcohol carburante en Colombia. En: Brekelbaum, T., Toro J. C. e Izquierdo, V., (eds.). Simposio Colombiano sobre Alcohol Carburante, 1o., Cali, Colombia, 1980. Memorias. CIAT, Cali, Colombia. p. 35-45.

GERMOPLASMA BASICO Y MEJORADO DE YUCA DISPONIBLE EN EL CIAT Y SU MANEJO POR LOS PROGRAMAS NACIONALES DE YUCA

Clair D. Hershey

Fitomejorador. Programa de Yuca, CIAT, Cali, Colombia

Resumen

El germoplasma, tanto básico como mejorado, es uno de los principales componentes de la tecnología que ofrece al mundo el Programa de Yuca del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Para que ese germoplasma pueda causar un impacto en la productividad del cultivo, es necesario que llegue a manos del agricultor y para ello, es indispensable la existencia de un programa nacional de mejoramiento —o simplemente de selección— de acuerdo con las necesidades del país que recibe el material genético.

Es también de suma importancia el interés demostrado por el gobierno y por la empresa privada además del que manifieste el

personal científico, pues no podría existir este último interés sin el primero. Satisfecho este requisito, lo que ejerce, en tercer lugar, mayor efecto en un programa de fitomejoramiento es su continuidad, tanto administrativa como respecto a la estabilidad del personal encargado de la selección del material genético de yuca.

El Programa de Yuca del CIAT dispone, para enviarlas a los países que las soliciten, de cuatro formas de germoplasma.

1. Material básico en forma de cultivo *in vitro* de tejidos meristemáticos, que se envía a programas avanzados con recursos humanos capacitados para hacer y evaluar cruzamientos.
2. Híbridos de cruzamientos ampliamente evaluados en diferentes condiciones edafoclimáticas de Colombia, que se seleccionan para cada país de acuerdo con sus necesidades. Este material también se envía como cultivo *in vitro*, y preferiblemente a programas que no pueden hacer los cruzamientos específicos.
3. Cruzamientos dirigidos o controlados, material que se envía en forma de semilla sexual principalmente, a programas avanzados que puedan manejar poblaciones segregantes.
4. Cruzamientos de polinización abierta —también conocidos como policruzamientos— que se envían en forma de semilla sexual a programas avanzados. A diferencia de los cruzamientos dirigidos, éstos tienen un padre común ampliamente probado en las condiciones ambientales para las cuales se solicita el cruce en algún país.

Introducción

Uno de los principales componentes de la tecnología ofrecida por el CIAT es el germoplasma básico y mejorado. Este germoplasma se distribuye según la demanda y el interés de los programas nacionales y según su estado de desarrollo. El propósito de este trabajo es describir brevemente las diferentes formas de germoplasma disponible en el CIAT y el manejo e infraestructura requeridos para cada una de ellas. Se hace mayor énfasis en el manejo de la semilla sexual, por ser el aspecto más desconocido —y con más potencial para el futuro— en el mejoramiento de la yuca.

Germoplasma disponible en el CIAT

El germoplasma de yuca se puede clasificar respecto a su forma de propagación (vegetativa o por semilla sexual) y a su estado de desarrollo medido por su manipulación genética y su selección.

Material vegetativo

Material básico. El material básico del germoplasma es, principalmente, la colección de variedades primitivas, locales o regionales, halladas en fincas de agricultores. Es un banco o fuente de diversidad amplia respecto a casi todas las principales características de la yuca. Actualmente, consta de 2676 accesiones procedentes de 15 países (Cuadro 1).

El banco de germoplasma del CIAT ha sido evaluado, en su mayor parte, en diferentes zonas edafoclimáticas de Colombia; aunque posee gran variabilidad, se puede generalizar sobre algunas de sus principales características:

a. El potencial de rendimiento de casi todas las accesiones es débil y se manifiesta principalmente, en un bajo índice de cosecha considerado éste como la relación del peso de las raíces sobre el peso total de la planta.

b. La frecuencia de accesiones con alto nivel de resistencia a una enfermedad o insecto dado es generalmente baja, y la frecuencia de clones con alta resistencia a todas las enfermedades o insectos de importancia potencial en una región, es más baja aún.

c. Aunque la yuca, como especie, se adapta bien a un amplio rango de condiciones edafoclimáticas, el rango de adaptación de una accesión dada parece ser limitado.

En resumen, la mayoría de las accesiones del germoplasma de yuca parecen estar adaptadas a las condiciones de agricultura primitiva donde fueron seleccionadas, pero no responden a prácticas culturales que creen mejores condiciones. Sin embargo, hay importantes excepciones. Por con-

siguiente, el germoplasma básico es más útil como fuente de genes de un programa de cruzamiento y selección. Además, las accesiones más escogidas pueden servir directamente como nuevas variedades. El germoplasma básico se mantiene en forma vegetativa y se puede entregar a los programas nacionales como plántulas *in vitro*.

Cuadro 1. Origen del germoplasma de yuca del CIAT y número de accesiones mantenidas en ese Centro.

País de origen	Accesiones de yuca en CIAT (no.)
Colombia	1759
Venezuela	253
Brasil	183
Perú	150
Ecuador	125
Cuba	73
México	65
Panamá	21
Puerto Rico	16
Costa Rica	16
República Dominicana	5
Paraguay	3
Bolivia	3
Malaysia	3
Tailandia	1
Total	2676

En términos de la utilidad que brinda a los programas nacionales, el germoplasma básico se puede clasificar en dos categorías. La primera comprende aquellos clones seleccionados, en las condiciones de Colombia, por su comportamiento superior respecto a rendimiento, calidad de raíces, resistencia, y precocidad, entre otros caracteres. Estos clones podrían considerarse como promisorios y ser utilizados directamente como nuevas variedades en un programa nacional, después de una evaluación apropiada.

La segunda categoría contiene clones seleccionados, no por un extraordinario comportamiento general, sino por las características valiosas que posean para un programa de hibridación. Se justifica introducir estos clones únicamente cuando el programa nacional está en capacidad de hacer hibridaciones.

Híbridos seleccionados. Son clones ampliamente probados en diferentes condiciones edafoclimáticas. Estos híbridos, seleccionados por el CIAT,

son más apropiados para programas que no se hallan en condiciones de hacer sus propios cruzamientos, y están interesados en recibir material avanzado. Un programa nacional debe seleccionar las líneas o híbridos del CIAT de acuerdo con su comportamiento en condiciones similares a las de Colombia. Tanto los híbridos como el material básico del banco de germoplasma se pueden introducir como plántulas *in vitro*.

Semilla sexual

Aunque la forma tradicional de propagación de yuca es su material vegetativo, muchos clones producen semilla sexual. Debido a la heterocigocidad de todo clon de yuca, siempre hay segregación en la descendencia o progenie. Cada planta procedente de semilla es genéticamente distinta a los otros descendientes. Por tal razón, la propagación sexual en la yuca no sirve como método de multiplicación comercial, sino como medio de selección en un programa de fitomejoramiento.

El germoplasma de yuca disponible en forma de semilla sexual en el CIAT se puede clasificar en tres grupos, basándose en el nivel de selección de los padres y en la forma de polinización:

Material básico. En el CIAT se está recolectando semilla sexual de todos los clones del banco de germoplasma, como también de los clones progenitores; esta semilla sirve como fuente de genes básicos para un programa de fitomejoramiento. Sin embargo, la utilidad de estas semillas es limitada; en primer lugar, las semillas son el resultado de una polinización abierta donde no se conoce la fuente del polen, y en segundo lugar, como las semillas se recolectan en una parcela de varias plantas del mismo clon, hay una alta probabilidad de autofecundación que resulta en una drástica disminución del vigor de las progenies.

En general, el material básico en forma de semilla sexual contribuye a ampliar la base del germoplasma en un programa de mejoramiento pero se cree que la frecuencia de progenies promisorias, resultantes directamente de tal material, sería más bien baja.

Cruzamientos controlados. En el CIAT se seleccionan los clones de yuca según su comportamiento en las diferentes zonas edafoclimáticas de Colombia, y según su supuesto comportamiento en el país interesado en ellos.

Por otro lado, los programas nacionales pueden seleccionar los padres conforme a su propio criterio, y el CIAT los cruza para luego enviar la semilla al país interesado. Se espera que algunas de las progenies contengan las características favorables de ambos padres. En estos cruzamientos controlados, no hay posibilidad ni de autofecundaciones ni de disminución del vigor.

Cruzamientos de polinización abierta (policruzamientos). Las semillas de un policruzamiento se diferencian de las del material básico por la forma de siembra y por la selección de sus padres. En el policruzamiento se selecciona un grupo de padres y se siembran en forma tal que se pueda maximizar la interpolinización entre clones distintos. Las progenies tienen entonces un padre conocido, ya que el polen proviene de un grupo de otros clones seleccionados. Aunque existe la posibilidad de autofecundaciones, se ha minimizado por la forma de siembra en parcelas pequeñas. El uso de los llamados machos estériles contribuye también a evitar la autopolinización.

Alternativas de introducción del germoplasma de yuca: sus pros y contras

Cada forma de introducción de germoplasma tiene sus ventajas y desventajas y hay que considerarlas bien antes de tomar la decisión de introducir material genético en una región.

Material vegetativo: plántulas *in vitro*

Ventajas:

- El material enviado en forma clonal lleva normalmente información básica acerca de las evaluaciones hechas por el CIAT en Colombia. De esta manera, el país interesado puede determinar con alguna confianza qué material podría ser de utilidad y en qué zonas se adaptaría.

- Por el método del cultivo *in vitro* se elimina virtualmente la posibilidad de transferir ácaros o insectos y se reduce drásticamente el riesgo de introducir enfermedades.

Desventajas:

- El costo y el trabajo requeridos para enviar o recibir germoplasma *in vitro* es relativamente alto y la variabilidad que se puede introducir, en términos del número de genotipos distintos, es más bien limitada. La posibilidad, pues, de seleccionar un buen material para las condiciones específicas locales es también escasa.

- Para recibir y propagar materiales como cultivos *in vitro* se requiere un mínimo de capacitación y equipos de laboratorio. Aunque estos requisitos no exigen un alto nivel de sofisticación, pueden ser factores limitativos en algunos casos.

- La propagación de un material recibido *in vitro* demora más de lo normal para llegar al estado de evaluación agronómica, debido a la tasa de crecimiento, más lenta en los primeros meses, de las plantas procedentes de meristemas.

Semilla sexual

Ventajas:

- Con la semilla sexual se puede recibir fácilmente una amplia diversidad genética. Cada semilla representa un genotipo distinto y potencialmente, una nueva variedad. Por lo tanto, la posibilidad de selección para condiciones específicas de una región es mucho más alta.

- Es fácil enviar semillas y es escasa la pérdida de variabilidad durante el tiempo normal de duración del envío. Las semillas se pueden guardar durante varios años, si se desea, a temperatura y humedad relativamente bajas.

- Aparentemente, pocas enfermedades se transmiten por la semilla sexual de la yuca. El agente causal del añublo bacterial se puede transmitir por semillas pero su recolección en campos libres del patógeno puede eludir cualquier posibilidad de contaminación. Los insectos se eliminan con insecticidas.

Desventajas:

- La heterocigocidad de todos los clones existentes de la yuca hace que las semillas resultantes de cualquier cruzamiento sean genéticamente distintas entre ellas y distintas de ambos padres. Por tal razón, cualquier planta que provenga de semilla sexual no puede llevar un paquete de información básica (base de datos) como en el caso del material de propagación vegetativa.

- Para manejar semillas de yuca se precisa de personal capacitado en su siembra y en hacer evaluaciones y selecciones durante varios ciclos de cultivo para obtener al final algunas variedades mejoradas.

Manejo del germoplasma en posentrada

La primera fase de esta operación de posentrada depende de las regulaciones cuarentenarias de cada país, que varían considerablemente de un país a otro. Aquí se mencionan solamente los pasos generales del manejo dado, en poscuarentena, al germoplasma de yuca. En otras publicaciones se describen con más detalles los métodos de selección.

El manejo de las plántulas *in vitro* debe seguir los siguientes pasos:

1. Transferir las plántulas de los tubos a los potes con suelo
2. Trasplantarlas de los potes al campo
3. Multiplicarlas
4. Hacer ensayos replicados y seleccionar
5. Hacer pruebas regionales y seleccionar

6. Liberar la nueva variedad

El manejo de la semilla sexual recorre los siguientes pasos:

1. Siembra en bandejas
2. Trasplante
3. Selección de la generación F_1
4. Ensayos preliminares y selección
5. Ensayos replicados y selección
6. Pruebas regionales y selección
7. Liberación de la nueva variedad

La diferencia fundamental en el manejo de germoplasma introducido como semilla o como cultivo *in vitro* reside únicamente en las primeras fases de multiplicación y selección. En las últimas etapas de selección no hay diferencia entre las formas de introducción, pues el diseño de los ensayos y la forma de selección son prácticamente iguales. El tiempo transcurrido hasta llegar a la liberación de una nueva variedad sería, más o menos, el mismo, ya se comience con semillas sexuales o con plántulas *in vitro* siguiendo el esquema indicado arriba.

Manejo e intercambio de datos

El intercambio de germoplasma, si se aspira a obtener mejores resultados a largo plazo, implica también un intercambio de información. La información suministrada por el CIAT puede ayudar a la institución que recibe el germoplasma a conocer más detalladamente las características de éste y la mejor forma de utilizarlo. La información suministrada por un programa nacional al CIAT sobre evaluaciones practicadas con el germoplasma introducido, ayudan al CIAT a hacer los ajustes necesarios en la selección de germoplasma para que éste llene cada vez mejor los requisitos exigidos por los programas nacionales. Enseguida se resume la clase de información que acompaña el germoplasma entregado o recibido por una institución responsable.

Información suministrada por el CIAT

a. *Información sobre el germoplasma básico evaluado en Colombia.* El Programa de Yuca del CIAT evalúa los materiales del banco de germoplasma en varias zonas edafoclimáticas de Colombia, donde están sometidos a una gama de enfermedades, plagas y riesgos ambientales. Además, se

espera poder evaluar esos mismos materiales respecto a algunas de las características más estables para obtener una buena descripción varietal. Con destino a todos los programas nacionales, se publicará un catálogo con tales datos tan pronto como sea posible.

b. *Información sobre el material vegetativo seleccionado que se envía.* Todos los clones enviados por el CIAT procedentes del banco de germoplasma y los híbridos obtenidos llevan, generalmente, una base de datos generados en las evaluaciones hechas en Colombia. Se pretende que un resumen de tales datos acompañe cada remesa de germoplasma enviado como cultivo de meristemas; un modelo del formulario en que se recibe esa información aparece en el Apéndice 3, Figura 1. En vez de datos exactos, se suministrará información resumida de varios ensayos en forma de escala, para hacer más fácil la comparación entre diferentes clones; esa información servirá también para comparar el comportamiento del material en el país que recibe el germoplasma, con aquél que exhibió en el CIAT, lo cual facilitará el despacho de un germoplasma cada vez más apropiado.

c. *Información sobre la semilla sexual que se envía.* Por el hecho de que cada semilla es genéticamente distinta de sus padres, no es posible asegurar que cualquier planta procedente de semilla sexual se comporte de manera predecible. Sin embargo, como la mayoría de las características de importancia agronómica en la yuca son de herencia aditiva, las evaluaciones de los padres pueden dar una idea de los caracteres generales de las progenies en cuanto a adaptación, resistencia a plagas y enfermedades, calidad de las raíces y potencial de rendimiento. El CIAT suministrará datos de las evaluaciones de los padres cuando éstas existan.

Información suministrada por el programa nacional

El único modo de evaluar la contribución potencial del nuevo germoplasma y definir con más precisión los requerimientos varietales, es hacer buenas evaluaciones agronómicas. Cuando se suministra germoplasma del CIAT a un programa nacional, el CIAT debe ser oportunamente informado de los resultados. Al CIAT le interesa disponer de datos de —al menos— dos clases o niveles de ensayos: 1) Evaluaciones por familia de germoplasma introducido en forma de semilla sexual. 2) Evaluaciones de los clones que llegan a los ensayos más avanzados de selección, como el ensayo replicado de rendimiento, o a las pruebas regionales o, en ocasiones, a ambos ensayos.

Evaluación de familias introducidas por semilla sexual

La semilla sexual de yuca se envía generalmente desde el CIAT agrupada por familias. En la polinización controlada, las familias son de hermanos

completos y en la polinización abierta, son de hermanos incompletos. Por la relación genética entre progenies de la misma familia se espera alguna similitud en el comportamiento de las plantas, especialmente en relación con las características controladas por genes de efectos aditivos. Este fenómeno permite al fitomejorador hacer una evaluación del valor genético del cruzamiento en términos de adaptación, resistencia, calidad de raíces, y otros caracteres. En consecuencia, las evaluaciones por familia, como un promedio aproximado de todas las plantas de una familia, permiten seleccionar las mejores combinaciones y eliminar las peores, con lo cual se definen con mayor precisión los cruzamientos que el CIAT debe seguir enviando.

La evaluación a nivel de familia se puede hacer respecto a características como el vigor, el tipo de planta, la resistencia a insectos y enfermedades, la forma de las raíces y el potencial de rendimiento. Aunque se encuentra normalmente una gran variabilidad *dentro* de las familias, en promedio se puede distinguir el comportamiento *entre* familias.

En el Apéndice 3, Figura 2, aparece un ejemplo del formulario para la evaluación de la F_1 . Este se envía con los paquetes de semilla y una copia debe devolverse al CIAT, junto con sugerencias sobre nuevos cruzamientos que se deben realizar y enviar. Con esta información, y con evaluaciones de los mismos cruzamientos en otras regiones, el CIAT ajustará la selección de padres para los nuevos cruzamientos.

Evaluaciones de clones individuales en un nivel avanzado de selección

Después de pasar por las etapas preliminares de selección (ensayos de hileras y ensayos preliminares de rendimiento) los ensayos son iguales —independientemente de la forma de introducción, ya sea semilla o cultivo *in vitro*— en cuanto al tamaño de parcela, a los criterios de selección, etc. Al CIAT le interesa recibir datos sobre evaluaciones de plagas y enfermedades, rendimiento, calidad de raíces y otros factores de importancia. Fuera de los clones introducidos, se deben incluir testigos locales en los ensayos para poder establecer una mejor comparación. Las sugerencias para el diseño y evaluación de ensayos avanzados con yuca se encuentran en el Apéndice 4, correspondiente a las pruebas regionales.

Para facilitar la interpretación de los datos de varios programas de diversos países, se sugiere que todos los programas adopten un formulario estandarizado para tomar y remitir esos datos. El formulario aceptado por este Taller se ilustra en el Apéndice 4.

Infraestructura necesaria para el intercambio de germoplasma

La introducción, evaluación y selección de nuevas variedades requieren una infraestructura de personal profesional, de técnicos de apoyo, de mano de obra capacitada, de tierra, y de algunas instalaciones básicas. Sólo es posible definir, en términos generales, los recursos necesarios para un programa de selección; con todo, algunos criterios que deben orientar el intercambio de germoplasma en sus diferentes formas fueron considerados en detalle (Cock, 1982). Entre los requisitos más importantes para la introducción y multiplicación de plántulas *in vitro*, figuran:

- a. Cámara o lugar para la ambientación de las plántulas
- b. Area para observación de plántulas en potes o bolsas plásticas
- c. Lote para multiplicación de estacas (10-50 m²/clon)
- d. Campos de evaluación y selección.

Para la introducción de semillas sexuales se requiere:

- a. Bandejas o bolsas plásticas para siembra de semillas
- b. Campos de evaluación y selección.

El terreno necesario para un programa de selección de yuca depende mucho del tipo de programa. En el Cuadro 2 se estima, como ejemplo, el área necesaria para cada 1000 semillas introducidas, asumiendo un 75% de germinación de la semilla, 10% de selección hasta el nivel de ensayo replicado de rendimiento, y 25% de selección en el ensayo replicado para pruebas regionales. Cuando se introducen plantas *in vitro*, se eliminan las primeras etapas de selección y se pasa directamente de la multiplicación al ensayo replicado de rendimiento.

Cuadro 2. Area necesaria para un programa de selección de yuca.

Etapa de selección	Número de entradas	Repeticiones	Sitios	Area aproximada (m ²)
Introducción de semillas	1000	-	-	-
Generación F ₁	750	1	1	1200
Ensayo en hileras	75	1	1	800
Ensayo replicado de rendimiento	8	2	2	1000
Prueba regional	2	4	4	2000
Total				5000

En el área total calculada se asume una nueva introducción de semillas cada año, teniendo en cuenta que en cada etapa hay selección para el siguiente ciclo o etapa de prueba. Es decir, pasan varios años antes de alcanzar la fase en que estén sembradas todas las etapas de selección.

No es fácil determinar el número óptimo de introducciones de semillas que cada programa puede manejar; sin embargo, se estima que con muy pocos recursos, es posible manejar de 2000 a 3000 por año, y con suficientes recursos, un programa avanzado puede manejar muchas más.

Igualmente, es difícil definir el número óptimo de clones que se deben introducir como cultivo *in vitro*. El mínimo debe estar alrededor de diez, para tener una base genética suficiente con qué hacer alguna selección según el criterio local. El máximo lo pueden fijar las limitaciones que experimente el CIAT para enviar material, tanto como las que afecten al país receptor para propagarlo y multiplicarlo. Se considera que de 30 a 50 clones es el máximo que razonablemente se puede manejar.

Es de suma importancia la continuidad en la selección varietal, la cual implica también la continuidad del personal profesional. La inestabilidad de ese personal —común a varios programas nacionales— acarrea una demora notoria en el logro de los resultados, pues el mejoramiento genético supone, normalmente, un flujo constante de germoplasma. En cada ciclo, las líneas seleccionadas pasan a la siguiente etapa de evaluación y se introducen nuevas líneas, de manera que siempre estarán llegando a los agricultores líneas cada vez más seleccionadas. Para que esto suceda, es indispensable la continuidad de la operación.

Más importante, sin embargo, que la continuidad de un científico, es la persistencia del interés y de la dedicación a nivel administrativo, y la permanencia de una filosofía de selección. El sector administrativo debe definir claramente los objetivos a largo plazo y que ellos sean el cimiento filosófico de cualquier científico que se encargue, en un programa, de la evaluación y selección del material genético.

Bibliografía

- Cock, J. H. 1982. Infraestructura necesaria para el intercambio de germoplasma de yuca. En: Roca, W.M., Hershey, C., y Malamud, O., (eds.). Primer taller latinoamericano sobre intercambio de germoplasma de papa y yuca, Memorias. Cali, Colombia, 1982. CIAT, Cali, Colombia. p. 219-222.
- Toro, M., J.C.; Roca, W.M.; y Cock, J.H. 1982. Métodos de multiplicación acelerada del material genético promisorio de yuca. En: Roca, W.M.; Hershey, C. y Malamud, O., (eds.) Primer taller latinoamericano sobre intercambio de germoplasma de papa y yuca, Memorias. Cali, Colombia, 1982. CIAT, Cali, Colombia. p. 152-159.

DISTRIBUCION INTERNACIONAL DE CLONES DE YUCA *IN VITRO*

William M. Roca

Fisiólogo, Unidad de Recursos Genéticos, CIAT, Cali, Colombia

Jorge Rodríguez

Asistente de Investig., Unidad de Recursos Genéticos, CIAT, Cali, Colombia

Resumen

La yuca se propaga tradicionalmente en forma vegetativa, y casi siempre a partir de partes de tallo. Este tipo de propagación permite mantener indefinidamente la pureza genética de un clon o variedad además de su variabilidad o heterocigocidad.

La propagación de la yuca mediante la semilla sexual es menos común pero es útil en trabajos genéticos y también para introducir yuca en países que pueden manejar este tipo de material. Cada uno de los métodos de propagación mencionados tiene sus ventajas y desventajas respecto a la introducción de nuevas variedades promisorias a un país, la cual acarrea también el peligro de introducir plagas y enfermedades.

En contraste con lo anterior, el cultivo *in vitro* de meristemas caulinares y sus modificaciones constituyen la técnica más útil de propagación de la yuca. El cultivo de meristemas mantiene aislado el material vegetativo de posibles contaminantes, material que puede considerarse prácticamente libre de problemas patogénicos. Debido a que este sistema de cultivo ocupa poco espacio y tiene una alta tasa de propagación potencial, puede ser usado en el intercambio internacional de clones de yuca.

Introducción

La yuca se propaga preferentemente en forma vegetativa. La propagación vegetativa no sólo sirve al agricultor en la producción de materiales para la siembra sino que permite también al fitomejorador utilizar y mantener indefinidamente un genotipo deseado una vez que éste ha sido identificado. Además, mediante la propagación vegetativa la planta de yuca conserva toda su variabilidad genética (heterocigocidad) en un solo individuo; por el contrario, los caracteres de la planta segregan mucho cuando ésta se propaga sexualmente (Martin, 1976). Varios problemas son inherentes a la propagación vegetativa de la yuca; aquélla se puede convertir en una forma de diseminación de plagas y enfermedades, sobre todo —entre éstas últimas— de las causadas por organismos sistémicos como los de tipo viral, muy peligrosos por su alta trasmisibilidad y difícil detección. Por esta razón, numerosas variedades se han infectado completamente con uno o más virus, lo que ha disminuido su rendimiento y deteriorado la calidad de las raíces.

La diseminación de enfermedades con el material vegetativo de la yuca adquiere mayor peligrosidad cuando ese material se emplea para el intercambio de germoplasma entre países o regiones. El peligro puede ser aún mayor cuando las estacas se despachan del centro de origen de la yuca a otras regiones, ya que aquél también es, por lo general, centro de diversificación de plagas y enfermedades.

Avances recientes en los métodos de cultivo de tejidos permiten la propagación *in vitro* de la yuca (Kantha et al., 1974; CIAT, 1979), con ventajas evidentes sobre las formas convencionales de propagación.

Propagación de la yuca *in vitro*

El cultivo de meristemas caulinares y sus modificaciones (CIAT, 1980) se considera la técnica más práctica de propagación de la yuca *in vitro*. El cultivo de meristemas permite conservar el material vegetativo aislado de contaminantes, por lo cual aquél se puede considerar como "cultivo áxeno de la yuca". Debido a que requieren espacio pequeño y a su alta propagación potencial, los cultivos de meristemas pueden ser usados para el mantenimiento e intercambio internacional de clones de yuca. Es posible mantener bancos de germoplasma como cultivo *in vitro* con la ventaja de que ocuparán un espacio reducido, estarán limpios de enfermedades y protegidos de ellas, y su costo será menor que si se mantienen como clones en el campo. En el CIAT se realiza este tipo de trabajos (CIAT, 1980).

En una planta infectada, el número relativo de patógenos tiende a disminuir acropetalmente hacia el meristema apical del tallo (Quak, 1977). Aunque existen pocos ejemplos de la presencia de patógenos de tipo viral

en los meristemas, se puede generalizar la afirmación de que la posibilidad de la ausencia de virus en los meristemas es mayor que en los tejidos más diferenciados de la planta (Walker y Webb, 1968). Por tanto, el aislamiento cuidadoso de los meristemas apicales del tallo y su cultivo en un medio nutritivo estéril hasta lograr el crecimiento y desarrollo de plantas, constituyen un sistema de propagación vegetativa de material limpio.

El grado de limpieza aumenta si se expone el material enfermo a tratamientos físicos o químicos —o de ambas clases— que ejercen efectos deletéreos sobre la multiplicación y generalmente, sobre el movimiento del patógeno en la planta (Walkey y Cooper, 1975). El número de plantas de yuca libres de los síntomas de la enfermedad cuero de sapo fue superior al 90% cuando se cultivaron meristemas de 0.4 a 10.6 mm de tamaño, procedentes de yemas brotadas a 40°C (temperatura diurna) y 35°C (temperatura nocturna) durante tres semanas. Esta condición de limpieza se mantiene después de varias generaciones de propagación vegetativa de los materiales.

La propagación de plantas limpias de virus que se pueden obtener por el cultivo de meristemas es variable, dependiendo del virus, de la variedad y del uso apropiado de la técnica. Por este motivo, se hace necesario comprobar la limpieza de las plantas mediante la aplicación de técnicas sensitivas de detección. El conocimiento de estos métodos en la yuca es todavía fragmentario pero se realizan esfuerzos para completarlo (CIAT, 1980).

Una vez que un clon ha sido limpiado de enfermedades, debe ser multiplicado en cantidad suficiente aplicando técnicas de propagación rápida para la producción de "semilla" básica, proceso en el cual deben adoptarse medidas fitosanitarias para minimizar la contaminación de los materiales por enfermedades. Sin embargo, es de esperar siempre cierto grado de contaminación —aunque ésta puede ser prácticamente eliminada— al menos en las primeras fases de producción de semilla básica mediante el uso de técnicas *in vitro*. La modificación de las condiciones químicas y físicas del cultivo ha permitido inducir la proliferación de tallos múltiples a partir de ápices meristemáticos, tallos que pueden ser micro-propagados, a su vez, por medio del cultivo de nudos *in vitro*. El potencial de multiplicación de esta técnica eleva la producción por un factor de 10 cada mes (CIAT, 1981). El material producido por esta multiplicación puede ser mantenido, como también distribuido, *in vitro*.

Distribución de clones *in vitro*

Plántulas mantenidas *in vitro* en un medio nutritivo artificial estéril, que se desarrollaron partiendo de meristemas de 0.4-0.6 mm de tamaño cortados de brotes crecidos en termoterapia, deben considerarse libres de insectos

tos, ácaros, nematodos, hongos y bacterias (Kahn, 1977). Una contaminación —de haberla— podría ser detectada por su aparición en el mismo medio de cultivo. Si se trata de organismos fastidiosos, estos podrían ser detectados usando un medio de cultivo que pueda soportar su crecimiento. Para comprobar la ausencia de parásitos obligados, como los virus, se deberán aplicar las técnicas de detección disponibles.

Los cultivos *in vitro*, por su relativa limpieza de enfermedades, son uno de los métodos más eficaces para minimizar los riesgos de diseminación de plagas y enfermedades en el intercambio de clones de yuca. Además, por su tamaño pequeño, los cultivos *in vitro* pueden satisfacer las reglamentaciones cuarentenarias.

Esos reglamentos varían enormemente de un país a otro. Hay algunos que admiten la introducción de estacas, como ocurre en varios países de América Latina y de Asia del Sur; otros, en África y en América Latina, prohíben terminantemente esa introducción. La posibilidad de que se establezca un microorganismo de significación cuarentenaria de la yuca (Lozano, 1977) en una región será mayor cuanto más alta sea la frecuencia de introducciones de material vegetativo en la ausencia de barreras cuarentenarias. La función de los programas de cuarentena es evitar la introducción y posible establecimiento de plagas y enfermedades peligrosas: en este sentido, el uso de los cultivos *in vitro* constituye una forma de protección adicional contra dicho peligro.

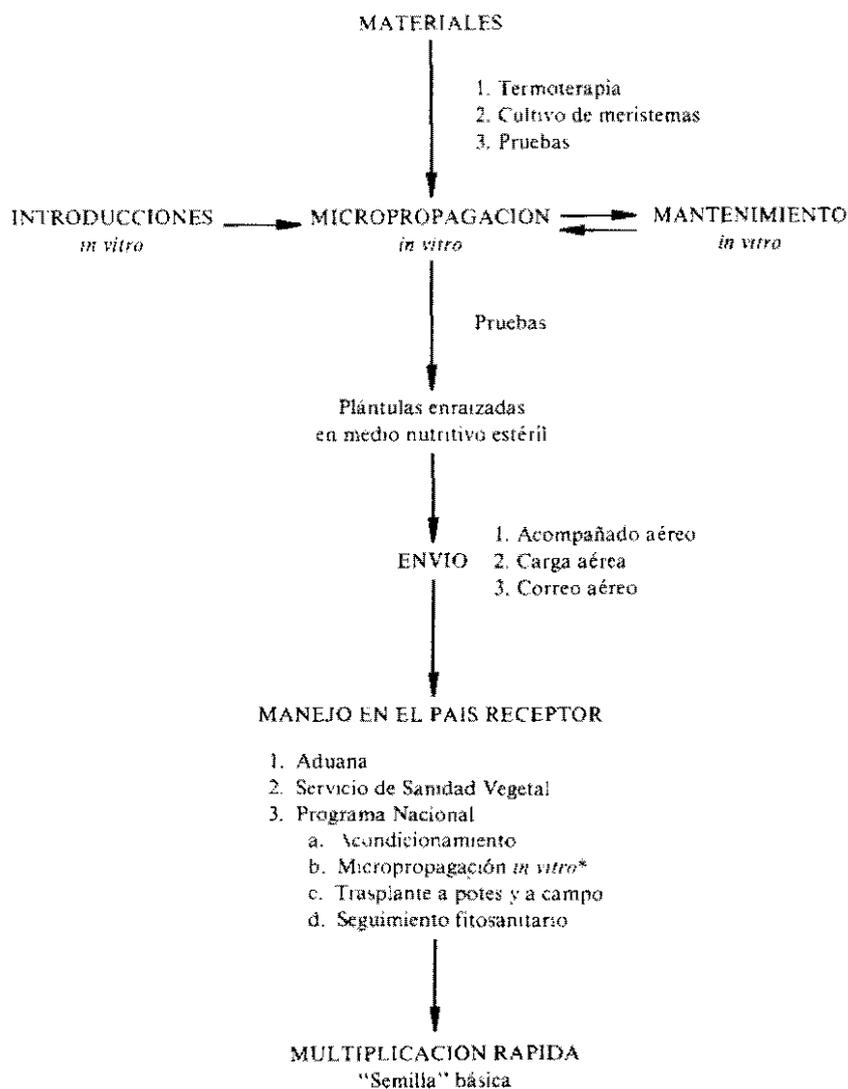
El proceso de transferencia de clones de yuca *in vitro* comprende los siguientes pasos (Figura 1):

1. *Establecimiento de los cultivos in vitro.* Se debe tener en cuenta que cuanto más sensibles sean las técnicas de detección de patógenos, mayor será la seguridad de la limpieza de los materiales para su distribución.

La forma más práctica de envío de los cultivos *in vitro*, desde el punto de vista de su facilidad de manejo en el país receptor, es como plántulas enraizadas en un medio nutritivo gelatinizado con agar.

El material clonal que se distribuye *in vitro* comprende variedades comerciales conocidas, germoplasma básico e híbridos promisorios con combinaciones de características deseables.

2. *Empaque y envío.* Los tubos se empaquetan en cajas de poliestireno que, a su vez, están protegidas por empaques de cartón. Cada paquete debe ser debidamente marcado para facilitar su rápido tránsito por las aduanas hacia los servicios de Sanidad Vegetal de cada país y de allí, al programa nacional de yuca que lo solicitó. Cada envío se hace acompañar de los documentos fitosanitarios requeridos así como de una lista de los materiales, sus características y una explicación sobre cómo deberán ser manejados.



* Opcional

Figura 1. Etapas en la distribución internacional de clones de yuca *in vitro*.

Los envíos se deben hacer, de preferencia, por vía aérea y si fuere posible, como equipaje acompañado; también pueden hacerse como carga o correo aéreo. La yuca es altamente sensible a la falta de luz, por lo que el tiempo de duración de un envío debe ser muy corto. Se ha podido determinar que envíos de duración mayor de las dos semanas producen etiolación, clorosis y por último, deterioro de los tejidos, todo lo cual dificulta la recuperación de las plantas en el país receptor. Sin embargo, ha sido posible recuperar plantas de cultivos fuertemente afectados por viajes largos enviados a varios países de Asia del Sur, Australia y Africa del Sur. El éxito logrado en estos casos se debió a la buena preparación del personal de esos países en las técnicas de micropropagación *in vitro* y de trasplante de los cultivos a macetas y al campo.

3. *Manejo en el país receptor.* Este es el paso más crítico de todo el proceso de transferencia; como ya se indicó, depende en gran medida de la preparación técnica del personal que recibe el material así como de la existencia de facilidades mínimas de laboratorio e invernadero.

Después de pasar por la aduana y por el servicio de Sanidad Vegetal, el manejo consiste básicamente en aclimatar los cultivos para su trasplante y luego hacer el trasplante a macetas usando un sustrato esterilizado, bajo condiciones de alta humedad que reduzcan la pérdida de agua de las plantas. El riego de las plantas con un fertilizante rico en fósforo durante las dos primeras semanas es crucial para lograr un buen arraigo y un crecimiento rápido de las mismas.

Cuando las plantas tienen aproximadamente 15 ó 20 cm de altura y están aparentemente adaptadas en el invernadero, se consideran listas para el trasplante al campo definitivo, que es de observación y multiplicación a la vez.

Durante el crecimiento de las plantas en el invernadero, y más tarde en el campo, se deben practicar observaciones fitosanitarias para confirmar la seguridad que se tiene de su limpieza, utilizando, si fuere posible, técnicas sensibles de detección.

Entre 1979 y 1981 se han distribuido más de 140 variedades del CIAT a numerosos países de América en forma de cultivos *in vitro*. Asimismo se han enviado más de 50 variedades a varios países de Asia del Sur, y 15 clones a otros países.

El método *in vitro* también se está utilizando para introducir en el CIAT germoplasma nuevo de yuca procedente de varios países latinoamericanos y asiáticos. Entre 1979 y 1981 se introdujeron en el CIAT cerca de 300 variedades en forma de cultivos de meristemas. Estos materiales, después

de ser micropropagados *in vitro* y trasplantados al invernadero, han sido llevados al campo para su multiplicación y uso futuro en evaluaciones de germoplasma.

El empleo sistemático de los cultivos *in vitro* sólo será efectivo si se cuenta con personal bien entrenado y con un nivel mínimo de instalaciones de laboratorio e invernadero. Aunque el costo de esas instalaciones básicas no es elevado, la experiencia ganada en la aplicación de este sistema demuestra que la creatividad para adaptar facilidades ya existentes a esta tarea y el apoyo administrativo que el personal técnico requiere, juegan un papel muy importante. Otra necesidad es el desarrollo de técnicas para la detección de virus en el material vegetativo de yuca, aplicadas tanto antes de su distribución internacional como en los países receptores.

Actualmente, resulta difícil la propagación de especies silvestres de *Manihot* por medio del cultivo de meristemas. Mientras se adecúan los métodos para lograrlo, el material silvestre de yuca se intercambia en forma de semilla sexual. El cultivo *in vitro* de embriones de estas especies permite producir plantas a partir de las semillas, salvando así el problema de la escasa germinación de estos materiales. La mayoría de las enfermedades conocidas de la yuca no se transmiten por la semilla sexual que, por este motivo, es muy aceptada para la introducción de germoplasma a varios países (Elango y Lozano, 1980); sin embargo, es también necesario que se tomen medidas sanitarias cuando se intercambian semillas que podrían diseminar patógenos desconocidos.

Bibliografía

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. Cassava program; cassava tissue culture. En: CIAT Annual Report 1978. Cali, Colombia. p. 82-88.
- . 1980. Cassava program; pathology section. En: CIAT Annual Report 1979. Cali, Colombia p. 19-26.
- . 1981. Cassava program; cassava tissue culture. En: CIAT Annual Report 1980, Cali, Colombia. p. 79-85.
- Elango, F. y Lozano, J.C. 1980. Transmission of *Xanthomonas manihotis* in seed of cassava (*Manihot esculenta*). Plant Disease 64:784-786.
- Kahn, R. P. 1977. Plant quarantine; principles, methodology and suggested approaches. En: Hewitt, W.B. y Charappa, L. (eds.). Plant health and quarantine in international transfer of genetic resources. CRC Press, Cleveland, Ohio, p. 289-307.
- Kartha, K. K.; Gamborg, O. L.; Constabel, F.; y Shyluk, J. 1974. Regeneration of cassava plants from shoot apical meristems. Plant Sci. Lett. 2:107-113.

- Lozano, J. C. 1977. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). En: Hewitt, W. B. y Chiarappa, L. (eds.). Plant health and quarantine in international transfer of genetic resources. CRC Press, Cleveland, Ohio, p. 103-109.
- Martin, F. W. 1976. Cytogenetics and plant breeding of cassava; a review. Plant Breed. Abs. 46:909-916.
- Quak, F. 1977. Meristem culture and virus-free plants. En: Reinert, J. y Bajaj, Y. P. S. (eds.). Plant cell tissue and organ culture. Springer-Verlag, New York.
- Walkey, D. G. A. y Webb, M. J. W. 1968. Virus in plant apical meristems. J. Gen. Virol. 3:311-313.
- Walkey, D. G. A. y Cooper, V. C. 1975. Effects of temperatures on virus eradication and growth of infected tissue cultures. Ann. Appl. Biol. 80:185-190.

CONCLUSIONES

Después de tres días de presentación y discusión de los temas mencionados se llegó a las siguientes conclusiones, que fueron ampliamente debatidas y luego aprobadas unánimemente en asamblea plenaria.

Definición de prioridades

Se insistió en que las prioridades se deben definir desde el punto de partida de un programa, principalmente en el área de fitomejoramiento. Aunque hay prioridades a corto, mediano y largo plazo, estas últimas son tal vez las más importantes para que el desarrollo de un programa sea armónico y tenga mayores oportunidades de éxito.

Programas de mejoramiento

Se recomendó ampliamente el establecimiento de programas de mejoramiento, fundamentales para garantizar una fuente permanente de germoplasma. Asimismo, se sugirió la siguiente secuencia de utilización del germoplasma:

- a. Coleccionar el germoplasma local, que será evaluado de acuerdo con las principales características deseables.

- b. Introducir luego materiales foráneos, preferiblemente de zonas edafoclimáticas semejantes.
- c. Hacer los cruzamientos teniendo en mente las condiciones específicas de las zonas de mayor interés para el cultivo de la yuca.

Se considera que el tamaño y alcance de un programa de mejoramiento dependen de su infraestructura y principalmente, del recurso humano y de la capacitación de éste, la que, a su vez, depende de las necesidades y del interés de cada país.

Coleccionar variedades locales

Se recomienda seleccionar germoplasma local tanto en forma clonal como en semilla sexual, con el fin de no dejar de lado la variabilidad —posiblemente amplia— que ocurre localmente de manera natural. Este tipo de colección se debe considerar como necesaria y muy conveniente, puesto que la semilla sexual, en cualquier localidad, es realmente un cruzamiento de la naturaleza.

Intercambio de germoplasma

Se subrayó la importancia y conveniencia del intercambio de germoplasma para aumentar el depósito de variabilidad genética; sin embargo, se destacó también el riesgo que se corre de introducir problemas de orden patogénico, principalmente. Aunque la responsabilidad del intercambio es compartida por quien envía y quien recibe, el riesgo mayor recae sobre este último.

El envío de germoplasma de yuca se debe hacer, preferiblemente, en forma de tejido meristemático *in vitro* que, bien manejado, minimiza el riesgo inherente a un envío, aunque no garantiza su eliminación. También se puede intercambiar germoplasma en forma de semilla sexual, siempre que haya sido tratada por el método térmico que consiste en colocar las semillas en un horno seco durante 10 días a 55 ó 60°C. Este tratamiento es bastante seguro, pues además de eliminar el agente causal del añublo bacteriano, rompe la latencia de las semillas recién cosechadas.

Formas de intercambio de germoplasma

El intercambio de germoplasma se debe hacer, en lo posible, en forma de tejidos meristemáticos *in vitro* o de semilla sexual, o de ambas formas. El intercambio en forma de estacas se puede practicar solamente en casos excepcionales, como entre países vecinos que tengan problemas comunes de plagas o enfermedades, o cuando la variedad que se intercambia es de superior calidad, o cuando el envío no es masivo.

Extrapolación de resultados

Se indicó que el envío de germoplasma debe guiarse principalmente, por el origen edafoclimático de éste, de tal manera que de una zona se envíe a zonas semejantes el mejor material ensayado, con mayores probabilidades de éxito. También se debe tener en cuenta el uso final que se dará a la yuca, ya sea para consumo humano o animal, o para la industria.

Continuidad en el manejo del germoplasma

Se acordó y recomendó que la continuidad en el manejo del germoplasma es imprescindible para poder encontrar nuevas fuentes de variabilidad genética a la vez que para asegurar la disponibilidad de materiales básicos o promisorios a quien los necesite. Esta continuidad debe reflejarse también en los principios y criterios con que se distribuye el germoplasma y en el personal que lo maneja.

Entrega de variedades

Se recomendó que la entrega de variedades de yuca a pequeños, medianos o grandes agricultores se haga sin celebraciones ruidosas. En regiones tradicionalmente yuqueras, habitadas por muchos agricultores pequeños, se les obsequian algunas estacas de 4 ó 5 variedades para que las siembren en sus propias parcelas aplicando su tecnología y las sometan a observación; las variedades, en esta etapa, no se están recomendando. Si la variedad es buena, probablemente la vuelven a sembrar los agricultores, aumentando así, año tras año, el área sembrada con las nuevas variedades; además, tienen ellos mayor oportunidad de poner la variedad a prueba rigurosa de comportamiento antes de que llegue a ocupar una superficie considerable dentro de la región. Este proceso de difusión es lento pero, a la vez, continuo y más seguro.

En regiones nuevas, sin tradición yuquera, donde grandes extensiones se han sembrado con yuca, deben establecerse programas de evaluación propios a escala comercial puesto que este tipo de productores es más exigente. Antes de entregar cualquier variedad se debe tener certeza de su comportamiento, su calidad y otras características deseables e importantes que deben figurar en una buena descripción de la variedad. Es necesario, además, contar con la infraestructura necesaria para apoyar la variedad (o variedades) cuando surjan problemas o debilidades en su comportamiento con el transcurso del tiempo.

Cuando una región cualquiera, prescindiendo del tipo de agricultor, llegue a tener 4 ó 5 diferentes genotipos o variedades de yuca, se minimiza el riesgo (por dilución de la posibilidad) de que una plaga o enfermedad pueda atacar con igual severidad a todas esas variedades.

Semilla certificada

Se recomendó que, en lo posible, se establezcan esquemas adecuados para la certificación de la semilla, dada su gran importancia en el aumento de los rendimientos. No se debe deliberar sobre lo que cuesta producir la semilla certificada sino, al contrario, sobre cuánto costaría el no hacerlo.

Es fundamental guiarse por un criterio claro sobre el modo de hacer la certificación, a la luz de los resultados que proporciona la investigación. Es necesario también que la multiplicación y la certificación sean hechas por una institución diferente de la que hace la investigación.

Para promover el uso de semilla certificada se deben dar incentivos a los agricultores, incentivos que pueden ser de orden económico, principalmente.

Intercambio de información

Se recomendó muy enfáticamente que se debe fortalecer el intercambio de información, no sólo sobre germoplasma —que es la más importante— sino en general sobre el cultivo de la yuca. Casi siempre se percibe cierta resistencia a la creación de un sistema común de información acerca del germoplasma como si se tratara de una imposición. Hay que mirar esa información, por el contrario, como una conveniencia y una simplificación que permiten hacer comparaciones más realistas.

Para un buen intercambio de información sobre germoplasma se requieren datos uniformes por parte de todos los interesados, incluyendo el CIAT. Esta institución tendrá además la responsabilidad de mantener a disposición de los usuarios un listado anual sobre el material básico y las líneas o variedades promisorias, así como información acerca de las familias de yuca. Las variedades promisorias pueden ingresar a los programas de evaluación, en las pruebas regionales, directamente después de su multiplicación.

La información sobre familias es de suma importancia para los programas nacionales puesto que incluye, de cada familia, su origen, los cruza-mientos hechos y la tendencia manifestada por ella respecto a las principales características. Es así como puede saberse qué familia tiende a adaptarse bien, a acumular un alto contenido de almidón, o a desarrollar resistencia a ciertas enfermedades o plagas.

Reunión bianual de yuqueros

Por moción unánime se recomendó, cada dos años, una reunión de investigadores y extensionistas que presenten formalmente los resultados y el progreso alcanzados en cada país. Estas reuniones tienen extrema importancia ya que permiten no sólo una mayor integración de la red de técnicos yuqueros sino además, el intercambio de técnicas y avances

recientes aún no publicados. El CIAT, en razón de la naturaleza misma de esa institución, ha ofrecido ser la sede para la próxima reunión mientras se identifiquen nuevas fuentes de financiación para este tipo de eventos.

Boletín sobre yuca

El actual boletín informativo sobre yuca se reestructurará para que circule con mayor frecuencia y con toda clase de información. El grupo expresó la necesidad de disponer de una publicación más dinámica para el intercambio de información sobre resultados y avances en el trabajo adelantado con yuca en cada país. El coordinador del Programa de Yuca del CIAT se comprometió a introducir los cambios pertinentes que transformen el boletín antes mencionado en una publicación más útil para todos.

Capacitación

Se destacó la gran importancia que tiene la capacitación del recurso humano y se insistió en la continuidad de este servicio por parte del CIAT. De los 379 profesionales capacitados hasta la fecha, 35 se han especializado en cultivo de tejidos meristemáticos lo que representa un gran avance que garantizará el intercambio de germoplasma de manera más segura. De esos 35 especialistas, 27 son de América Latina así: Brasil 3, Colombia 5, Costa Rica 2, Cuba 3, República Dominicana 1, Ecuador 1, México 6, Nicaragua 1, Paraguay 1, Perú 2, y Venezuela 2.

El CIAT se comprometió a dar una alta prioridad a la capacitación en general, y en particular, a la impartida sobre cultivo de tejidos meristemáticos.

RECONOCIMIENTO

El último día del taller se rindió un merecido homenaje de reconocimiento a los doctores Edgar Santana Normanha y Araken Soares Pereira, creadores de la variedad CMC-40. Esta variedad ha sido sobresaliente en ocho de los nueve países participantes en este Taller y actualmente es comercial en cuatro países: Brasil, Colombia, Cuba y Haití. La variedad es conocida como Mantiqueira en Brasil, Madame Jacques en Haití y CMC-40 en Cuba y Colombia. Los científicos mencionados hicieron el cruzamiento genético en el Instituto Agronómico de Campinas (IAC) de São Paulo, y por eso su nombre original es IAC 24-2. Este material fue traído al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) por el Dr. Nelson Estrada en 1967 e ingresó a la colección del CIAT en 1969; luego fue difundido a otros países gracias a los excelentes resultados de las evaluaciones hechas en Colombia.

Se decidió que el Comité Organizador del Taller enviara una carta de congratulación a los mencionados expertos en el mejoramiento de la yuca, enterándoles de este homenaje. Es muy satisfactorio que las virtudes, la dedicación, la capacitación y el ingenio se premien y estimulen para que quienes trabajan con este cultivo sientan mayor deseo de seguir adelante.

Los doctores Normanha y Pereira pueden sentirse orgullosos de su modesta pero muy significativa contribución a la ciencia.

APENDICE 1

Parámetros para el análisis de nuevas variedades de yuca en Cuba

Parámetros críticos

Potencial de rendimiento. Cuando es inferior a 45 t/ha, con un ciclo de cosecha de 11-12 meses, invalida la variedad.

Calidad culinaria. Cuando en el análisis del contenido de HCN por el método del tolueno las raíces tuberosas de variedades de consumo —comúnmente llamadas dulces— presentan un valor superior a 3, se invalida la variedad.

Calidad de cocción. Cuando las raíces tuberosas cosechadas dentro de la época óptima prevista para la variedad no se ablandan mediante la cocción, se invalida la variedad.

Resistencia a las enfermedades. Para que la variedad no sea invalidada, debe comportarse ante algunas enfermedades como se detalla a continuación:

<u>Enfermedad</u>	<u>Grado de resistencia</u>
Añublo bacterial (<i>Xanthomonas campestris</i>)	Resistente o tolerante
Superalargamiento (<i>Elsinoe brasiliensis</i>)	Resistente o tolerante

Pueden ser aprobadas aquellas variedades genéticamente susceptibles a las enfermedades señaladas si cumplen con los demás requisitos, se comportan como tolerantes cuando se plantan en la época óptima de siembra (noviembre-diciembre y enero), y se hace en ellas una correcta selección del material de propagación.

Parámetros generales

Comportamiento agronómico

- Resistencia al acamado o volcamiento
- Ciclo vegetativo corto (9-10 meses) o medio (10-13 meses)
- Porte no ramificado, o ramificado, pero erecto
- Producción superficial de las raíces tuberosas
- Cierre del campo por el follaje a los 90-150 días, según sea la época de siembra.
- Buena durabilidad de las raíces (más de 72 horas) en poscosecha en condiciones normales.

Calidad

- Buen contenido de almidón (más del 20%)
- Raíces poco fibrosas (determinable mediante pruebas de degustación)
- Sabor dulce (para variedades destinadas al consumo humano)

APENDICE 2

Sistema de certificación de semilla en Cuba

El sistema comprende las cuatro fases o categorías que debe recorrer una variedad antes de que sus estacas se consideren aptas para ser liberadas como semilla certificada.

1. **Categoría Genética u Original.** Las estacas y plantas pertenecientes a esta categoría provienen de plantas madre seleccionadas según la metodología aprobada para cada variedad; así por ejemplo, en el caso de la variedad Señorita, estas plantas deben estar libres del añublo bacteriano, del superalargamiento y de la antracnosis; deben desarrollar además, no menos de diez raíces comerciales, con un rendimiento no inferior a 11 kg por planta a los 12 meses. Finalmente, las plantas madre deben coincidir morfológicamente con la descripción botánica de la variedad correspondiente, la cual ha sido establecida con base en 25 descriptores.

2. **Categoría Básica.** Resulta de la propagación acelerada (ver métodos de multiplicación acelerada de yuca) de las plantas madre de un año de edad; se concede esta categoría a las estacas de tallos primarios desarrollados, como mínimo a los 10 meses, a partir de las plántulas derivadas de cualquiera de los dos métodos de multiplicación acelerada.

Requisitos:

1. Pureza varietal: 100%
2. Infestación por añublo bacteriano: 0%
3. Infestación por superalargamiento: 0%
4. Plantas con más de 10 raíces de tamaño comercial (por ejemplo, la variedad Señorita): 90% (mínimo)*

3. **Categoría Registrada.** Dentro de esta categoría se admiten dos generaciones sucesivas que se conocen como Registrada I (RI) y Registrada II (RII).

Requisitos:

1. Pureza varietal: 99.5%
2. Infestación por añublo bacteriano (grado 2, como máximo): 0.5% (máximo)
3. Infestación por superalargamiento: 0.5% (máximo)
4. Plantas con más de 10 raíces comerciales (ej: variedad Señorita): 85.0% (mínimo).

4. **Categoría Certificada.** En esta categoría se admiten dos generaciones conocidas como Certificada I (CI) y Certificada II (CII).

Requisitos:

1. Pureza varietal: 97.0% (mínimo)
2. Infestación por añublo bacteriano (grado 2, como máximo): 1.5% (máximo)
3. Infestación por superalargamiento: 1.5% (máximo)
4. Plantas con más de 10 raíces comerciales (ej: variedad Señorita): 70.0% (mínimo).

Inspecciones:

Durante el año se realizan tres inspecciones, a saber:

1. Al momento de la siembra, para supervisar la calidad de las estacas.
2. Entre los 5 y 6 meses de edad, para apreciar el vigor del cultivo, la incidencia de plagas y enfermedades, y la pureza varietal.
3. Entre los 10 y 15 días anteriores al inicio de la cosecha con el fin de determinar la pureza varietal, el estado fitosanitario, y los componentes del rendimiento.

En las inspecciones se muestrean al azar 100 plantas/ha como mínimo, aplicando un sistema que se podría llamar "alrededor del campo" o en cuadro, con intervalos más o menos regulares.

* Puede modificarse, según la variedad.

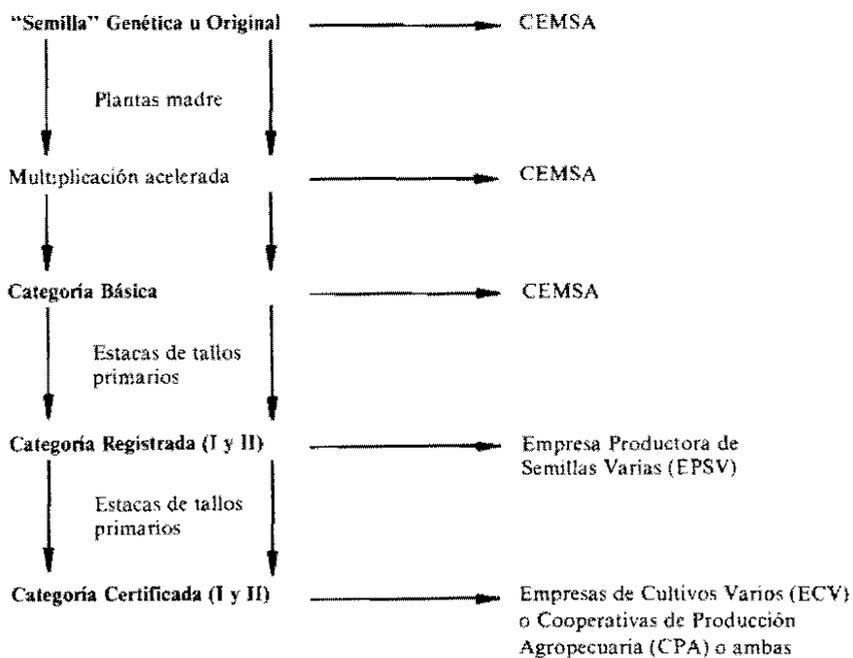


Figura 1. Esquema del procedimiento de certificación de semilla asexual de yuca.

APENDICE 3

Evaluación de progenies F_1 o F_1C_1

La evaluación de progenies a nivel de familias o cruzamientos tiene como objetivos: 1) aprovechar la similitud genética entre plantas dentro de la misma familia para evaluar el potencial de un grupo de progenies; 2) suministrar información al CIAT sobre el comportamiento de cada cruzamiento, con el fin de planear esos cruzamientos con mayores posibilidades de adaptación a las condiciones de cada programa nacional, y de que los cruzamientos sean aceptados por los programas.

Hay dos formas básicas de manejar una selección de progenies de yuca después de que ha sido introducida en forma de semilla sexual:

Selección rigurosa a partir de la F_1

Cuando los reglamentos cuarentenarios permiten introducir las semillas sexuales directamente a la zona de selección principal, se puede hacer una selección rigurosa de las plantas F_1 procedentes de la semilla sexual con base en los criterios establecidos por el programa de mejoramiento.

Poca o ninguna selección en la F_1 , con una etapa intermedia de F_1C_1

En caso de que no exista la posibilidad de establecer la siembra F_1 en una región representativa de la zona de selección principal —por regulaciones cuarentenarias

o por razones de manejo del material— una alternativa es la de propagar las progenies sembrando una sola estaca por planta con poca o ninguna selección en la F_1 . La siguiente generación se denomina C_1 , para indicar la primera generación de la F_1 . En muchos casos se puede recolectar la F_1 antes del periodo normal de cosecha (aproximadamente a los 5 ó 6 meses) para adelantar más rápidamente el ciclo de evaluación. En la F_1C_1 se siembran las estacas en grupos que representan cruzamientos, pero sin tener en cuenta el orden de las estacas dentro del cruzamiento.

Las evaluaciones se hacen promediando visualmente todas las plantas dentro del cruzamiento. Los datos, entonces, son medias tanto de los valores genéticos de los padres como de los valores de las plantas *per se*. Se sugiere hacer evaluaciones de germinación, vigor inicial y ataque de insectos, ácaros y enfermedades predominantes durante el ciclo de crecimiento. A la cosecha se evalúa la ramificación, la altura de la planta, la longitud de las raíces, el rendimiento y otros caracteres generales según los diversos criterios del programa. Se seleccionan las plantas sobresalientes para propagarlas vegetativamente y evaluarlas en los siguientes ciclos. Los criterios de evaluación son únicamente sugerencias y cada programa puede agregar sus propios criterios.

Una vez cosechada y evaluada la F_1 o la F_1C_1 , se envía una copia de esos datos al CIAT con alguna sugerencia sobre los cruzamientos deseados en el siguiente ciclo.

Toma de datos

Descripción del ensayo.

F_1 , F_1C_1	Indicar con "X" el tipo de ensayo
Programa	Nombre del instituto o programa
Responsable	Persona encargada del manejo del ensayo
Sitio	Nombre de la estación experimental, municipio, etc.
Fecha de siembra	Siembra de semillas en bandejas o en el campo, o siembra de estacas en el campo
Fecha de trasplante	Únicamente si se trata de semillas sexuales
Fecha de cosecha	

Criterios de evaluación

- *Semillas sembradas*. Para la F_1 indicar el número de semillas; para la F_1C_1 , el número de estacas.
- *Trasplante (F_1) o germinación (F_1C_1)*. Conteo del número de plántulas trasplantadas procedentes de semilla sexual (F_1) o de estacas germinadas (F_1C_1).
- *Vigor inicial*. Evaluación visual a los 3 ó 4 meses, comparando los siguientes niveles de vigor en los cruzamientos:

- 1 = Muy poco
- 2 = Poco
- 3 = Intermedio
- 4 = Grande (planta vigorosa)
- 5 = Muy grande (planta muy vigorosa)

● **Insectos, ácaros y enfermedades.** Evaluación de los problemas bióticos que se han generalizado en el ensayo, de los cuales se notan diferencias entre los cruzamientos. Se hace la evaluación de 1 a 5 según los criterios establecidos para cada enfermedad o plaga, o en forma más general, con la siguiente escala que mide el daño causado:

- 1 = Ausente o muy poco
- 2 = Poco
- 3 = Intermedio
- 4 = Mucho
- 5 = Severo (hasta plantas casi muertas)

● **Ramificación.** Número aproximado de niveles de ramificación apical:

- 1 = 1 nivel
- 2 = 2 niveles
- 3 = 3 niveles
- 4 = 4 niveles
- 5 = 5 niveles

● **Altura de la planta.** El promedio de la familia, en metros, es:

- 1 = 1.0 m
- 2 = 1.0 - 2.0 m
- 3 = 2.0 - 3.0 m
- 4 = 3.0 - 4.0 m
- 5 = 4.0 m

● **Longitud de las raíces:**

- 1 = Muy cortas
- 2 = Cortas
- 3 = Intermedias
- 4 = Largas
- 5 = Muy largas

● **Rendimiento.** Evaluación visual del rendimiento de raíces, comparándolo con el normalmente esperado en la región:

- 3 = Muy bajo
- 2 = Bajo
- 3 = Intermedio
- 4 = Alto
- 5 = Muy alto

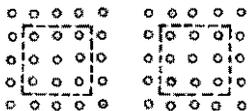
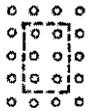
● **Evaluación general.** Evaluación del comportamiento general, haciendo una consideración balanceada de todos los factores de importancia:

- 1 = Excelente
- 2 = Bueno
- 3 = Regular
- 4 = Malo
- 5 = Muy malo

- *Otras evaluaciones o comentarios.* Observación de factores no incluidos en evaluaciones previas.
- *Selecciones.* Se indica el número de la primera y la última selección que pasa por la etapa de hileras en el campo. Cuando ya existan selecciones anteriores del mismo cruzamiento, se sigue numerando consecutivamente.

Cuadro 1. Descripción de las etapas de selección del germoplasma de yuca en el CIAT.

Etapa	Descripción	Diseño experimental
F ₁	Plantas procedentes de semilla sexual	1 planta por genotipo
F ₁ C ₁	Primera generación clonal de la F ₁ ; plantas procedentes de una estaca por planta de la F ₁ , sin selección, a los 5-6 meses de edad	1 planta por genotipo
Campo de observación (CO)	Seleccionadas de F ₁ o F ₁ C ₁	1 surco de 5 ó 7 plantas; cosecha de 3 plantas centrales; 1 repetición
Ensayo preliminar de rendimiento (EPR)	Seleccionadas del CO	4 surcos de 5 plantas; cosecha de las 6 plantas centrales; 1 repetición
Ensayo de rendimiento (ER)	Seleccionadas del EPR	5 surcos de 5 plantas; cosecha de las 9 plantas centrales; 2 ó 3 repeticiones



Cuadro 3. Evaluación de progenies F₁ o F₁ C₁ (formulario modelo).

F₁ _____ Programa: _____ Sitio: _____ Fecha trasplante: _____
 F₁ C₁ _____ Responsable: _____ Fecha siembra: _____ Fecha cosecha: _____

Cruzamiento	Semillas/Estacas sembradas	Trasplantes (F ₁) o Germinación (F ₁ C ₁)	Vigor inicial	Insectos, ácaros y enfermedades						Ramificación	Altura de la planta	Longitud de raíces	Rendimiento de raíces	Evaluación general		Otras evaluaciones o comentarios	Selecciones		
														Follaje	Raíces		Primera	Última	
Fecha																			

Cuadro 4. Datos tomados en los ensayos de mejoramiento de yuca del CIAT.

Característica o parámetro	F ₁ y F ₂ C ₁	Campo de observación (CO)	Ensayo preliminar de rendimiento (EPR)	Ensayo de rendimiento (ER)
Germinación	F	T	T	T
Vigor inicial	F	T	T	T
Floración			T	T
Resistencia a plagas y enfermedades	F	T	T	T
Volcamiento			T	T
Altura de la planta	F	T	T	T
Altura de la ramificación		T	T	T
Ramificación	F	T	T	T
Area foliar		T	T	T
Número de estacas por planta		T	T	T
Facilidad de cosecha		S	T	T
Longitud de la raíz	F	S	T	T
Longitud del pedúnculo		S	T	T
Color de la raíz		S	T	T
Forma de la pulpa		S	T	T
Forma de la raíz		S	T	T
Raíces totales		S	T	T
Raíces comerciales		S	T	T
Raíces podridas		S	T	T
Peso de raíces	F	S	T	T
Peso del follaje		S	T	T
Densidad raíces (en soln. salina)		S		
Densidad raíces (peso en agua y en aire)			S	T
HCN		S	S	T
Comportamiento general	F			

¹ F = evaluación a nivel de la familia (cruzamiento); T = evaluación de todo el ensayo; S = evaluación de las líneas seleccionadas, únicamente.

APENDICE 4

Sistema para la toma de datos en las pruebas regionales de yuca*

Las Pruebas Regionales de Yuca fueron creadas principalmente, para medir el potencial de rendimiento de las variedades promisorias en un amplio rango de condiciones ecológicas, bajo una tecnología uniforme, y teniendo como testigo la mejor variedad local en cada región.

El Libro de Campo que se presenta a continuación contiene un sistema de registro de datos, con base en la experiencia obtenida por el CIAT en las pruebas regionales durante siete años. Este libro permite emplear mejor el tiempo porque simplifica la toma de datos, sistematiza el análisis, y evita finalmente, errores en la manipulación y transcripción de la información.

La información se agrupa en ocho "registros" que contienen, cada uno, datos sobre aspectos específicos de la yuca. Los ocho registros básicos son:

1. Datos generales sobre la localidad
2. Análisis del suelo
3. Establecimiento del cultivo
4. Distribución del cultivo en el campo

* Elaborado por Julio César Toro, Agrónomo, Pruebas Regionales, Programa de Yuca, CIAT; Alonso Cañas, Asistente, Pruebas Regionales, Programa de Yuca, CIAT; y Eduardo Granados, Estadístico de la Unidad de Servicio de Datos, CIAT.

5. Brotación, control de malezas, plagas, y enfermedades
6. Plagas, enfermedades, y problemas causados por suelos
7. Datos de cosecha
8. Precipitación diaria

Las instrucciones requeridas para obtener la información de cada registro figuran en la misma hoja, o en hojas separadas cuando sea necesario. En el Libro de Campo que se usa en el CIAT, esta información se ha colocado al frente de la hoja de registro o dentro de ella misma, facilitando así la labor de quien toma los datos en el campo. Además, se levantan original y copia de la hoja de registro: el original se entrega a quien hace el análisis de los datos (Biometría) y la copia se archiva en el Programa de Yuca.

El libro se ha diseñado para 24 variedades por prueba, como máximo; en los registros 5, 6 y 7 hay una hoja para cada repetición. Las tablas de Evaluación de Plagas y Enfermedades (registros 5 y 6) se pueden complementar, si fuere necesario, desde el código 29 en adelante. En todas las escalas, 1.0 significa "planta sana" o sin síntomas visibles de daño, y 5.0 indica máximo daño.

El uso de este sistema de registro de datos permite unificar la información que se obtiene de las pruebas regionales dentro de cada país y a nivel internacional, facilitando luego el uso de esa información.

Instrucciones para llenar cualquier registro

Los datos deben registrarse claramente con letra de imprenta y números arábigos. La letra "O" se diferencia del cero escribiéndola así: Ø. El número "uno" es: 1, la letra "i" es: i, y la "ele" es: L.

El punto decimal, para los datos que lo necesiten, ya está marcado en la columna respectiva, marca que define el número de cifras decimales admitidas en cada dato. Si sobran columnas a la izquierda del punto decimal, se llenan con ceros. Si el dato es un número entero, debe colocarse éste —en las columnas— de derecha a izquierda, completando con ceros las que sobren.

Identificación: Común para todos los registros, la escribe quien asigne la libreta.

Columna	Instrucción
1 y 2	Código del país
3 a 5	Código de la localidad
6 y 7	Período: número de pruebas realizadas consecutivamente, desde la 01, en la localidad
8	Tecnología: La recomendada por el CIAT para cada región agroclimática.
9	Número del registro.

Instrucciones para el Registro 3

Columna	Fertilización y enmiendas	
35 a 37	Dosis del elemento, por ha	
38	Fuente de N:	1 = 10-20-20 2 = 10-30-10 3 = 14-14-14 4 = 15-15-15 5 = Urea 6 = Nitrato de amonio 7 = Sulfato de amonio 8 = Otra
39 a 41	Dosis del elemento, por ha	
42	Fuente de P:	1 = 10-20-20 2 = 10-30-10 3 = 14-14-14 4 = 15-15-15 5 = Superfosfato triple 6 = Superfosfato simple, 7 = Escorias Thomas 8 = Fosforita Huila 9 = Otra
43 a 45	Dosis del elemento, por ha	
46	Fuente de K:	1 = 10-20-20 2 = 10-30-10 3 = 14-14-14 4 = 15-15-15 5 = Cloruro de potasio 6 = Sulfato de potasio 7 = Sulfomag 8 = Otra
47 a 49	Cuando se aplique cal, se anotará el equivalente de carbonato de calcio.	
50 y 51	Dosis del elemento, por ha	
52	Fuente de Mg:	1 = Sulfato de magnesio 2 = Óxido de magnesio 3 = Cal dolomítica 4 = Otra

Columna	Fertilización y enmiendas	
53 y 54	Dosis del elemento , por ha	
55	Fuente de Zn:	1 = Sulfato de zinc 2 = Óxido de zinc 3 = Otra
56 y 57	Dosis del elemento , por ha	
58	Fuente de B:	1 = Bórax 2 = Otra

Instrucciones para el Registro 6

Columna	Control de plagas; problemas por suelo	
55	1 = Enfermedad, químicamente 2 = Enfermedad, eliminando el material afectado 3 = Plaga, químicamente 4 = Plaga, eliminando el material afectado 5 = Plaga, control biológico	
56	1 = Problemas de salinidad 2 = Problemas por alcalinidad	
57 a 58	Número de plantas útiles afectadas por un terreno salino o alcalino	
62 a 63	Número de plantas útiles con toxicidad, pero no plantadas en terreno salino ni alcalino	
64	Causa de la toxicidad anterior: 1 = Herbicida preemergente 2 = Herbicida posemergente 3 = Aluminio 4 = Boro 5 = Manganeso	
69 y 70	Número de plantas útiles que presentan deficiencias nutricionales.	
74	Elemento deficiente: 1 = Nitrógeno 2 = Fósforo 3 = Potasio 4 = Calcio 5 = Magnesio 6 = Azufre 7 = Zinc 8 = Manganeso 9 = Boro	
75	Manejo de las deficiencias 1 = No se corrigen 2 = Aplicación foliar	

Registros 5 y 6. Evaluación de plagas y enfermedades

Código Plaga o enfermedad

- 01 Acaro *Mononychellus* sp.
- 1.0 Planta sana.
 - 1.5 Acaros en cogollo, pocas puntuaciones en las hojas.
 - 2.0 Muchos ácaros, pocas puntuaciones en el cogollo y en las hojas terminales.
 - 3.0 Cogollo afectado, hojas adyacentes con muchas puntuaciones de un color amarillento.
 - 4.0 Cogollo deforme, hojas adyacentes con muchos ácaros, encrespamiento de las hojas.
 - 5.0 Cogollo muerto, defoliación con ácaros, caída de las hojas.
- 02 Acaro *Tetranychus urticae*
- 1.0 Planta sana.
 - 1.5 Pocos ácaros, puntuaciones amarillentas notorias en algunas hojas.
 - 2.0 Puntuaciones amarillentas moderadamente abundantes en las hojas de la parte basal y media de la planta.
 - 3.0 Hojas basales con zonas necróticas y encrespamiento; caída de algunas hojas basales.
 - 4.0 Defoliación intensa en la parte media de la planta; cogollo y hojas adyacentes con muchos ácaros; amarillamiento.
 - 5.0 Planta defoliada; cogollo muy reducido o muerto.
- 03 Acaro *Oligonychus peruvianus*
- 1.0 Planta sana.
 - 2.0 1-10 telarañas por 3 hojas basales.
 - 3.0 10-25 telarañas por 3 hojas basales.
 - 4.0 25-75 telarañas por 3 hojas basales.
 - 5.0 75 ó más telarañas por 3 hojas basales.
- 04 Trip *Frankliniella williamsi*
- 1.0 Planta sana.
 - 1.5 Puntuaciones amarillas ligeras en las hojas apicales.
 - 2.0 Cogollo y hojas adyacentes con deformaciones ligeras y puntuaciones amarillas.
 - 3.0 Deformación intensa de hojas apicales y reducción del área foliar.
 - 4.0 Cogollo completamente deformado o muerto; no hay hojas adyacentes.
 - 5.0 Síntomas de escoba de bruja: muerte del ápice y yemas laterales muertas.

Código	Plaga o enfermedad
05	Gusano cachón (<i>Erinnyis ello</i>) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana 2.0 1-3 larvas por planta; 10% de la planta afectada. 3.0 3-10 larvas por planta; 10 a 40% de la planta afectada. 4.0 10-20 larvas por planta; 40 a 70% de la planta afectada. 5.0 20 ó más larvas por planta; 70% de la planta afectada.
06	Mosca del cogollo (<i>Silba pendula</i> , <i>Carpolonchaea chalybea</i>) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 2.0 Hasta un 25% de plantas atacadas en los cogollos. 3.0 De 25 a 50% de plantas atacadas en los cogollos. 4.0 De 50 a 75% de plantas atacadas en los cogollos; retardo del crecimiento de la planta. 5.0 De 75 a 100% de plantas atacadas en los cogollos; retardo del crecimiento de la planta.
07	Mosca de la fruta (<i>Anastrepha pickeli</i> , <i>A. manihotis</i>) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 2.0 Perforaciones en el tallo; la planta presenta apariencia normal. 3.0 Perforaciones y exudado blanco o látex en el tallo; la planta presenta apariencia normal. 4.0 Perforaciones y exudado blanco en el tallo; deformaciones en el cogollo. 5.0 Cogollo muerto, con pudriciones, y caído.
08	Mosca blanca (<i>Aleurotrachelus</i> sp., <i>Aleurothrixus</i> sp., <i>Bemisia tabaci</i> , <i>B. tuberculata</i> , <i>Trialeurodes variabilis</i>) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 1.5 Menos del 20% de hojas infestadas por pupas (menos de 5 pupas/hoja). 2.0 20-40% de hojas infestadas por pupas (5-10 pupas/hoja). 3.0 40-60% de hojas infestadas por pupas (10-25 pupas/hoja). 4.0 40-80% de hojas infestadas por pupas (25-50 pupas/hoja). 5.0 80-100% de hojas infestadas por pupas (más de 50 pupas/hoja).
09	Chizas blancas (Larvas de coleópteros pertenecientes a la familia Scarabaeidae) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 2.0 Menos del 30% de la corteza de la estaca destruida. 3.0 Corteza y yemas de las estacas destruidas; la planta está aún viva.

- | Código | Plaga o enfermedad |
|---------------|---|
| 4.0 | La corteza, las yemas y las raíces de la estaca consumidas; la planta presenta marchitamiento. |
| 5.0 | Estacas con túneles en la parte leñosa, que se encuentra totalmente destruida; la plántula está muerta. |
| 10 | Trozadores superficiales (<i>Agrotis ipsilon</i>) |
| 1.0 | Planta sana. |
| 2.0 | Menos del 25% de la corteza dañada. |
| 3.0 | Menos del 50% de la corteza dañada. |
| 4.0 | 50 a 75% de la corteza dañada; hojas flácidas. |
| 5.0 | Más del 75% de la corteza dañada; plántula muerta. |
| 11 | Trozadores trepadores (<i>Prodenia eridania</i>) |
| 1.0 | Planta sana. |
| 2.0 | Menos del 25% de la corteza destruida; algunas hojas consumidas pero la planta está erecta y es viable. |
| 3.0 | Menos del 50% de la corteza dañada, pero no presenta corte en forma de anillo; algunas hojas flácidas. |
| 4.0 | Plantas con corteza dañada; cortes en forma de anillo pero con brotamientos en la parte basal. |
| 5.0 | Plantas con la corteza dañada; cortes en forma de anillo; plantas muertas. |
| 12 | Trozadores subterráneos |
| 1.0 | Planta sana. |
| 2.0 | Menos del 30% de la corteza de la estaca destruida, pero no la yema. |
| 3.0 | 30% de la corteza de la estaca destruida y algunas yemas. |
| 4.0 | 60% de la corteza de la estaca destruida y algunas yemas. |
| 5.0 | Más del 60% de la corteza de la estaca destruida y todas las yemas; no hay brotación. |
| 13 | Barrenadores del tallo (varias especies de coleópteros, lepidópteros e himenópteros) |
| 1.0 | Planta sana. |
| 2.0 | Una perforación en el tallo. |
| 3.0 | Tres perforaciones en el tallo; presencia de aserrín. |
| 4.0 | Más de tres perforaciones en el tallo; abundante aserrín; ramas rotas o muertas. |
| 5.0 | Tallo quebrado con varias perforaciones. |

- | Código | Plaga o enfermedad |
|--------|--|
| 14 | Escama blanca (<i>Aonidomytilus albus</i>) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 2.0 Pocas escamas alrededor de las yemas. 3.0 Escamas alrededor de las yemas y entrenudos. 4.0 Escamas que cubren completamente las yemas y la mitad de los entrenudos; pérdida de las hojas basales. 5.0 Cerca del 90% del tallo cubierto con escamas; caída de las hojas y secamiento del tallo. |
| 15 | Escama negra (<i>Saissetia miranda</i>) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 2.0 Menos del 10% del tallo con escamas. 3.0 Cerca del 20% del tallo y de las hojas con escamas. 4.0 Cerca del 50% del tallo con escamas; caída de las hojas. 5.0 Más del 50% del tallo cubierto con escamas; secamiento del tallo y caída de las hojas. |
| 16 | Chinche de encaje (<i>Vatiga manihotae</i> , <i>Vatiga</i> spp.) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 1.5 Pocas puntuaciones en las hojas basales. 2.0 Muchas puntuaciones en las hojas basales; la hoja toma un color amarillento. 3.0 Muchas puntuaciones en las hojas de un color amarillo-rojizo, con encrespamiento de las hojas. 4.0 Encrespamiento y secamiento de las hojas basales y encrespamiento de las hojas medias. 5.0 Defoliación en la parte basal y mediana de la planta; hojas apicales con amarillamiento. |
| 17 | Comejenes (<i>Coptotermes</i> spp.) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. 2.0 Presencia de túneles en menos del 25% de la estaca; planta viable. 3.0 Presencia de túneles entre el 25 y 50% de la estaca; planta viable. 4.0 Presencia de túneles en más del 50% de la estaca; hojas flácidas; la planta comienza a morir. 5.0 Presencia de túneles en más del 75% de la estaca; la planta está muerta |
| 18 | Hormiga arriera (<i>Atta</i> sp., <i>Acromyrmex</i> sp.) <ul style="list-style-type: none"> 1.0 Planta sana. |

Código Plaga o enfermedad

- 2.0 10% de las hojas cortadas
- 3.0 10 a 30% de las hojas cortadas.
- 4.0 30 a 70% de las hojas cortadas.
- 5.0 Más del 70% de las hojas cortadas.

19 Añublo bacterial (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*)

- 1.0 Sin síntomas visibles.
- 2.0 Manchas angulares o quemazones (o ambas).
- 3.0 Gomosis en pecíolo o tallo (o en ambos).
- 4.0 Marchitez o muerte descendente (o ambas).
- 5.0 Muerte descendente en el 70% de la planta; pudrición.

20 Mancha parda (*Cercosporidium henningsii*)

- 1.0 Planta sana.
- 2.0 Hasta un 25% de defoliación.
- 3.0 De 26 a 50% de defoliación.
- 4.0 De 51 a 75% de defoliación.
- 5.0 Más del 80% de defoliación.

21 Añublo pardo fungoso (*Cercospora viçosae*)

- 1.0 Planta sana.
- 2.0 Hasta un 25% de defoliación.
- 3.0 De 26 a 50% de defoliación.
- 4.0 De 51 a 75% de defoliación.
- 5.0 Más del 80% de defoliación.

22 Mancha blanca (*Phaeoramularia manihotis*)

- 1.0 Hojas sanas.
- 2.0 Hasta un 25% de hojas afectadas.
- 3.0 De 25% a 50% de hojas afectadas.
- 4.0 De 51% a 75% de hojas afectadas.
- 5.0 Más del 80% de las hojas afectadas.

23 Mancha de anillos circulares (*Phoma* sp. o *Phyllosticta* sp.)

- 1.0 Planta sana.
- 1.5 Menos del 20% de las hojas bajas con manchas.
- 2.0 Menos del 25% de defoliación.
- 3.0 Hasta el 75% de defoliación.
- 4.0 Defoliación total, sin chancros en el tallo.
- 5.0 Chancros en el tallo; muerte descendente o total de la planta.

- Código Plaga o enfermedad**
- 24 Superalargamiento (*Elsinoe brasiliensis* o *Sphaceloma manihoticola*)
- 1.0 Planta sana.
 - 2.0 Pocos chancros en las venas principales y secundarias de las hojas.
 - 3.0 Chancros en hojas, pecíolo y ramas; no hay alargamiento.
 - 4.0 Alargamiento.
 - 5.0 Muerte descendente.
- 25 Antracnosis (*Colletotrichum manihotis* o *Glomerella manihotis*)
- 1.0 Sin síntomas visibles.
 - 2.0 Manchas foliares (parecidas al ataque de *Cercospora caribaeae* o a una quemazón o distorsión foliar, o a ambos síntomas).
 - 3.0 Quemazón foliar; chancros en el tallo.
 - 4.0 Muerte descendente o marchitez o ambos síntomas.
 - 5.0 Muerte de más del 70% de la planta.
- 26 Roya (*Uromyces* spp.)
- 1.0 Ningún síntoma.
 - 2.0 10% de hojas afectadas.
 - 3.0 10 a 40% de hojas afectadas.
 - 4.0 40 a 70% de hojas afectadas.
 - 5.0 70% o más de las hojas afectadas.
- 27 Caída de las hojas (causas varias)
- 1.0 Planta normal.
 - 2.0 Hasta 25% de defoliación.
 - 3.0 Hasta 50% de defoliación.
 - 4.0 Hasta 75% de defoliación.
 - 5.0 Más del 75% de defoliación.
- 28 -Mancha blanca (*Phaeoramularia manihotis*)
 -Añublo pardo fungoso (*Cercospora viçosae*)
 -Mancha parda (*Cercosporidium henningsii*)
- 1.0 Sin síntomas.
 - 2.0 Síntomas en el tercio inferior de la planta.
 - 3.0 Síntomas foliares en el tercio inferior y tercio medio de la planta.
 - 4.0 Síntomas en toda la planta (tres tercios de ella).
 - 5.0 Síntomas en toda la planta con más de un 50% de las hojas afectadas.

Instrucciones para el Registro 7

Columna	Cosecha
18 y 19	PUC = número de plantas útiles cosechadas
43	0 = Ninguno
	1 = Cuero de sapo
	2 = Insecto pasador
	3 = Maleza en la raíz
	4 = Otro

REGISTRO 1 DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

CODIGO PAIS 1 2 CODIGO LOCALIDAD 3 4 5 PERIODO 6 7 TECNOLOGIA 8

Colabora(n) 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 Localidad (nombre) 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 Departamento o Estado 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44

País 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54

Altitud 55 56 57 58

Latitud 59 60 61 62 63 64 65
Grd. Min. Seg. O

Longitud 66 67 68 69 70 71 72
Grd. Min. Seg. O

Temperatura 73 74
(°C)

Humedad 75 76
Relativa (%)

Precipitación anual (mm) 77 78 79 80
o promedio periodos anteriores

Instrucciones

Columna 10 a 21 Colabora (n): Escribir nombre y apellidos; use iniciales, si es necesario, o siglas cuando se trate de instituciones.
Los nombres se escriben de izquierda a derecha en las columnas, dejando en blanco las columnas sobrantes.

**PROYECTO PRY (PRUEBAS REGIONALES DE YUCA)
LOCALIDAD**

PERIODO

TECNOLOGIA

DURACION
DEL PERIODO

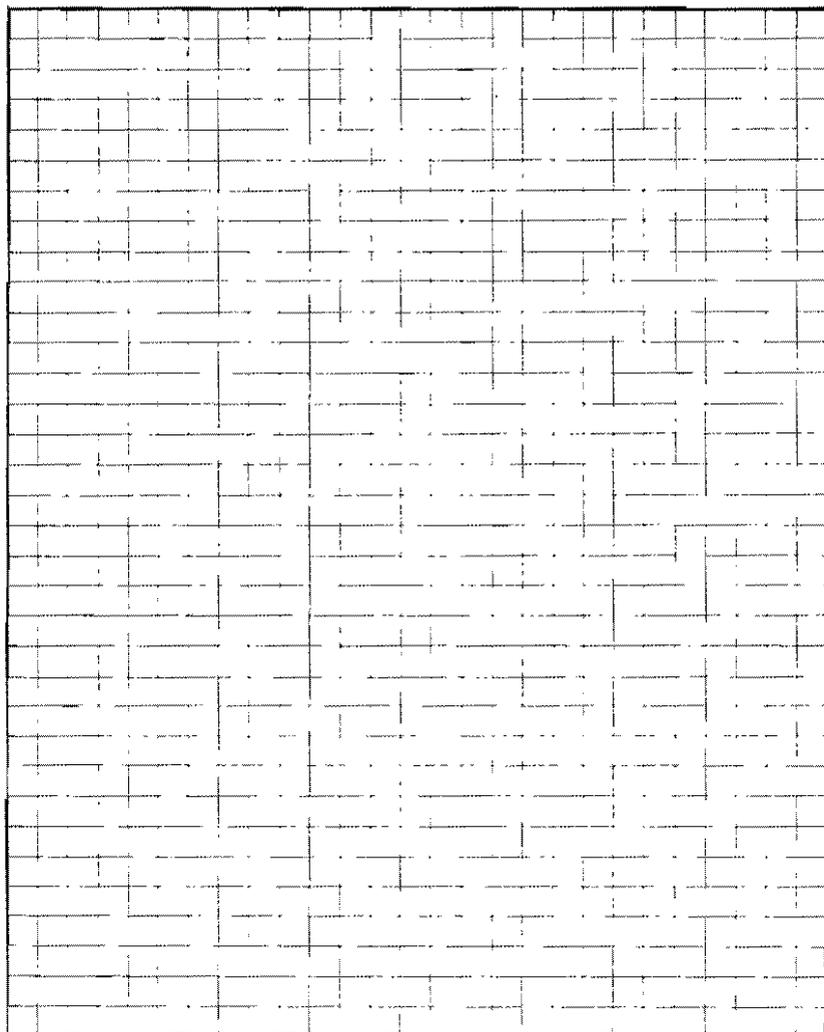
Fecha
de siembra

Día	Mes	Año	

Fecha
de cosecha

Día	Mes	Año	

PLANO DEL ENSAYO



M.O %			P (ppm) Bray II			pH			Al meq/100 g			Ca meq/100 g			Mg meq/100 g			K meq/100 g			Na meq/100 g			CIC meq/100 g												
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
1			●					●		●				●				●					●				●								●	
2			●					●		●				●				●					●				●								●	
3			●					●		●				●				●					●				●								●	
4			●					●		●				●				●					●				●								●	

Instrucciones

Columna

10 Repetición, en el diseño

11 a 77 Datos del análisis del suelo

78 y 79 Clasificación de la textura del suelo: 01 = Arcilloso
 02 = Arcillo-limoso
 03 = Franco-arcillo-limoso
 04 = Franco-limoso

M.O. = Materia orgánica; CIC = capacidad de intercambio catiónico

ANALISIS DEL SUELO

Fe ppm				Mn ppm				B ppm				Zn ppm				Cu ppm				Conductividad mmbhos/cm				% arena		% limo		% arcilla		Clasificación textura									
47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79							
		●					●			●				●				●				●																	
		●					●			●				●				●				●																	
		●					●			●				●				●				●																	
		●					●			●				●				●				●																	

- 05 = Limoso 09 = Franco-arcillo-arenoso
 06 = Franco 10 = Franco-arenoso
 07 = Franco-arcilloso 11 = Arena-arcilloso
 08 = Arcillo-arenoso 12 = Arenoso

9
REGISTRO ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Fecha de siembra

Dia Mes Año

Tamaño de la estaca

1 = 20 cm
2 = 15 cm o menos
3 = 25 cm o más

Densidad de siembra

1 = 10 mil plantas/ha
2 = 8 mil plantas/ha
3 = 12 mil plantas/ha

Posición de la estaca

1 = Vertical
2 = Inclinada
3 = Horizontal

Sistema de siembra

1 = En plano arado
2 = En caballón
3 = En plano no arado

Herbicidas preemergentes:

- 1 = Atacior 3 = Fluorodifén 5 = Ametrina 7 = Linurón
2 = Diurón 4 = Trifluralina 6 = Fluometurón 8 = Otro

Producto Dosis (kg/ha o l/ha del producto comercial)

Producto Dosis (kg/ha o l/ha del producto comercial)

Insecticida aplicado al suelo (al momento de la siembra):

- 1 = Toxafeno DDT 40-20 3 = Carbaril 5 = Heptacior
2 = Aldric 4 = Clordano 6 = Otro

Producto Dosis (kg/ha o l/ha del producto comercial)

Tratamiento de las estacas Producto Producto Producto

1 = Maneozeb 4 = Oxidicloruro de cobre 7 = Carbendazim
2 = Maneb 5 = Benomil 8 = Triram
3 = Captán 6 = Captafol 9 = Sulfato de zinc *

Fertilización y enmiendas:

N, kg/ha Fuente

P, kg/ha Fuente

K, kg/ha Fuente

CaCO₃, v/ha**

Mg, kg/ha Fuente

Zn, kg/ha Fuente

Boro, kg/ha Fuente

* Inmersión durante 15 minutos

** El carbonato de calcio equivalente cuando se aplica cal

APENDICE 5

Registro de precipitación (mm de lluvia)

Localidad _____ Ciclo _____ Año _____

Fecha de siembra _____ Fecha de cosecha _____ Días a cosecha _____

Día	Mes de siembra	Mes del año											
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
Total													

TOTAL _____ mm/ciclo

Calendario Juliano

Meses del año

Fecha de calendario	01 Ene.	02 Feb.	03 Mar.	04 Abr.	05 Mayo	06 Jun.	07 Jul.	08 Agt.	09 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Dic.	Fecha de calendario
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335	1
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336	2
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337	3
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338	4
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339	5
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340	6
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341	7
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342	8
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343	9
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344	10
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345	11
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346	12
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347	13
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348	14
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349	15
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	16
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351	17
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352	18
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353	19
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354	20
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355	21
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356	22
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357	23
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358	24
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359	25
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360	26
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361	27
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362	28
29	29	-	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363	29
30	30	-	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364	30
31	31	-	90	-	151	-	212	243	-	304	-	365	31

Para determinar el número de días entre dos fechas, reste la primera, convertida a días julianos, de la segunda, también en días julianos. Si la segunda es más pequeña que la primera o el intervalo es mayor de un año, agregue 365 al segundo número. Ejemplo: Cuántos días hay entre el 5 de febrero y el 24 de mayo de un mismo año? Busque el 5 en la columna *Fecha de calendario* (izquierda o derecha); entre a la tabla por la línea que inicia el 5 hasta encontrar la columna *02 Feb.*, donde está el número 36. Haga lo mismo con el 24 hasta hallar el número 144 en la columna *05 Mayo*. Reste entonces: $144 - 36 = 108$. Estos son los días transcurridos entre las fechas dadas.

Conversión de plg de lluvia a mm de lluvia

plg	mm	plg	mm	plg	mm
.01	.3	.62	15.7	2.05	52.0
.02	.5	.64	16.2	2.10	53.3
.03	.8	.66	16.8	2.15	54.6
.04	1.0	.68	17.3	2.20	55.9
.05	1.3	.70	17.8	2.25	57.2
.06	1.5	.72	18.3	2.30	58.4
.07	1.8	.74	18.8	2.35	59.7
.08	2.0	.76	19.3	2.40	61.0
.09	2.3	.78	19.8	2.45	62.2
.10	2.5	.80	20.3	2.50	63.5
.11	2.8	.82	20.8	2.55	64.8
.12	3.0	.84	21.3	2.60	66.0
.13	3.3	.86	21.8	2.65	67.3
.14	3.5	.88	22.4	2.70	68.6
.15	3.8	.90	22.9	2.75	69.9
.16	4.1	.92	23.4	2.80	71.1
.17	4.3	.94	23.9	2.85	72.4
.18	4.6	.96	24.4	2.90	73.7
.19	4.8	.98	24.9	2.95	75.0
.20	5.1	1.00	25.4	3.00	76.2
.22	5.6	1.05	26.7	3.05	77.5
.24	6.1	1.10	27.9	3.10	79.0
.26	6.6	1.15	29.2	3.15	80.0
.28	7.1	1.20	30.5	3.20	81.3
.30	7.6	1.25	31.8	3.25	82.6
.32	8.1	1.30	33.0	3.30	84.0
.34	8.6	1.35	34.3	3.35	85.1
.36	9.1	1.40	35.6	3.40	86.4
.38	9.6	1.45	36.8	3.45	87.6
.40	10.1	1.50	38.1	3.50	89.0
.42	10.6	1.55	39.4	3.55	90.2
.44	11.1	1.60	40.6	3.60	91.4
.46	11.7	1.65	41.9	3.65	93.0
.48	12.2	1.70	43.2	3.70	94.0
.50	12.7	1.75	44.5	3.75	95.3
.52	13.2	1.80	45.7	3.80	96.5
.54	13.7	1.85	47.0	3.85	97.8
.56	14.2	1.90	48.3	3.90	99.0
.58	14.7	1.95	49.5	3.95	100.3
.60	15.2	2.00	50.8	4.00	101.6