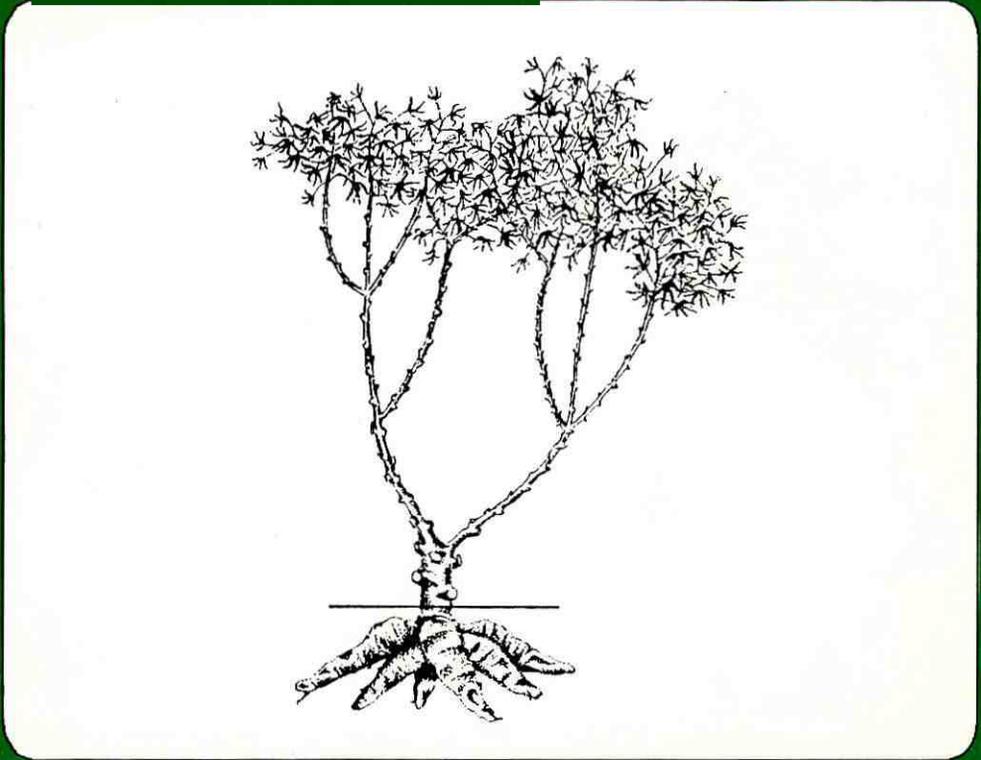


M
A
N
U
A
L

D
E



LA YUCA

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Ecuador

MANUAL No. 29

Estación Experimental "Portoviejo"
Programa de Raíces y Tubérculos
Agosto 1995

MANUAL DE LA YUCA

EDITORES:

Francisco Hinostraza G.
Flor Ma. Cárdenas G.
Hugo Alvarez P.
Gloria Cobeña R.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Ecuador

CONTENIDO

	Página
Autores	V
Presentación	VII
Agradecimientos	IX
I. INTRODUCCION	Francisco Hinostroza 1
II. ANTECEDENTES	Francisco Hinostroza 3
A. Historia y origen	3
B. Area, producción y rendimiento en el Ecuador	3
C. Bibliografía Consultada	5
III. BOTANICA	Flor Ma. Cárdenas 7
A. Taxonomía	7
B. Morfología	7
1. Raíz	7
2. Tallos	8
3. Hojas	8
4. Inflorescencia	8
5. Frutos	9
6. Semilla	9
C. Factores ambientales	9
D. Bibliografía Consultada	11
IV. PRODUCCION (precosecha y cosecha)	13
A. Prácticas de producción	Francisco Hinostroza 13
1. Antecedentes	13
2. Preparación del suelo	13
3. Rotación de cultivos	13
4. Epocas de siembra	14
5. Requerimientos hídricos	14
6. Variedades	14
7. Zonificación y recomendación de variedades	15
8. Densidades poblacionales	15
B. Material vegetativo de siembra	Hugo Alvarez Francisco Hinostroza 19
1. Antecedentes	19
2. Criterios para seleccionar el material de siembra	19

	Páginas
3. Características de estaquillas para siembra	19
4. Tratamiento de estacas y estaquillas	20
5. Almacenamiento de estacas	20
6. Siembra	21
7. Propagación rápida para la producción de "semilla" de yuca	21
a. Antecedentes	21
b. Metodología	22
c. Tratamiento de las estaquillas	22
d. Preparación sustrato y siembra de estaquillas	22
8. Producción de semilla comercial	22
C. Manejo de malezas	
	José Toro Jorge Briones
	25
1. Antecedentes	25
2. Malezas predominantes	25
3. Métodos de manejo	25
a. Cultural	25
b. Mecánico	25
c. Integrado	25
D. Suelos, nutrientes y fertilización	
	José Arroyave
	29
1. Antecedentes	29
2. Fertilización de la yuca	29
3. Fertilización en sistemas de cultivo	30
E. Manejo de plagas	
	Oswaldo Valarezo
	31
1. Antecedentes	31
2. Plagas principales	31
3. Asociación con otros cultivos	32
F. Combate de enfermedades	
	Oswaldo Zambrano
	33
G. Cosecha y rendimiento	
	Francisco Hinostraza Flor Ma. Cárdenas
	35
1. Época	35
2. Métodos de cosecha	35
3. Descripción de los métodos	35
a. Nudo de puerco	35
b. Cadena	36
c. Lazo	36
d. Ocho	36

	Páginas
e. Arranque manual	36
f. Otros métodos	37
4. Rendimiento	37
H. Bibliografía Consultada	43
V. PROCESAMIENTO Y UTILIZACION (Postcosecha)	45
	Flor Ma. Cárdenas G. Gloria Cobeña R. Francisco Hinostroza G. José Zambrano A. Néxar Mora B.
A. Conservación postcosecha, secado de productos y subproductos de la yuca	45
1. Antecedentes	45
2. Métodos de conservación de raíces frescas de yuca	45
a. Formas de conservación y prevención de deterioro	46
b. Procedimiento	46
3. Secado natural de trozos de yuca	47
a. Procedimiento	47
b. Condiciones para el establecimiento de plantas de secado natural de yuca	48
c. Materiales necesarios para el funcionamiento de una pequeña planta secadora de yuca	48
4. Secado natural de yuca rallada para uso industrial	49
a. Antecedentes	49
b. Procedimiento	50
5. Obtención de harina de yuca para uso humano	50
a. Antecedentes	50
b. Procedimiento	52
6. Obtención de almidón de yuca	52
a. Antecedentes	52
b. Procedimiento	54
B. Bibliografía consultada	61

AUTORES ^{1/}

Francisco Hinostraza García, Investigador Agropecuario Adjunto, Responsable Programa de Raíces y Tubérculos.

Flor María Cárdenas Guillén, M.Sc., Investigador Agropecuario, Programa de Raíces y Tubérculos.

Hugo Alvarez Plúa, Investigador Agropecuario, Programa de Raíces y Tubérculos.

Oswaldo Zambrano Medranda, M.Sc., Investigador Agropecuario Principal, Responsable Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV), sección Fitopatología.

José Toro García, Investigador Agropecuario Adjunto, Departamento Nacional de Protección Vegetal, sección Malezas.

Jorge Briones Vallejo, Investigador Agropecuario, Departamento Nacional de Protección Vegetal, sección Malezas*.

Oswaldo Valarezo Celi, Investigador Agropecuario Adjunto, Departamento Nacional de Protección Vegetal, sección Entomología.

José Arroyave Alvarado, M. C., Investigador Agropecuario Adjunto, Responsable Departamento de Suelos y Fertilizantes.

Gloria Cobeña Ruiz, Investigador Agropecuario, Laboratorio de Bromatología y Calidad.

José Zambrano Alvarez, Investigador Agropecuario, Departamento de Producción.

Néxar Mora Briones, ** Becario, Programa de Raíces y Tubérculos.

* Hasta septiembre de 1994

** Hasta diciembre de 1990

1/ Ingenieros Agrónomos, Técnicos de la EE. Portoviejo del INIAP.

PRESENTACION

Considerando que existen resultados de investigaciones de pre y postcosecha de yuca, logrados gracias a convenios con CIID Canadá, CIAT de Colombia, FUNDAGRO y PROTECA, y al interés de que los mismos lleguen a los usuarios, el Programa de Raíces y Tubérculos de la EE. Portoviejo del INIAP ha compilado resultados que esperamos mejoren los conocimientos sobre este cultivo, la información que se reúne para entregarla a Uds. no solo se basa en la experiencia del Programa sino también de los Departamentos Técnicos de Apoyo.

Dejamos constancia de gratitud a aquellos técnicos de otras Estaciones del INIAP que han contribuido a efectuar estas investigaciones así como también aquellos agricultores y, técnicos pertenecientes a diferentes instituciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería que apoyaron a la realización de estos trabajos y que tienen que ver con la promoción del cultivo de la yuca.

**F. Hinostroza, F. Cárdenas,
H. Alvarez y G. Cobeña**

AGRADECIMIENTOS

El Programa de Raíces y Tubérculos de la EE. Portoviejo del INIAP, agradece a FUNDAGRO por su valioso apoyo inicial a través del Convenio INIAP - FUNDAGRO: YUCA, especialmente al Dr. Gustavo Enríquez, Director de Programas y a la Dra. Carmen Suárez, Especialista en investigación en esa época (1988-1992).

Al Ing. Oswaldo Zambrano M., por su ayuda en la toma del material fotográfico.

A la Sra. Graciela Durán de Guerrero, Secretaria de la EEP, por su eficiente colaboración en la transcripción de este manual.

I. INTRODUCCION

Francisco Hinostroza García

En el Ecuador, el cultivo de yuca, *Manihot esculenta* Crantz, esta adquiriendo gran expectativa por constituir sus derivados materia prima importante de industrias locales (textiles, balanceados, cartoneras, etc), a más de emplearse en fresco en el consumo humano y animal; y últimamente en un producto de exportación.

Desde fines de 1985 existe un mayor interés por cultivar esta raíz, debido a nuevos usos dado especialmente por nuevas alternativas de postcosecha. Hay mayor atención de instituciones agropecuarias, empresas y agricultores.

Planta perenne y leñosa, alta productora de carbohidratos, tolerante a plagas, enfermedades y sequía, se la cultiva desde cerca al nivel del mar hasta los 1620 metros de altura; tanto en la Costa, Sierra (algunos valles) y en el Oriente ecuatoriano.

El promedio de producción nacional es de 9-10 ton/ha, y existen problemas de pre y post cosecha, posiblemente originados por

irregularidades en la distribución de las precipitaciones, manejo no adecuado, suelos, presencia de ciertas plagas y enfermedades, etc. Para su solución el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), investiga el cultivo de yuca, su producción, procesamiento y comercialización, con el fin de mejorar la técnica del cultivo y aumentar la producción y productividad; además de dar alternativas para evitar la perecibilidad, estacionalidad y variabilidad de esta raíz, mejorando el nivel de vida del agricultor.

La presente compilación de artículos científicos sobre yuca abarca temas morfológicos, fisiológicos de la planta, aspectos de mejoramiento, prácticas agronómicas y de manejo, utilización y, económicos. La Estación Experimental "Portoviejo" del INIAP, consciente de la necesidad y el interés por tecnología de producción de yuca pone a disposición este manual para extensionistas, agricultores y demás interesados, a fin de mejorar el nivel tecnológico.

II. ANTECEDENTES

Francisco Hinostroza García

En Ecuador, la yuca constituye un cultivo tradicional explotado durante siglos; en el oriente por indios y colonos y en la Costa y Sierra por la población nativa, repercutiendo favorablemente en el aspecto social y económico.

A. Historia y origen

La yuca como cultivo tiene una tradición remota, los indígenas la utilizaron antes de la conquista de América. La usaban para consumo como raíces frescas, y procesadas para hacer harina ("fariña"), casabe, masato o chicha de yuca, la que sirve de alimento y también después del cuarto día de fermentación, como bebida alcohólica, especialmente de los Jíbaros o Shuaras del Ecuador.

En la expedición al Oriente ecuatoriano en busca de la canela, la gente que acompañaba a Gonzalo Pizarro después de buscar salida y mantenimientos, cerca de un gran río, encontraron yuca cultivada por indios que habitaban dicha comarca. Los españoles la consumieron fresca y procesada. Antes de esto, estaban decaídos y casi desmayados que no pensaban escapar con vida; se indica además, que murieron dos españoles de la mucha yuca que comieron (Ibid., citado por Montaldo).

Se mencionan varios centros de diversidad; la parte central de Brasil, al sur del estado de Goia y al occidente de Minas Gerais, la parte Suroccidental de México, Noroeste de Brasil y la región Occidental de Mato Grosso y Bolivia.

Según Viega, De Candolle (1883) señala el origen americano de *M. esculenta*, al este del Brasil como su área original y, Vavilov (1951) apoya esta hipótesis. Además, manifiesta que su origen podría atribuirse a las zonas más húmedas de América tropical que corresponden a las cuencas del río Amazonas y Orinoco y se ha sugerido que gran parte de las áreas húmedas tropicales, actualmente en bosque, fueron alguna vez sembradas con yuca y maíz.

Luego del descubrimiento de América se extendió hacia otros continentes, encontrándose entre los 30º de latitud norte y sur.

B. Área, producción y rendimiento en el Ecuador

Según estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería la superficie cosechada de esta raíz se ha mantenido en los últimos ocho años por encima de las 20000 ha, con rendimientos variables de acuerdo a la región,

sobresaliendo la Costa, la cual representa el 37,0 o/o del área sembrada en el país, mientras que las zonas bajas de las provincias de la Sierra registran el 31,2 o/o, el Oriente 31,4o/o y Galápagos 0,4 o/o. Referencias históricas, así como datos actuales señalan a la provincia de Manabí como la predominante en el cultivo de la yuca.

Para la productividad han existido fluctuaciones pero no de mayor significación y los rendimientos se han mantenido alrededor de las 8 ton/ha, debido posiblemente al no empleo de tecnología mejorada, falta de asesoramiento a los productores, entre otros.

C. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CULTIVO E INDUSTRIALIZACION DE LA YUCA EN ECUADOR. 1985. Apuntes del curso. Quito, Agosto 1985. Compilado. G. Toro, J. Ibarra y J. Borja. MAG, IICA. Ecuador 131 p.
- INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). 1993. Inventario tecnológico (1994-1998). Programa Raíces y Tubérculos, EE. Portoviejo. INIAP. Manabí, Ecuador. 102 p. (mecanografiado).
- LA YUCA EN LA COSTA ECUATORIANA Y SUS PERSPECTIVAS AGROINDUSTRIALES. 1986. Memorias del primer seminario anual sobre yuca en Portoviejo, Octubre 28 a 31, 1985. Editado por S. Romanoff y G. Toro. INIAP-IICA-CIAT. Ecuador. 173 p.
- MONTALDO, A. 1979. La yuca o mandioca, cultivo, industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica, 386 p.
- VIEGAS. A. 1976. Estudios sobre mandioca. Instituto Agronómico de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil. Editorial EDANEE S. A. 214 p.

III. BOTANICA

Flor María Cárdenas Guillén

A. Taxonomía

La yuca pertenece a la división Phanerogamas, subdivisión Angiospermas, clase Dicotyledoneae, subclase Archichlamydeae, orden Euphorbiales, familia Euphorbiaceae, tribu **Manihoteae**, género **Manihot** y especie **Manihot esculenta** Crantz.

En Ecuador, existen dos especies **Manihot esculenta** y **Manihot leptophylla**. Sin embargo, dentro del género **Manihot** se han clasificado más de un centenar de especies, de las cuales la única cultivada comercialmente es **Manihot esculenta** Crantz, cuyos sinónimos son: **Manihot utilissima**, **Manihot edulis** y **Manihot aipi**. Comúnmente se conoce como yuca, mandioca, cassava, manior, manioca, tapioca, sechilli, mogo y omowgo; es una planta monoica de ramificación simpodial y porte arbustivo.

Dentro de esta especie existen variedades amargas y dulces, según su contenido de ácido cianhídrico. El número de cromosomas de la especie es de 36 ($2n = 36$).

B. Morfología

La planta de yuca es un arbusto de tamaño variable de 1 a 5 m de altura; dependiendo del cultivar y las condiciones ecológicas. Los cultivares se agrupan según su tamaño en:

bajos (hasta 1,50 m); intermedios (1,5 - 2,5 m); y altos (más de 2,50 m).

1. Raíz

La parte subterránea está compuesta por el sistema radical, siendo más importantes las tuberosas que provienen del engrosamiento secundario de las raíces fibrosas, pudiendo encontrarse también raíces adventicias. Las raíces se unen al tallo por medio del pedúnculo que puede estar ausente o alcanzar un tamaño de hasta más de 6 cm de largo.

La raíz tuberosa está formada de cáscara, pulpa y fibras centrales, la cáscara está constituida por una cascarilla (peridermis) y por la corteza que consta de esclerenquima, parenquima cortical y floema. La cascarilla puede tener colores crema, café claro u oscuro, blanco rosado, café rosado y representa 2,1 a 2,7 o/o del peso de la raíz; la corteza puede ser rosado bajo o intenso, crema y blanco hueso, y, representa del 12,4 a 13,1 o/o de la misma. La pulpa es la parte más importante y su color varía de blanco a crema amarillo.

Su forma y tamaño es variada, en cuanto a la forma se han considerado la cónica, cónica cilíndrica, cilíndrica e irregulares, con tamaños variables tanto longitudinal como radial, lo que determina la calidad para venta en

fresco en los mercados. La posición de las raíces puede ser de tendencia vertical, horizontal e irregular; presentar o no constricciones.

Las variedades que existen en el país son de bajo contenido de cianuro, encontrándose en el oriente una con un contenido intermedio de cianuro por lo que es ligeramente amarga.

2. Tallos

Los tallos y ramas se componen de una corteza constituída por parte externa de suber y felógeno e interna de felodermis y liber y; de un cilindro central que está formado por parte leñosa externa y médula interna.

Los tallos con madurez apropiada son cilíndricos de colores variables: verde, café claro u oscuro, amarillo, verde plateado y rojizo, con hábito de crecimiento erecto o en zig-zag, de un diámetro promedio de 2,5 cm, con niveles de ramificación hasta 6, esto último en variedades de la Sierra y Oriente ecuatoriano, con altura de primera ramificación de 0,2 hasta 2 m.

De los tallos o estacas se obtiene la "semilla" para con multiplicación asexual establecer los cultivos comerciales.

3. Hojas

La parte aérea está formada por las hojas que son simples y están compuestas por la lámina foliar que es palmeada y lobulada, teniendo en el país de 3 a 9 lóbulos. Normalmente los colores son verde, verde oscuro, verde claro, pudiéndose encontrar en la Amazonía ecua-

toriana en la variedad Nino lumo un color morado intenso de sus hojas. De la colección nacional existente en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, las variedades evaluadas tienen un largo del lóbulo medio de 10 a 24 cm y un ancho de 2,5 a 7 cm, de formas lanceoladas, elípticas, lineal y oblonga lanceolada. El color de la nervadura del haz puede ser verde claro, verde oscuro, rojizo y morado; con sinuosidad del lóbulo o lisos, las hojas apicales pueden ser glabras y pubescentes, las adultas carecen de pubescencia, de color verde hasta el morado.

El peciolo de la hoja varia de 15 a 35 cm de longitud, es delgado y de color verde claro, oscuro, rojizo, morado; los verdes pueden tener pigmentación rojiza cerca a la lámina foliar y cerca al tallo, o uno u otro de los dos últimos casos. Poseen dos estipulas pequeñas.

4. Inflorescencia

No todas las variedades de yuca florecen, y entre las que lo hacen hay marcadas diferencias en cuanto al tiempo de floración y a la cantidad de flores que producen. En la Amazonía y en algunos valles de la Sierra, la mayoría de los cultivares florecen, en cambio en la Costa muy poco lo hacen.

La yuca como todas las plantas del género **Manihot** es monoica, ya que tiene las flores masculinas y femeninas en una misma planta.

La polinización es cruzada; planta heterocigota. Esta polinización básicamente se realiza por la acción de los insectos.

En una misma inflorescencia, las flores femeninas abren primero que las masculinas, una o dos semanas antes (protogenia). También sucede que las flores masculinas y femeninas de la misma planta pero de distinta ramificación abren al mismo tiempo.

Se encuentra una variación de arreglos estructurales de la inflorescencia que tiene como unidades básicas el racimo y la panícula, estructuras que cambian originando diversas formas.

Flores masculinas y femeninas

Las flores no tienen cáliz ni corola, sino una estructura indefinida denominada perianto, **compuesta de cinco tejidos de color amarillo, rojizo o morado**, los cuales en la flor femenina se encuentran separados hasta la base, lo que no sucede en la masculina.

La flor masculina es de aproximadamente la mitad del tamaño de la flor femenina, tiene el pedicelo recto y muy corto, mientras que el de la flor femenina es más fino y largo. La flor masculina presenta diez filamentos que sostienen las anteras. La flor femenina tiene un ovario súpero, sobre el cual se encuentra un estilo muy pequeño que da origen a un estigma compuesto de tres lóbulos ondulados y carnosos. Las flores masculinas una vez que producen el polen por lo general se desprenden del racimo floral, mientras que las feme-

ninas que han sido fecundadas permanecen en la planta para convertirse en frutos.

5. Frutos

Después de la polinización y la subsiguiente fertilización, el ovario se desarrolla para formar el fruto, tomando entre 3 y 5 meses para completar su maduración.

El fruto es una cápsula deshiscente y trilocular de forma ovoide o globular, de 1 a 1,5 cm de diámetro con seis aristas, se compone de una serie de tejidos bien diferenciados: epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

6. Semilla

La semilla es el medio de reproducción sexual de la planta y de gran valor en el mejoramiento genético del cultivo. Es de forma ovoide-elipsoidal y mide aproximadamente 10 mm de largo, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor. Es lisa, de color café con moteado gris.

C. Factores ambientales

La temperatura para el desarrollo de la yuca se encuentra entre 25 y 27°C, con una media máxima de 30°C y una mínima de 17°C. Sus rendimientos dependen también de la luminosidad. La yuca es una planta típica de fotoperíodo corto entre 10-12 horas luz.

D. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1985. Yuca: Investigación, producción y utilización. Compilado por Carlos E. Domínguez. Cali, Colombia. Editorial XYZ. 660 p.
- DOMINGUEZ, C.; CEBALLOS, F. y FUENTES, C. 1985. Morfología de la planta de yuca. In: Yuca: Investigación, producción y utilización. Compilado por Carlos E. Domínguez. Cali, Colombia. Editorial XYZ. pp. 29-49.
- HINOSTROZA, F. 1990. El cultivo de la yuca y su mejoramiento en el Ecuador. Reunión panamericana de fitomejoramiento en yuca. Cruz das Almas, Bahía, Brasil. Mayo 21-25. 18 p. (mimeografiado).
- , 1992. El cultivo de la yuca en el Ecuador. In El cultivo de la yuca en el Ecuador, su comercialización, impacto en la agroindustria, aspectos socioeconómicos y de organización al productor. Seminario de yuca 1988, 1989, 1990. Compendio de Ponencias. INIAP-CIAT-FUNDAGRO. Ramiro Velasteguí (Ed.) p. 3-12.
- , 1992. La yuca: historia y descripción de la planta. Programa de Tubérculos y Raíces Tropicales, INIAP. E.E. Portoviejo. Manabí, Ecuador. 3 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Ecuador. 1988. Informe Anual Técnico. Programa de Raíces y Tubérculos Tropicales. E. E. Portoviejo. Manabí, Ecuador. 117 p.
- , 1989. Informe Anual Técnico. Programa de Raíces y Tubérculos Tropicales. E. E. Portoviejo. Manabí, Ecuador. 93 p.
- , 1990. Informe Anual Técnico. Programa de Raíces y Tubérculos Tropicales. E. E. Portoviejo. Manabí, Ecuador. 87 p.
- , 1991. Informe Anual Técnico. Programa de Raíces y Tubérculos Tropicales. E. E. Portoviejo. Manabí, Ecuador. 97 p.
- , 1992. Informe Anual Técnico. Programa de Raíces y Tubérculos Tropicales. E. E. Portoviejo. Manabí, Ecuador. 66 p.

MONTALDO, A. 1979. La yuca o mandioca, cultivo, industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 386 p.

----- . 1983. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. 1o. ed., 2o. reimpresión. IICA-CIDIA. San José, Costa Rica. 284 p.

VIEGAS, A. 1976. Estudios sobre a mandioca. Instituto Agronómico do Estado Sao Paulo. Ed. EDANEE S. A. Sao Paulo, Brasil. 214 p.

IV. PRODUCCION (Precosecha y Cosecha)

A. PRACTICAS DE PRODUCCION

Francisco Hinostraza G.

1. Antecedentes

En Ecuador, la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es producida en su mayor parte por pequeños agricultores que no dependen de insumos ni tecnologías asociadas con la agricultura moderna. Cultivada tradicionalmente en suelos de baja fertilidad, se propaga vegetativamente, tiene alto contenido de carbohidratos, tolerante a la sequía, plagas y enfermedades y se la cosecha en varias épocas del año; se la utiliza en la industria y en la alimentación humana y animal.

En los países tropicales, la yuca ocupa el cuarto lugar, después del arroz, maíz y caña de azúcar, en lo referente a cantidad de calorías producidas y a su utilización directa para el consumo humano. Sin embargo, el esfuerzo en investigación e implementación de nuevas tecnologías de producción de alimentos en las áreas tropicales dedicadas al cultivo de la yuca resulta mínimo si se compara con lo realizado en cereales.

Hechos recientes en cuanto a disponibilidad de tecnología de alta producción, oportunidades de exportación y la posibilidad de utilizar los excedentes en la alimentación animal y otros usos industriales, han despertado

el interés de muchos países, entre ellos Ecuador, para incluir a este cultivo dentro de sus planes de investigación y fomento.

2. Preparación del suelo

Para obtener una buena brotación y enraizamiento de las estacas, se requiere, además de humedad adecuada, de una buena preparación del suelo.

En zonas con altas precipitaciones o en suelos con topografía plana, debe prepararse la tierra con tractor, de manera similar que para maíz, sembrando sobre los surcos; esta labor no debe realizarse en zonas con pendiente o lugares donde se prevea problemas de erosión.

Es necesario cortar arbustos, enredaderas o los residuos de la cosecha anterior, dos o tres meses antes de la siembra, amontonarlos y limpiarlos. La eliminación de la soca, tallos y más desechos ayuda a mantener un nivel de daños por plagas.

3. Rotación de cultivos

La yuca se caracteriza por producir en suelos pobres.

En términos generales los agricultores que siembran yuca no acostumbran a realizar rotaciones y la han cultivado por varios años en el mismo terreno. Cuando la intercalan con maíz, lo único que hacen es rotar con relación a la hilera de siembra; de esta forma, si el año anterior colocaron maíz en una hilera, el siguiente yuca y viceversa.

Muchas veces es el último cultivo que se siembra en un programa de rotación, debido a la capacidad de producir a pesar de la falta de nutrientes de suelos empobrecidos. Las siembras continuas pueden inducir a que los patógenos y las plagas se incrementen progresivamente. Por esta razón, es necesario dejar o rotar el terreno después de la segunda o tercera cosecha consecutiva de yuca. Si se siembra otro cultivo después de la yuca, es aconsejable fertilizar apropiadamente.

4. Epocas de siembra

La época de siembra en la Costa ecuatoriana coincide con las primeras lluvias, lo que ocurre entre los meses de diciembre y febrero; en la Amazonía entre febrero y marzo. En zonas donde se presentan condiciones de pluviosidad permanente, la siembra se realiza en cualquier mes del año.

5. Requerimientos hídricos

La yuca requiere de suelo húmedo para su brotación y enraizamiento, la falta de humedad puede ocasionar pérdidas en la brotación si ocurre durante los primeros 20 días después

de la siembra. El cultivo se adapta a diversas condiciones de humedad que van desde 750 mm a 2000 mm, dependiendo de la zona geográfica en que se desarrolla.

6. Variedades

Es necesario utilizar la (s) que mejor se adapte (n) en la zona, que tengan demanda en el mercado, tolerantes a plagas, enfermedades y deterioros, así como al tipo de consumo o uso fresco o industrial.

En el país las variedades se agrupan por el color de sus raíces en “negras” (Tres meses o prieta, Escancela, INIAP Portoviejo 650, morada, mulata, quevedeña, etc.), “blancas” (taureña, espada, blanca, etc.) y “amarillas” (yema de huevo, crema, amarilla, etc.). Estas se diferencian también por el color de las hojas, tallos, raíces, desarrollo, ciclo, rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades; todas están clasificadas como yuca dulce, y sirven para el consumo en fresco o procesada. Es importante indicar que las variedades del grupo de las negras (cáscara color café oscuro o marrón oscuro y pulpa blanca) presentan los mejores rendimientos y mayor resistencia al deterioro fisiológico y microbioal teniendo preferencia en los mercados nacionales e internacionales.

El agricultor que asocia yuca con maíz (Figura 1) debe tener la precaución de no emplear variedades locales de maíz (cubano blanco, salprieta, etc.) debido a que afectan el rendimiento de la yuca y se obtienen raíces muy delgadas; empleando las variedades mejora-

das de maíz desarrolladas por el INIAP (526, 527 y 528), el rendimiento de la yuca aumenta de una a tres t/ha.

Para el sistema yuca caupí (Figura 2) la yuca se puede asociar con la variedad de caupí "INIAP 462", de excelente producción.

7. Zonificación y recomendación

Las principales zonas de producción de yuca se encuentran en la región Litoral en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos; en la Sierra en Pichincha y Cotopaxi; en la Amazonía en Morona Santiago, Napo y Zamora Chinchipe.

El INIAP recomienda para el trópico seco del Litoral ecuatoriano la variedad INIAP Portoviejo 650 con rendimiento promedio de 17 ton/ha de raíces frescas en condiciones del agricultor, pudiendo llegar hasta 35 ton/ha en condiciones controladas. Esta variedad es más precoz y productiva que las locales, de fácil cosecha, presenta menos porcentaje de daño por plagas, alto contenido de materia seca (37o/o) y almidón.

Las variedades locales cultivadas de acuerdo a la zona se presentan en el Cuadro 1.

8. Densidades poblacionales

El número de plantas por hectárea depende

del tipo o variedad, clima, fertilidad del suelo y sistemas de siembra, principalmente.

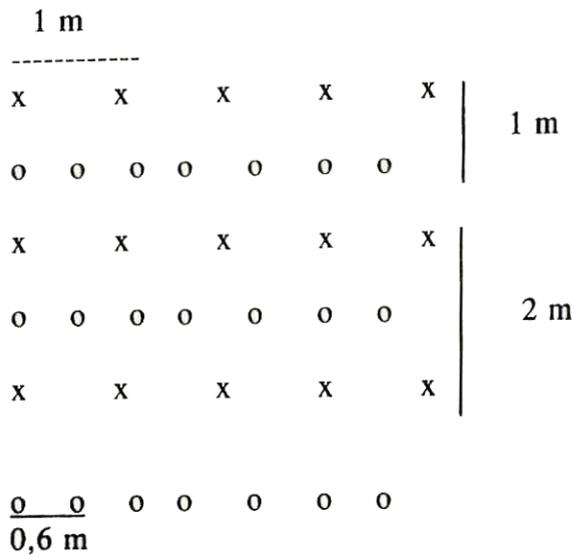
En zonas poco lluviosas como Manabí se puede sembrar (monocultivo) la yuca criolla a 1 m entre surco y 1,40 m entre planta y la mejorada INIAP Portoviejo 650 a 1 x 1,20 m; pudiendo reducirse este distanciamiento hasta 1 m x 1 m en la zona de Santo Domingo de los Colorados, o en lugares donde se deja la yuca en el campo para cosechar de un año a otro, depositando siempre una estaquilla por sitio. En la asociación yuca-maíz la yuca puede ser sembrada a 2 x 1 m. Las hileras de siembra para el maíz serán establecidas entre las hileras de yuca, en ellas las semillas de maíz se ubicarán en sitios a distancias 0,60 m, depositando tres semillas por sitio. Con las distribuciones de hileras y plantas indicadas se obtendrán poblaciones de 5000 y 25000 plantas por hectárea de yuca y maíz, respectivamente. (Figura 1).

En la asociación yuca-caupí, las hileras de yuca estarán cada 2 m y la distancia entre plantas será de 1 m. Las hileras de siembra para el caupí serán establecidas entre las de yuca, quedando separadas cada dos metros entre sí, y los sitios dentro de las hileras a 50 cm de separación; se ubicarán dos semillas por sitio y se obtendrá una población de 20000 pl/ha de caupí. Figura 2.

Cuadro 1. Variedades de yuca locales existentes en las diferentes zonas del Ecuador. ^{1/}

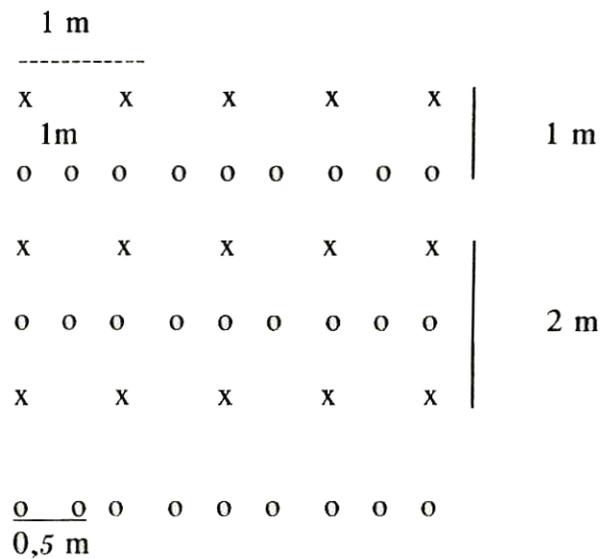
Regiones		
Costa	Sierra	Oriente
Tres meses	Crema	Lago Agrio
Taureña	Patucha	Puca lumu
Amarilla	Envallecana	Llana lumu
Quevedeña	Montañés	Yura lumu
Espada	Crema blanca	Accha lumu
Mulata	Crema amarilla	Jatun lumu
Negra	Negra	Guagua lumu
Criolla	Morada pequeña	Ushpa lumu
Pata de paloma	Morada	Huacamayo lumu
Blanca	Criolla	Nina lumu
Chola	Pata de paloma	Quillu lumu
Crema	Yema de huevo	
Crema amarilla	Escancela	
Canela	Lojana	
Yema de huevo	Boliviana morada	
Prieta	Envallecana chica	
Morena		
Quintal		
Negrita		
Lojana		
Yuca de año		

1/ Nombres locales, varios corresponden a la misma variedad.



x sitios de yuca
 o sitios de maíz (3 plantas/sitio)

Figura 1. Sistema de siembra yuca-maíz



x sitios de yuca
 o sitios caupí (2 plantas/sitio)

Figura 2. Sistema de siembra yuca-caupí

B. MATERIAL VEGETATIVO DE SIEMBRA

Hugo Alvarez P.
Francisco Hinostroza G.

1. Antecedentes

De la calidad del material de siembra depende en gran parte, el éxito en cultivos multiplicados vegetativamente. Este factor, es de los más importantes en la producción, responsable no sólo del buen establecimiento del cultivo, sino de su sanidad y producción de raíces comerciales por unidad de superficie en cada ciclo.

2. Criterios para seleccionar el material de siembra

Existen algunos criterios para manejar material para la siembra, tales como:

- separar varetas de plantas más productivas,
- escoger estacas libres de plagas y enfermedades
- utilizar varetas que tengan la madurez apropiada de 8-12 meses;
- evitar daño físico en los procesos de preparación, almacenamiento y siembra, y;
- reducir al mínimo el período de almacenamiento.

3. Características de las estaquillas para siembra

- Hacer un corte transversal de las estacas, para establecer una relación entre el diámetro total y el de la médula; si el diámetro medular es igual o un poco menor al 50o/o del diámetro de la estaca, ésta es adecuada para la siembra.
- Longitud entre 15 y 20 cm. Se recomienda utilizar estaquillas de 5 o más nudos (Figura 3).

El corte de las estaquillas debe realizarse en el aire con un machete bien afilado, tratando que sea lo más uniforme posible y evitando producir daños; para esto se deben hacer dos cortes, primero realizar un corte suave o pequeño y luego girar la estaca y en la parte opuesta realizar el corte definitivo. (Figura 4) También se corta empleando una "horqueta" (palo de madera, grueso, terminado en V) de 1,20 m de alto, enterrándolo en el suelo 0,20 m. Las estacas se colocan en la parte terminada en V y con el machete bien afilado se procede a cortar de acuerdo al tamaño requerido.

Se pueden efectuar diferentes formas o tipos de cortes de las estaquillas, pero es preferible

el recto para conseguir la distribución uniforme de las raíces. No es aconsejable cortarlas apoyadas en el suelo porque ocasiona daño en la corteza.

4. Tratamiento de estacas y estaquillas

Este tratamiento se puede evitar en base a los criterios dados para seleccionar el material de siembra. Hacer el tratamiento por inmersión (5 minutos) en una mezcla de insecticidas más fungicidas, que permite protegerlas contra organismos patógenos *Botryodiplodia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., los que pueden afectar las estaquillas durante la brotación.

A continuación se menciona los productos químicos más utilizados, al respecto:

Malathion 50 o/o PM, 3 g/l de agua + Bavistin 50 o/o F, 2,5 ml/l de agua, ó

Malathion CE 57 o/o, 1,5 ml/l de agua + Bavistin 50 o/o F - 2,5 ml/l de agua.

En caso de realizar el almacenamiento aplicar el doble de la dosis señalada, de una de las dos mezclas.

De existir presencia de Erwinia o roya en el campo, es conveniente escoger estacas sanas, cortarlas, hacer estaquillas y antes de sembrarlas tratarlas con la mezcla seleccionada adicionada de oxiclورو de cobre, 4 g/l de agua.

En ambos casos, primero se disuelve el insecticida, luego los fungicidas. La (s) persona (s) que vaya (n) a efectuar esta labor debe (n) tomar las precauciones necesarias con el fin de evitar problemas de intoxicación. Es nece-

sario utilizar forro plástico, guantes, mascarilla, etc.

Formas del tratamiento de estacas y estaquillas.

Es aconsejable tratar las estacas o estaquillas con un baño químico, en la siguiente forma:

- tratar en un lugar bajo sombra,
- preparar 100-120 litros/tanque
- tratar primero un extremo de las estacas atadas durante 5 minutos y luego el otro por igual tiempo (Figura 5). En caso de estanquillas tratar 5 minutos, (Figura 6)
- mover la solución cada vez que se traten nuevas estacas o estaquillas.

5. Almacenamiento de estacas

En caso de almacenar el material de siembra, de ser posible se debe tratar inmediatamente después de separada de la planta y antes del almacenamiento.

El almacenamiento de las varetas (estacas) se realiza preferentemente amontonandolas bajo sombra y con buena ventilación, en posición vertical evitando que las yemas queden invertidas. Antes de la siembra se debe realizar la selección mediante un corte en el tallo con el fin de observar emisión de látex o “leche”, si éste demora en salir o no aparece, el material debe descartarse por haberse deshidratado.

Es preferible no almacenar. Si no es posible el almacenamiento, es aconsejable no cosechar una parte del cultivo y hacerlo en la época de siembra.

6. Siembra

La siembra se realiza manualmente depositando la estaquilla en la posición acostumbrada en la zona, pero teniendo siempre el cuidado de no sembrarla con las yemas en posición invertida, enterrando dos o tres yemas, a la profundidad de 5 a 7 cm. La resiembra debe hacerse a más tardar a los 20 días después de sembrado.

En ciertos casos es necesario emplear para la siembra surcos ya que este sistema es ventajoso para áreas donde las pudriciones radicales constituyen un riesgo grave, especialmente en aquellas regiones donde existen altas precipitaciones. En zonas similares a Manabí en terreno con pendiente se debe utilizar cero labranza.

Para el sistema yuca-maíz la siembra de los cultivos puede realizarse simultáneamente o retrasando el maíz hasta unos 20 días después de sembrada la yuca.

Para yuca-caupí los cultivos pueden sembrarse simultáneamente o retrasando la siembra del caupí hasta unos 10 días después de sembrada la yuca.

Antes de la siembra del maíz o del caupí y en caso de ser necesario trate las semillas con Furadan 3F en proporción de 10 centímetros cúbicos por cada libra de semilla. Esto preservará del ataque de insectos al cultivo durante unos 20-25 días.

7. Propagación rápida para la producción de "semilla" de yuca.

a. Antecedentes

La tasa de multiplicación por planta y por año es muy baja (5-10 estacas de 20 cm), dependiendo de la variedad; además de factores ambientales bióticos y abióticos.

Considerando la importancia que tiene el insumo "semilla" el INIAP ha buscado alternativas prácticas, sencillas y de bajos costos para obtener mayor cantidad de material de siembra, además ha dado las recomendaciones para la producción de semilla en cantidades suficientes y de buena calidad, ya que de la cantidad que se disponga permitirá sembrar mayor área (consultar Boletín Divulgativo No. 205).

La metodología para la propagación rápida por estaquillas de cuatro yemas, consiste en el enraizamiento, en fundas plásticas, de estaquillas obtenidas de plantas maduras (más de ocho meses) aprovechando sus partes: altas, medias y bajas.

Para realizarlo, es necesario disponer de ciertos materiales e insumos como: Arco con sierra para el corte de las estaquillas; fundas plásticas, de diferentes tamaños y calidad (pueden utilizarse aquellas que han sido utilizadas como envases de productos alimenticios); arena, tierra y cascarilla de arroz, para preparar el sustrato donde se sembraran las esta-

quillas; productos químicos para el tratamiento de las estaquillas y alcohol para la desinfección de las herramientas y recipientes para efectuar el tratamiento de las estaquillas.

b. Metodología

Preparación de las estaquillas. Con la ayuda del arco con sierra, colocada en una prensa, se cortan, de los tallos seleccionados, las estaquillas de cuatro yemas. Figura 5.

c. Tratamiento de las estaquillas

En una mezcla de:
fungicida Bavistin 2,5 ml por litro de agua +
insecticida Malathion 1,5 g por litro de agua,
se sumergen las estaquillas durante cinco minutos, una vez tratadas se las deja secar al aire. Figura 6.

d. Preparación del sustrato y siembra de estaquillas.

Se mezcla arena, tierra y cascarilla de arroz en proporciones 2:2:1, se la desinfecta con agua hervida caliente y luego se procede al llenado de las fundas plásticas para la siembra de las estaquillas, donde se proporcionan riegos y cuidados necesarios; aproximadamente en 30 días las plantas estarán listas para ser llevadas al campo definitivo.

Esta práctica presenta ventajas frente al método tradicional y otros recomendados ya que se puede obtener mayor número de estaquillas por planta; es sencillo y barato ya que no requiere de instalaciones sofisticadas y puede adoptarlo cualquier agricultor. En me-

nor tiempo se puede tener mayor número de plantas para ser llevadas al lugar definitivo.

8. Producción de semilla comercial

Por otra parte, para la producción de "semilla" de calidad que puede ser vendida a productores interesados en el cultivo de esta raíz es necesario efectuar ciertas labores como:

Selección y preparación de material vegetativo y; prácticas agronómicas de producción que incluyen: preparación de terreno, selección de poblaciones adecuadas, época oportuna de siembra; y, aplicación de riesgos en caso de ser necesario.

Además, debe realizarse desmezcla, práctica que consiste en eliminar ciertas plantas atípicas y con características desfavorables, labor que se efectúa a partir de los 30 días después de la siembra hasta la cosecha. Durante los primeros meses ésta se realiza en base a: color, tamaño y forma de lámina foliar, color de nervaduras, color de peciolo, pubescencia de hoja apical, color de tallo, vigor, susceptibilidad a plagas y, en los últimos meses y, a cosecha en base a: color de hojas maduras, color de nervaduras, plantas con muchas ramificaciones laterales, por la forma de raíces tuberosas, color de cáscara y color de pulpa.

Es necesario indicar que los insectos *Anastrepha* sp. y *Silba pendula*, son los que mayor daño pueden provocar a la "semilla vegetativa" por lo que es necesario integrar algunas prácticas culturales para su control, entre ellas: selección de material de siembra, uso racional de plaguicidas y combate oportuno de malezas.



Figura 3. Estaquillas de 5 o más nudos



Figura 4. Corte de las estaquillas



Figura 5. Tratamiento de estacas o varetas

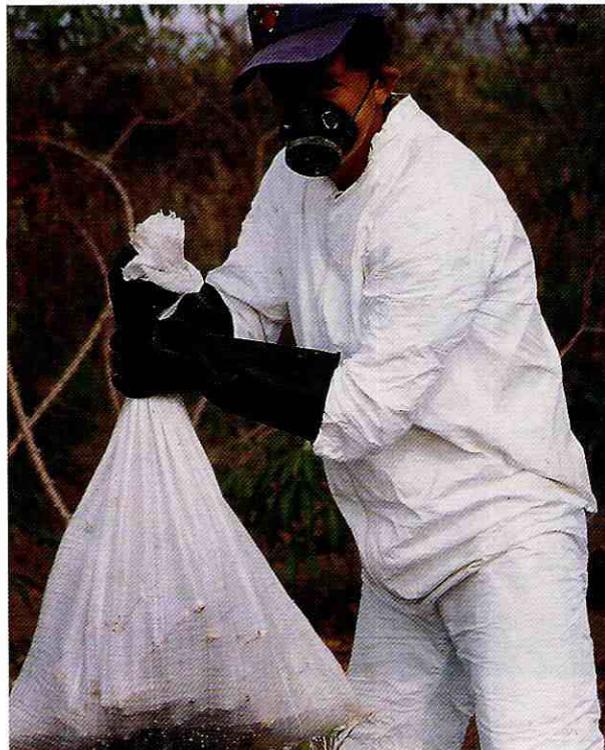


Figura 6. Tratamiento de estaquillas

C. MANEJO DE MALEZAS

José Toro G.
Jorge Briones V.

1. Antecedentes

El lento desarrollo inicial de la yuca, así como la distancia de siembra, ya sea en monocultivo o intercalada con maíz o caupí, determinan que sea una planta susceptible a la interferencia causada por el complejo de malezas asociado con su cultivo, especialmente durante los primeros tres meses de desarrollo.

En esta etapa, la interferencia puede deberse a la competencia de la yuca con las plantas no deseadas, por agua, luz y nutrimentos, y a la absorción de sustancias alelopáticas, que inhiben su crecimiento, y que son segregadas por las malezas a través de su sistema radical. Ante esta situación la yuca se muestra clorótica y con lento crecimiento lo que incide negativamente en los rendimientos, que pueden reducirse hasta en un 70o/o.

2. Malezas predominantes

La yuca compite especialmente con una flora representada por plantas dicotiledóneas; aunque en los suelos planos, más sometidos a la preparación con máquinas, se observa un predominio de gramíneas y cyperáceas. En las áreas de pendiente también se desarrollan arbustos que rebrotan durante todo el año y plantas envolventes.

En el Cuadro 2 se presentan especies con el nombre común de las malezas predominantes.

3. Métodos de manejo

a. Cultural

Proporciona ventajas al cultivo para competir mejor frente a las malas hierbas que lo atacan. La mayoría de los agricultores realizan la limpieza del área a sembrar cortando y quemando las malezas y las plantas cosechadas. La recomendación actual es permitir que la biomasa cortada permanezca en el suelo protegiéndolo de la erosión, reciclando los nutrientes absorbidos y favoreciendo la retención de humedad.

b. Mecánico

Se lo realiza generalmente utilizando el machete. Para obtener éxito con este método se debe deshierbar oportunamente hasta los 90 días después de la siembra y luego arrancar o cortar los "bejucos" y "achochillas" que dificultan las labores culturales. La primera deshierba debe realizarse a los 20 días después de la siembra y las restantes (3) cuando las malezas tengan alrededor de 10-15 cm de altura.

c. Integrado

En zonas donde la mano de obra es escasa una solución es aplicar herbicidas dentro de un programa de manejo integrado de malezas. Para zonas como la de Manabí se puede

aplicar al monocultivo yuca o al asociado con maíz:

2,5 l de Lazo + 0,6 kg de Diurón por hectárea,

pudiendo también emplearse en yuca sola:

1 kg/ha de Diurón,

en suelos franco-arcillosos o arcillosos. Para zonas como Quevedo (Los Ríos) y Santo Domingo de los Colorados (Pichincha), en monocultivo se aconseja:

Diurón 1,2 kg/ha.

En todos los casos la acción de los herbicidas preemergentes debe ser integrada con dos deshierbas complementarias a los 40-45 y 90-100 días.

En la asociación yuca-caupí los cultivos deben estar completamente libres de interferencias

de malezas, especialmente durante los primeros 40 días, para mantener condiciones favorables de desarrollo y crecimiento de las plantas.

El manejo de malezas puede realizarse manualmente a intervalos de 15 a 20 días (dos a tres deshierbas), o también mediante aplicaciones en pre-emergencia de:

1 l de Dual + 1 kg de Afalón/ha en suelos franco-arcillosos o arcillosos.

Para obtener un manejo eficiente de las plantas no deseadas es necesario realizar una deshierba alrededor de los 40-45 días después de la aplicación de los preemergentes, así como el corte de las arvenses envolventes como **Luffa**, **Prestonia**, **Ipomoea** y **Momordica** y de otras semi umbrófilas, a los 90-100 días después de la siembra.

Cuadro 2. Malezas predominantes en el cultivo de la yuca.

Especie	Nombre común
<i>Amaranthus dubius</i> Mart <i>A. spinosus</i> L.	“bledo”
<i>Boerhaavia decumbens</i> Valh.	“pega pollo”
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	“pegador”
<i>Commelina diffusa</i> Burn, (<i>C. longicaulis</i>)	“Suelda con suelda”
<i>Cynodon dactylon</i> (L) Pers.	“Paja de la virgen” o “Bermuda”
<i>Cyperus rotundus</i> L. <i>C. diffusus</i> Vahl, <i>C. ferax</i> (L) Retz	“Coquito”
<i>Echinochloa colonum</i> (L) Link <i>E. crusgalli</i> (L) Beauv y <i>E. cruspavonis</i> (H.B.K.) Schult.	“Paja de pozo”
<i>Eleusine indica</i> (L) Gerthn	“Pata de Gallina” o “paja de burro”.
<i>Euphorbia hirta</i> L.	“lechecilla”
<i>Ipomoea</i> spp. <i>I. congesta</i> R. Br., <i>I. hirta</i> Mart y Gall, <i>I. hederifolia</i> L.	“bejucos”
<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam) Beav <i>L. uninervia</i>	“paja flaca” o “plumilla”
<i>Luffa operculata</i> (L) Roemer <i>L. cylindrica</i> .	“lavaplatos”
<i>Momordica charantia</i> L.	“achochilla”
<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	“granadilla”, “paja colorada” o “paja de chacra”
<i>Prestonia mollis</i> H. B. K.	“bejuco envolvente”, “malacapa”
<i>Portulaca oleracea</i> L.	“verdolaga”

D. SUELOS, NUTRIENTES Y FERTILIZACION

José Arroyave A.

1. Antecedentes

La yuca es tradicional y extensamente explotada en el Litoral ecuatoriano y en ciertas áreas de las provincias interandinas. Crece relativamente bien en diversos tipos de suelos, preferentemente francos, ligeros, con buen drenaje, de pH 5,5 a 7,5 y sin aplicaciones de grandes cantidades de fertilizantes.

En el Ecuador, la mayoría de los suelos utilizados a su cultivo presentan bajos contenidos de nitrógeno, medianas o altas disponibilidades de fósforo y altos contenidos de potasio, calcio y magnesio; sin embargo en las zonas de Santo Domingo de los Colorados (Pichincha), Quevedo (Los Ríos) o La Maná (Cotopaxi) son frecuentes los suelos con medianas disponibilidades de fósforo y/o potasio.

Los análisis químicos de suelos o plantas son importantes para conocer sus estados nutricionales; cuando elementos del suelo se presentan deficientes, las plantas de yuca muestran síntomas no muy característicos, por la elevada capacidad de adaptación del cultivo a suelos relativamente pobres.

La yuca para su desarrollo y producción utiliza grandes cantidades de nutrientes; se estima que en una producción de 25 t de raíces/ha

se retira del suelo aproximadamente 55, 26, 105, 25 y 16 kg de N, P₂₀₅, K₂₀, CaO y MgO respectivamente; a la vez que las plantas en total extraen del suelo 174, 72, 200, 100 y 42 kg/ha de los nutrientes indicados respectivamente. Como se puede notar alrededor del 60% de las cantidades de nutrientes utilizadas es reincorporada al suelo en los residuos vegetales, considerándose por lo tanto a la yuca un cultivo poco agotador de los suelos.

2. Fertilización de la yuca

Siendo el nitrógeno el principal problema nutricional de los suelos y considerando las grandes cantidades que utiliza el cultivo, sería lógico pensar en una elevada fertilización nitrogenada; sin embargo la yuca normalmente solo responde a dosis relativamente bajas de este elemento y una fertilización elevada conduciría a la formación excesiva de follaje y pocas raíces. Estos órganos de producción (raíces) no presentan acumulación de proteínas, ni de otros compuestos nitrogenados.

Se recomienda aplicar hasta 100 kg (dos sacos) de urea/ha entre los 30 y 60 días después de la siembra de estacas, en hoyos o en bandas superficiales distantes unos 20 cm del centro de los tallos.

En caso de necesitarse aplicar fósforo y/o potasio se sugiere utilizar el cuadro siguiente, de acuerdo a las disponibilidades establecidas en los análisis del suelo y niveles críticos.

Cuadro 3. Recomendaciones de fertilización en base al análisis químico de suelos.

Categorías	N	P	K
	kg/ha		
Baja	60	60	100
Media	30	30	50
Alta	0	0	0
Niveles críticos*	60	14	150

* Contenidos nutrimentales en el suelo abajo de los cuales se espera obtener respuesta a la fertilización.

Las aplicaciones de fósforo y/o potasio se realizarán obligatoriamente al momento de la siembra de estacas, en hoyos o al fondo de surcos donde irán las estacas. Para mantener el estado de fertilidad de los suelos se sugiere la aplicación de 50 kg (un saco) de superfosfato triple y 50 kg (un saco) de muriato de potasio, cada uno o dos años.

3. Fertilización en sistemas de cultivo

Los sistemas de cultivos múltiples de la yuca con otros cultivos (maíz, caupí, etc.) resultan ventajosos desde el punto de vista de la utilización del terreno, disminución de ries-

gos, productividad biológica y productividad económica; sin embargo estos sistemas al presentar una elevada utilización de nutrientes especialmente cuando se siembran en poblaciones normalmente utilizadas para monocultivos, provocan un rápido deterioro de la fertilidad de los suelos.

En vista de que la yuca solo responde moderadamente a la fertilización, en el abonamiento de estos sistemas se debe primordialmente satisfacer los requerimientos del cultivo complementario. En el caso del maíz, este responde muy bien al abonamiento nitrogenado, debiéndose aplicar unos 100 kg (dos sacos) de urea/ha, en hoyos (10 g/sitio) en bandas a un costado de las plantas entre los 15 y 30 días después de su siembra.

De observarse plantas de yuca cloróticas o de desarrollo limitado se debe fertilizar con 50kg (un saco) de urea, en hoyos (10 g/sitio) en bandas a un costado de las plantas.

El caupí por su condición de leguminosa no necesita ser fertilizado con nitrógeno, puesto que estos requerimientos son satisfechos por el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico.

En las condiciones generales del Litoral ecuatoriano para el sistema yuca-caupí se sugiere fertilizar la yuca con 50 kg (un saco) de urea.

Para programas específicos de fertilización se debe recurrir obligatoriamente a los análisis químicos de los suelos.

E. MANEJO DE PLAGAS

Oswaldo Valarezo C.

1. Antecedentes

La presencia de insectos y ácaros es permanente durante el ciclo vegetativo de la yuca, algunos de ellos sin llegar a ser plagas verdaderas, pero que pueden pasar a serlo al romperse el equilibrio ecológico de las poblaciones de insectos como consecuencia del aumento del área cultivada y del uso irracional de los insecticidas.

En la siguiente lista constan las especies de artrópodos-plagas más comunes presentes en el país.

ESPECIE	NOMBRE COMUN
<i>Phyllophaga</i> sp.	Gallina ciega
<i>Erinnyis</i> ello	Gusano cachón
<i>Jatrophia</i> brasilensis	Mosca de las agallas
<i>Silba</i> pendula	Mosca del cogollo
<i>Anastrepha</i> spp.	Mosca de la fruta
<i>Mononychellus</i> caribeanae	Acaro verde
<i>Tetranychus</i> spp.	Arañita roja
<i>Oligonychus</i> peruvianus	Acaro plano

Su importancia será determinada por la intensidad de sus daños, estimándose que son más peligrosos cuando ocurren hasta los seis meses de edad de la planta, luego de lo cual dejan de ser de significación.

El manejo de estas plagas en la yuca considera que el control químico debe emplearse cuidadosamente para evitar el incremento de los costos de producción y efectos colaterales derivados de su mal uso. Más bien recomienda armonizar otros medios para reprimir las pla-

gas y mantenerlas en niveles subeconómicos, a través de métodos culturales, mecánicos, físicos, etológicos, genético-varietales, biológicos y microbiológicos, entre otros.

2. Plagas principales

Las larvas de *Phyllophaga* sp conocidas como "chancho gordo", "gallina ciega" o "chizas", representan un grave problema especialmente cuando la yuca es cultivada en terrenos que anteriormente han sido pastizales o sembrados con gramíneas como maíz, y con pendiente que impidan ser preparados mecanizadamente, esto favorece su ataque en las primeras semanas del ciclo vegetativo, atacando en el cuello de las raíces e impidiendo su desarrollo normal y provocando daños irreversibles que pueden pasar del 20o/o.

Para su combate se puede recurrir a una práctica sencilla, económica y con bajo riesgo de contaminación, para lo cual se recomienda antes de la siembra sumergir las estacas durante cinco minutos en una solución de 1 ml/litro de agua de clorpirifos (Lorsban, Pirinex, etc.). También se puede colocar al fondo del hoyo una bolita de alcanforina (4 gramos).

El complejo de ácaros fitófagos, como *Mononychellus*, *Oligonychus* y *Tetranychus* se presentan especialmente en la época seca y en zonas ecológicas semiáridas con 7 a 9 meses de sequía al año, afectando al follaje, reduciendo la capacidad fotosintética y luego los rendimientos y calidad del material de siem-

bra, en especial cuando sus ataques son tempranos.

Para reducir el daño de esta plaga se recomienda el empleo de variedades tolerantes o con tolerancia intermedia como la INIAP Portoviejo 650, y sembrar al inicio de la época lluviosa para zonas del trópico seco, material vegetativo de buena calidad. También es importante preservar la presencia de sus enemigos naturales, como los insectos predadores, **Stethorus** sp. y **Oligota** sp., y de particular importancia una gran diversidad de ácaros fitoseiidos, la mayor de América y existente bajo nuestras condiciones y de las cuales se ha identificado 19 especies de los géneros **Typhodromalus**, **Neoseiulus**, **Euseius**, **Amblyseius**, **Galendromus**, **Phytoseius**, **Ricoseius**, **Proprioseiopsis**.

3. Asociación con otros cultivos

Esta práctica muy acostumbrada y recomendable por nuestros agricultores, especialmente con los sistemas yuca-maíz y yuca-caupí, favorecen el establecimiento de enemigos naturales como himenopteras, hemipteros, coccinelidos, neuropteros, dípteros, etc.

La presencia de estos insectos benéficos, el empleo de productos naturales o biológicos como la bacteria **Bacillus thuringiensis** o derivados de vegetales y el uso racional de insecticidas (tratamiento a la semilla, aplicaciones dirigidas, selectividad y baja toxicidad) permiten mantener los insectos plagas del maíz o caupí asociados con la yuca en niveles de poca importancia económica.

F. COMBATE DE ENFERMEDADES

Oswaldo Zambrano M.

Para las enfermedades al igual que para los insectos se requiere del manejo integral mediante prácticas culturales y resistencia varietal, debiendo en lo posible no escoger suelos encharcables, o en los que anteriormente habían cultivos perennes, porque podrían ocasionar pudrición de la raíz; en estos casos hay que sembrar maíz u otro cultivo en lugar de yuca. En suelos pesados y en zonas con alta pluviosidad se debe sembrar en camellones. No introducir variedades de otras regiones, tratar las estacas, evitar daños mecánicos durante su preparación y siembra, mantener distanciamiento adecuado, no utilizar herramientas que se empleen en plantaciones con problemas de enfermedades, desinfectar las herramientas con formol comercial al 10o/o en caso de bacterias y con agua jabón o detergente en caso de virus. Estas prácticas dan como resultado un manejo adecuado del cultivo.

En las diferentes zonas del país se han detectado enfermedades que no producen un nivel de daño significativo. (Cuadro 4). Para prevenir “pudriciones” en estacas y raíces de yuca causadas por **Botryodiplodia**, **Rhizopus** o **Fusarium**, es recomendable la utilización del fungicida indicado en la preparación de las estacas como se menciona en el Capítulo IV, Pág. 20.

En la asociación yuca-caupí, se ha observado en esta última la enfermedad conocida como “Cenicilla” la que se puede controlar aplicando cualesquiera de los siguientes productos: Afugan 15 cc, Nimrod EC 15 cc, Morestan 20g o Azufre micromizado 80o/o, 75 g por cada 20 l de agua, a partir de los 30 días de emergidas las plantas o cuando aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad.

Cuadro 4. Enfermedades de la yuca en el país.

NOMBRE COMUN	SINTOMAS Y PARTES AFECTADAS	COMBATE
Necrosis por Botryodiplodia	necrosis del tallo	selección y desinfección de estacas
Necrosis por Fusarium	necrosis de parte leñosa del tallo	Idem
Pudrición húmeda por Rhizopus	pudrición húmeda, principalmente en raíces, menor proporción en tallo.	Idem
Pudrición bacteriana del tallo	pudrición del tallo o necrosis medular en la planta.	selección de estacas sanas. No utilizar material de siembra obtenido de plantaciones afectadas por la enfermedad.
Mancha parda	amarillamiento y secamiento de las hojas con manchas angulares, marrón uniforme.	siembra de cultivares tolerantes. No requiere combate químico.
Añublo pardo fungoso	manchas más grandes que las anteriores con borde indefinido, color marrón, con amarillamiento de las hojas.	No requiere aplicar medidas de combate
Ceniza de la yuca	micelio blanco en las hojas y amarillamiento.	Idem
Roya	pústulas de color café o marrón sobre venas, peciolos o ramas verdes.	Idem
Pudrición radical seca	color negro de los tejidos infectados en la raíz.	No sembrar yuca en terrenos recientemente ocupados con cultivos perennes, bosques o pastizales.

G. COSECHA Y RENDIMIENTO

Francisco Hinostroza G.
Flor María Cárdenas G.

1. Época

La cosecha de las raíces de yuca de preferencia debe hacerse en la época seca, puede realizarse desde los siete meses hasta 16 meses o más, dependiendo de la variedad, el uso que se de a la raíz, condiciones climáticas, condiciones de precio del mercado.

Cuando se siembra asociado con otros cultivos como maíz y caupí, estos sirven como complementos a la economía del agricultor, debiéndose cosechar el maíz blanco en estado de choclo y aprovechar mejor su calidad proteínica. Una vez cosechado el maíz se recomienda eliminar las plantas o aprovecharlas como cobertura del terreno para conservar la humedad, limitar el desarrollo de malezas y permitir un mejor crecimiento de la yuca; el caupí se cosechará en estado de vainas verdes desde los 40 días.

2. Métodos de cosecha

En las zonas yuqueras del Ecuador, el empleo de métodos de cosecha de yuca se da en base a la facilidad del arrancado, y depende de la época, variedad, posición de estacas de siembra, dureza del suelo y grado de inclinación del mismo.

En Manabí, los métodos de cosecha donde se utiliza palanca o "polín" y soga son mayormente empleados por la facilidad que repre-

senta. El arranque manual es preferido en zonas que poseen suelos blandos.

Se utilizan métodos como el "nudo de puerco", "la cadena", etc. que demandan mayor tiempo o mano de obra en la cosecha que otros métodos menos conocidos y más eficaces como "el ocho" y "el lazo".

Por lo expuesto un arranque no adecuado de esta raíz, representa desde 15 hasta más de 30o/o del costo de producción por incremento de la mano de obra. Para encontrar un sistema de arrancado de yuca que permita tener eficiencia y evite en parte el daño de las raíces, el INIAP desarrolló un método, mejoró otros y los evaluó durante 1987 y 1988, en colaboración con agricultores de la provincia, los que pueden ser utilizados en otras regiones del país.

3. Descripción de los métodos

Los métodos mencionados son dados a conocer para que los productores de yuca puedan escoger el que mejor se ajuste a sus circunstancias. Algunos de estos pueden ser aplicables en otros cultivos o en el arranque de malezas arbustivas.

a. **Nudo de puerco.**— Es el más conocido y empleado por el agricultor, permite facilidad en la cosecha pero es bastante laborioso y se dificulta más si se emplea en época lluviosa.

Para su uso se necesita de un cabo de 1,27 cm de diámetro y 2 metros de largo, más un palo o "polín" de 1,8 metros de largo; previo a su empleo se corta el tallo de la yuca máximo hasta 0,40 m de altura, medido desde el nivel del suelo, se procede luego a ejecutar el amarre "nudo de puerco" en el cuello de la planta, de acuerdo a la figura 7, continuando con el amarre de la palanca que se emplea para proceder al arranque de las raíces. Después de cosechar, se desamarra el cabo en ambas partes (cuello y palanca).

b.- **Cadena.**— Poco utilizado en la provincia y el país, para su empleo se necesita de una cadena de 0,50 cm de diámetro y de un metro y medio de largo, la cual, una vez cortadas las estacas de igual forma que el método anterior, se la entrecruza al cuello de la planta, se encadena en el "polín" (1,8 m de largo) y se procede a efectuar la cosecha, después se desencadena ambas partes (Figuras 8a y 8b).

c. **Lazo.**— Es un método rápido y de fácil aplicación. Consiste en un cabo nylon de 0,9 cm de diámetro y 1,4 m de largo, el cual se dobla y se unen sus extremos por medio de un nudo tipo cerrado, lo que permite mayor agilidad y seguridad. Su funcionamiento se basa en cortar el tallo (máximo 0,40 m de altura) y luego depositar "el lazo" en el cuello de la planta, entrecruzar sus extremos y ajustar, dejando un espacio en donde se introdu-

ce el "polín" (1,8 m de largo), y luego se procede al arrancado (Figuras 9a y 9b).

d. **"Ocho".**— Es un método sencillo, barato y efectivo, desarrollado en 1987 en la EE. "Portoviejo", el mismo que se ha dado a conocer a ciertos agricultores de las provincias de Manabí y Esmeraldas a través de varios eventos.

En su fabricación se emplea un cabo de nylon de 1,3 m de largo con un diámetro de 0,9 cm, este se dobla por la mitad y se entrecruza; se unen sus extremos, se realiza un nudo tipo cerrado con el fin de que no afloje, resultando de esta forma algo similar al número ocho.

Para el funcionamiento es necesario cortar el tallo hasta 0,20 m de altura medida desde el nivel del suelo, introducir "el ocho" y colocarlo en el cuello de la planta, ajustar y en el espacio libre colocar la "palanca" (1,8 m de largo) y proceder a la cosecha, tal como se observa en las Figuras 10a y 10b.

e. **Arranque manual.**— Al igual que el "nudo de puerco" es muy conocido y utilizado por el agricultor, especialmente de aquellas zonas donde los suelos son blandos o es fácil el arrancar yuca; en terreno duro representa un gran desgaste físico. La cosecha se la puede hacer utilizando toda la planta en pie o procediendo a cortar las estacas (0,40 m) para luego efectuar el arranque. (Figuras 11a y 11b).

f. **Otros métodos.**— Existen algunos métodos en que el agricultor emplea implementos como el pico, pala, barra, machete, palo con punta o “tola”, etc., para ablandar el suelo, considerándose esto como un complemento del arranque manual que dan mayor facilidad para cosechar y menor desgaste físico. Se observa su uso mayormente en la parte norte de Manabí. La forma de cosecha es similar al manual.

En base a los trabajos realizados por el Programa de Tubérculos y Raíces de la EE. “Portoviejo”, se recomienda en especial los métodos “ocho” y “lazo” los cuales se consideran apropiados para cosechar en cualquier época del año, ya sea en pendiente o en bajo, o en suelos duros. En aquellos suelos sueltos se puede utilizar el método manual. No se descartan los métodos de cosecha con la ayuda de un implemento más arranque manual.

4. Rendimiento

El rendimiento esta de acuerdo al tipo o ferti-

lidad del suelo, variedad, edad de la planta, distancias utilizadas en la siembra, agua disponible, manejo adecuado del cultivo desde la selección del material de siembra hasta la cosecha, y si se siembra asociado o no. En plantaciones donde se realiza un adecuado manejo se podrá obtener altos rendimientos por hectárea; el INIAP bajo condiciones de agricultores ha logrado rendimientos promedios de 17 t/ha de raíces frescas pudiendo llegar hasta 35 t/ha (yuca sola).

En la asociación yuca-maíz bajo las condiciones de manejo anotadas puede lograrse una producción de 20000 choclos comerciales o de 1,8 a 2,0 t/ha de grano de maíz y 14 ton de yuca/hectárea; y, con el sistema yuca-caupí bajo las condiciones de manejo indicadas, puede lograrse una producción de 20000 mazos (20 vainas/mazo) de caupí y 14 ton de raíces de yuca/ha, los cuales son superiores a los que se logran en el país.

Figura 7. Cosecha con nudo de puerco



Figura 8 a. Colocada de cadena en el cuello de la planta

Figura 8 b. Cosecha con cadena





Figura 9 a. Colocada del "lazo" al cuello de la planta



Figura 9 b. Ajuste del "lazo" al cuello de la planta



Figura 10 a. Colocada del "ocho" al cuello de la planta



Figura 10 b. Cosecha con el "ocho"

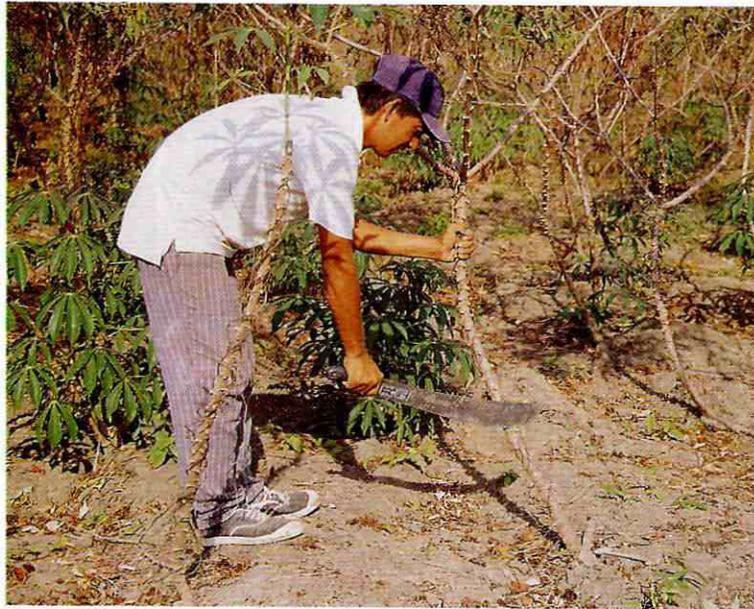


Figura 11a. Corte de estacas a 0,4 m desde el nivel del suelo



Figura 11 b. Cosecha por arranque manual

H. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ARROYAVE, J. 1990. Manejo adecuado del sistema yuca maíz. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. E. E. Portoviejo. Quito, Ecuador. Boletín Divulgativo No. 209.
- , 1990. Yuca-caupí. Nuevo sistema agrícola de subsistencia. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias E. E. Portoviejo. Quito, Ecuador. Boletín Divulgativo. No. 211. 6 p.
- BELLOTI, A.; REYES, J. A.; ARIAS, B.; VARGAS, O. 1985. Insectos y ácaros de la yuca y su control In Yuca: investigación, producción y utilización. PNUD-CIAT. Cali, Colombia. Editorial XYZ. p. 367-388.
- CARDENAS, J.; REYES, C.; DOLL, J.; PARDO, F. 1972. Tropical weeds. Malezas Tropicales. ICA, IPPC, ITALGRAF. Colombia. 341 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1982. Multiplicación acelerada de material genético promisorio de yuca. Guía de estudio. Cali, Colombia. CIAT. 28 p. (SERIE 045C-06-06).
- CHAVEZ, N.; CARDENAS, F.; HINOSTROZA, F. 1986. Condiciones para el establecimiento de plantas de secado natural de yuca en la provincia de Manabí. In Steven Romanoff y Guillermo Toro Eds. In La yuca en la Costa ecuatoriana y sus perspectivas agroindustriales. p. 35-52.
- GARCIA, J.; PONTES, H.; ZOEDEBRITO, J.; SOARES, G.; FIGUEIREDO, J. 1975. Cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Secretaría de Agricultura. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuaria. IPA, Recife, Pernambuco, Brasil. Instrucoes tecnicas do IPA-23. 7 p.
- HINOSTROZA, F. 1990. Guía técnica para producción de yuca. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. E. E. Portoviejo. Quito, Ecuador. Boletín Divulgativo No. 205. 20 p.
- , F. Cárdenas, F. 1991. Métodos de cosecha de yuca. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. E. E. Portoviejo. Quito, Ecuador. Boletín Divulgativo No. 206. 13 p.
- LOPEZ, J. 1989. Aspectos relacionados con la calidad de la semilla vegetativa de yuca. CIAT. Cali, Colombia. 24 p. (mimeografiado).

-----, 1990. Producción comercial de semilla de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 27 p. (mimeografiado).

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG). Ecuador. 1986. Inventario de plagas, enfermedades y malezas del Ecuador. Quito. MAG-GTZ. 179 p.

TORO, J.; BRIONES, J. 1984. Malezas predominantes en los cultivos de ciclo corto del Litoral. Gráficas Ramírez. Portoviejo, Ecuador. 96 p.

V. PROCESAMIENTO Y UTILIZACION (Post-cosecha)

Flor María Cárdenas G.
Gloria Cobeña R.
Francisco Hinostroza G.
José Zambrano A.
Néxar Mora B.

A. Conservación post-cosecha, secado de productos y subproductos de la yuca

1. Antecedentes

En el Ecuador, una de las mayores limitaciones para aumentar el consumo, es la dificultad de conservar las raíces después de la cosecha, pues se deterioran rápidamente, disminuyendo su calidad y presentando problemas de comercialización en fresco.

Ante esta situación, se estudiaron métodos para prolongar la vida útil de ésta raíz después de su cosecha y así mejorar el mercadeo en fresco. El INIAP para evitar el deterioro post-cosecha debido a problemas fisiológicos y microbiales (figuras 12a y 12b), realizó pruebas de almacenamiento de bajo costo en bolsa de polietileno (perforadas y sin perforar), empleando métodos de aspersión y de inmersión, probando dosis de varios productos. Los cuales se describen más adelante.

Otro de los aspectos técnicos de vital importancia dentro del desarrollo de tecnologías de post-cosecha para yuca, es el secado del producto cosechado, el que tiene varios propósi-

tos, como evitar la perecibilidad, concentrar mejores calorías digestibles, carbohidratos y bajar el ácido cianhídrico (HCN).

Las raíces deshidratadas permiten su procesamiento en harina para elaborar principalmente balanceados de uso animal y utilizarse para diferentes fines en la industria.

En el país, especialmente en la provincia de Manabí, otra forma de evitar la perecibilidad de las raíces de yuca, es la que se hace a través de la agroindustria del amildón, la misma que se está desarrollando con muchas perspectivas, en base al secado natural.

2. Métodos de conservación de raíces frescas de yuca.

Existen varios métodos para conservar las raíces frescas de yuca, tales como el almacenamiento en atmósfera de nitrógeno o al vacío, el parafinado de raíces, la refrigeración, la congelación, silos de campo, cajas de madera con aserrín, bolsa de polietileno, entre los principales.

a. Forma de conservación y prevención de deterioro

El uso de empaque de bolsa de polietileno y el tratamiento inmediato con un fungicida, es el que permite mayor tiempo de vida útil de las raíces.

Se considera que en el ambiente interno de la bolsa predomina una condición de temperatura y humedad relativa altas, que permiten la curación de las heridas de las raíces, pero también el crecimiento de hongos y bacterias puede ser rápido. Como solución se reduce la humedad relativa dentro de la bolsa mediante el uso de 20 perforaciones bien distribuídas (7 mm de diámetro cada una) y un corte diagonal (2 cm) en cada extremo inferior; esto más la aplicación de thiabendazole (Mertect) en dosis de 4 cc/litro de agua, permite evitar los tipos de deterioro mencionados, lo que da una conservación por más de 20 días.

b. Procedimiento

Antes de iniciar el tratamiento es importante determinar la calidad de las raíces a utilizarse, mediante pruebas culinarias y sanidad de las mismas, considerando que el tiempo de cocción sea no mayor de los 30 minutos, de buen sabor, poca fibra y de textura blanda y consistencia firme.

Las raíces cosechadas deben tener de preferencia una forma cónica-cilíndrica, de 15-35 cm de largo por 5-10 cm diámetro; pedunculadas, libre de plagas y enfermedades.

La cosecha debe hacerse en forma manual a los 8 o 12 meses de edad del cultivo, teniendo la precaución de no ocasionar daños físicos.

La separación de la raíz del tocón debe realizarse con machete bien afilado, para inmediatamente proceder a la selección, aquellas que reúnan las características deseables son sometidas posteriormente, mediante el empleo de un cepillo y tijera de podar, a la eliminación de tierra adherida a la raíz, raicillas y pedúnculos; aquellas raíces que no reúnen las condiciones pueden ser vendidas para su consumo inmediato en fresco o para procesarlas.

Las raíces pueden ser tratadas con la solución de Mertect, de tal manera que el tiempo entre la cosecha y el tratamiento no sea mayor de dos horas, y este tratamiento se lo puede realizar por inmersión (5 minutos) o aspersión (bomba de mochila).

Posterior a este paso las raíces deben ser secadas al medio ambiente para ser sometidas al empaque en bolsas de polietileno y proceder al sellamiento.

El tamaño de las bolsas puede variar de acuerdo a los requerimientos del mercado, normalmente se utilizan bolsas con capacidad de 2 a 4 kilos, las que miden 30 cm de ancho y 54 cm de largo, con un espesor de 0,3 mm, el cual puede aumentar hasta 0,6 mm en las de mayor capacidad.

En las bolsas, las yucas de diferentes tamaños se colocan con la parte proximal o más gruesa hacia el fondo.

En el tratamiento de las raíces, por cada bolsa se gastan aproximadamente 142 ml de la solución, pudiendo con 1 litro de Mertect preparar 250 litros de solución que permite tratar hasta 7 toneladas de raíces.

El sellamiento de las bolsas puede hacerse utilizando piola, grapas o selladora al calor, quedando lista para ser comercializada.

La efectividad de esta tecnología se evaluó con amas de casa propietarios de tiendas y supermercados, obteniéndose en todos respuestas positivas para consumo y compras de yuca tratada con Mertect. Es necesario anotar que las tiendas y supermercados que venden la yuca más rápidamente, están dispuestos a comprar para el menor número de días posible; sin embargo los que adquieren yuca semanalmente aumentarán sus compras si el producto no se daña.

3. Secado natural de trozos de yuca

El secado natural de la yuca picada o en forma de “chifles” o trozos hasta un 12 o/o de humedad, es una tecnología validada por el INIAP, es aplicada especialmente por pequeños agricultores de la provincia de Manabí y Esmeraldas (suroccidente), en zonas que presentan condiciones adecuadas para el secamiento.

a. Procedimiento

- Cosecha de raíces.— Se debe realizar cuando posean el mayor contenido de mate-

ria seca (meses de época seca).

- Recepción o pesaje.— Puede efectuarse en el campo o en el local de recibimiento de las plantas procesadoras de yuca.
- Limpieza, selección, raspado y pelado de raíces.— En caso de ser necesario es conveniente lavarlas para retirar la tierra adherida y mantener la calidad. Es importante eliminar raíces con problemas de insectos, enfermedades etc. De acuerdo al mercado, las raíces se las puede picar sin pelar; o raspada (sin cascarilla o peridermis); o pelada (sin cáscara o esclerenquina).
- Época de proceso.— La materia prima se debe procesar lo más pronto posible para evitar deterioro fisiológico y microbial.
- Picado.— Cumplidos los pasos mencionados, el picado de las raíces de distintos tamaños y diámetros se realiza con una máquina tipo “Thailandia” modificada, la misma que es fabricada por industrias existentes en Manabí. (Figura 13).
- Secamiento.— Se puede realizar en tendales o bandejas de secado. A medida que se van procesando las raíces se procede a depositar el picado sobre un área de secado hasta llenar el tendal e iniciar luego el esparcido de los mismos en forma uniforme sobre la superficie y con un rastri- llo de madera. Es necesario voltear el picado a intervalos de media a una hora de acuerdo al ambiente, mediante rastrelladas

cruzadas con el fin de obtener un secado uniforme.

Con las palas de madera en las últimas horas de la tarde o las primeras de la noche y en caso de existir amenaza de lluvias se procede a recoger del tendal el picado formando hileras, "lagartos", o montones no demasiado grandes; las bandejas se apilan y de esta forma se facilita el tapado utilizando lona o plástico.

Los trozos se consideran secos cuando al presionarlos entre los dedos se quiebran fácilmente, o cuando éstos rayan sobre el piso en forma similar a una tiza.

De los trabajos efectuados por el INIAP en la provincia de Manabí, se encontró que bajo condiciones apropiadas se puede secar en dos días, piso de cemento 8 kg/m^2 y en bandejas 10 kg/m^2 . Cuando las condiciones son desfavorables se prolonga el secado de tres a cuatro días, por lo que es mejor bajar la carga en aproximadamente 2 kg/m^2 en cada caso, para un secado más rápido.

El manejo de las bandejas de secado se realiza depositando la carga recomendada en forma directa; para esta labor se debe emplear un recipiente con la cantidad de materia prima requerida que es esparcida y luego volteada en forma manual de dos a tres veces al día.

Almacenamiento

Una vez seco el picado se llena en sacos de yute o nylon y se almacena en la bodega.

b. Condiciones para el establecimiento de plantas de secado natural de yuca.

Para el establecimiento de plantas de secado natural de yuca se requieren las siguientes condiciones:

- Que exista en la zona, población de pequeños agricultores dedicados al cultivo de la yuca, que en conjunto reúnan por lo menos 20 ha.
- Que exista estación seca de 4 o más meses con condiciones adecuadas de viento o circulación del aire (etapa inicial del proceso), humedad relativa inferior a 65 o/o y alta radiación solar (etapa final del proceso).
- Vías de acceso para movilización del producto.
- Que el precio de la materia prima sea tal que permita obtener ganancias.
- Que haya disponibilidad de mano de obra para la cosecha y el procesamiento.
- El terreno para la construcción de la planta procesadora no debe tener obstáculos para la ventilación natural o que den sombra al área, que disponga de agua y de ser posible energía eléctrica, a más de no estar ubicado en parte propensa a inundarse.

c. Materiales necesarios para el funcionamiento de una pequeña planta secadora de yuca

- Área del tendal de cemento: 500 m^2 .

- Bandejas: 300 de (2,00 x 0,90 x 0,50 m). Las que tienen como base dos mallas una de alambre tipo gallinero y otra de plástico tipo mosquitero. (Figura 14).
 - Soporte de caña guadua para bandejas (dos hileras de postes, una de 1 m de alto y otra de 0,4 m y travesaños de caña de 6 m. (Figura 15).
 - Area de picado con techo (4 x 4 m).
 - Ramada para recepción de materia prima (opcional).
 - Tanque para lavado raíces (opcional).
 - Bodega de almacenamiento: 80 a 100 m².
 - Sanitario.
 - Fuente de agua.
 - Báscula capacidad 500 kg.
 - Picadora tipo “Thailandia” que contiene un armazón para soporte, tolva de alimentación, eje, disco giratorio con seis cuchillas intercambiables y polea. Su capacidad de procesar es de 1 a 4 toneladas/hora.
 - Molino de martillo.
 - Motor a gasolina o eléctrico para la picadora y el molino de martillo.
 - Carretillas: 3.
 - Rastrillos de madera: 3 (Figura 16).
 - Palas de madera: 4 (Figura 17).
 - Lona o plástico: 50 m de largo x 2 ancho.
 - Palas de hierro o aluminio: 4
 - Escobas: 4
 - 100 sacos de nylon para compra de yuca fresca, 400 para el picado seco y 400 para la harina.
 - 50 m de manguera negra de 1 pulgada.
 - Bomba eléctrica (1/2 HP) de absorción de agua.
 - Otros: Juegos de herramientas, tanque, embudos, etc.
- 4. Secado natural de yuca rallada para uso industrial**
- a. Antecedentes**
- Además del sistema antes mencionado es también posible obtener harina con el uso de una ralladora, máquina desarrollada y utilizada en Manabí desde hace aproximadamente 42 años.
- Al comparar las dos máquinas entre sí, esta última a más de tener menor costo sirve para la producción de almidón, lo que permitirá un mejor manejo de las plantas secadoras o rallanderías.
- El INIAP realizó estudios con el objeto de determinar la factibilidad de producir harina de yuca empleando ralladora, encontrar una ca-

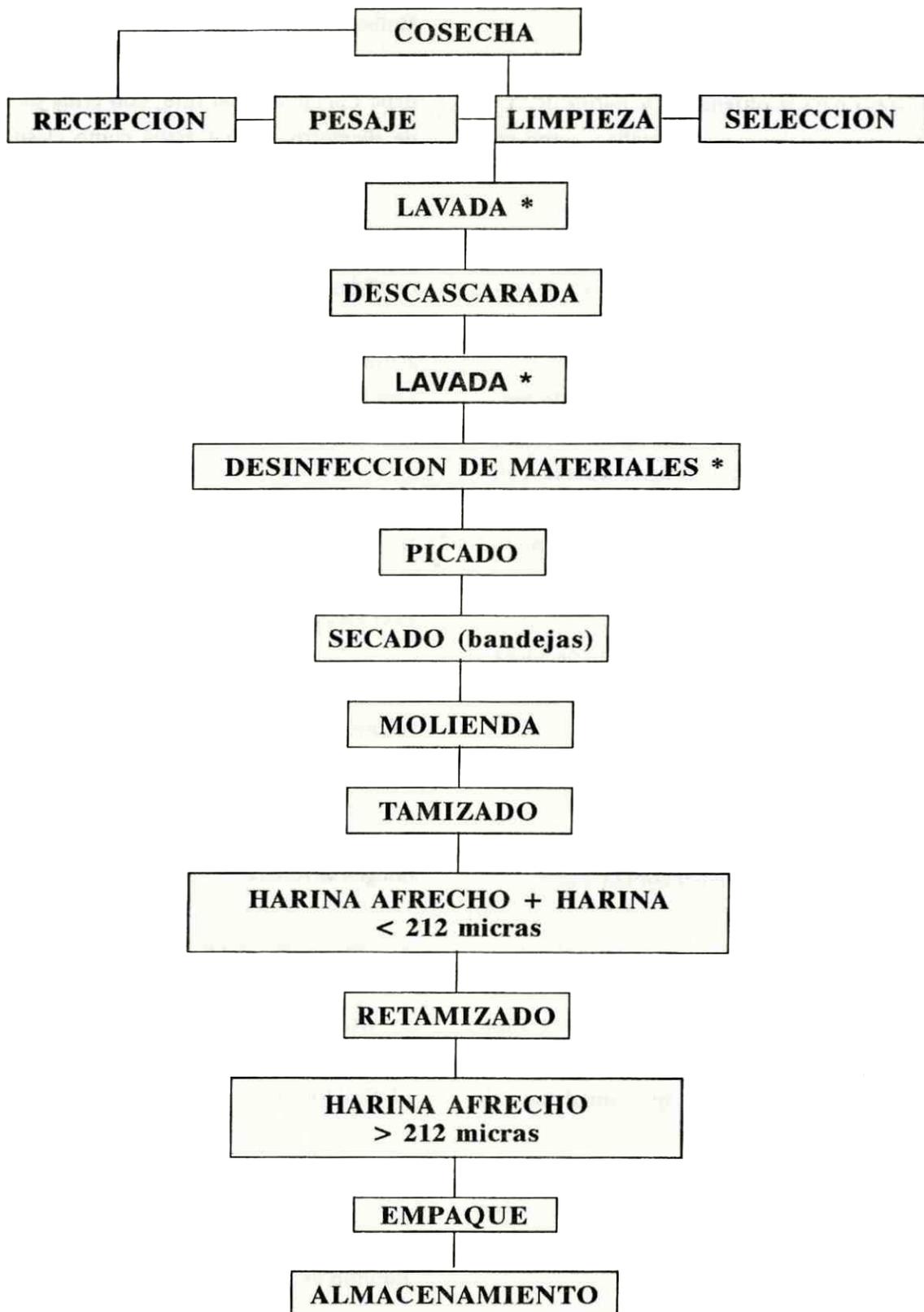


Figura 18. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de yuca para consumo humano.

* Agua tratada con cloro (28,6 gramos/m³ de agua)

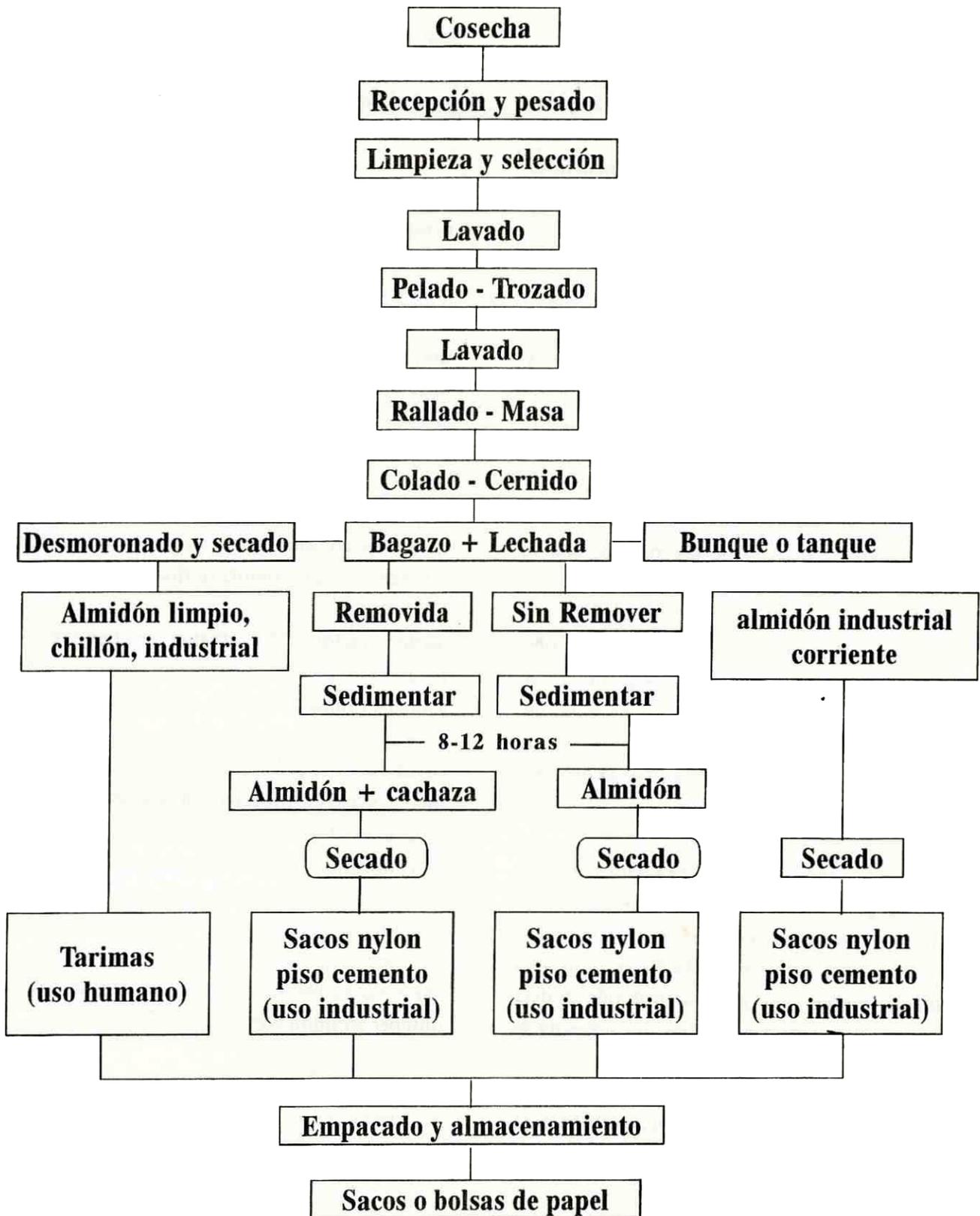


Figura 19. Procesamiento de la yuca para la obtención de almidón

Secado.— Esta etapa se la realiza en tarima de caña guadúa, bandejas o tendales de cemento, dependiendo del tipo de almidón a producirse. Si es para uso humano se puede emplear tarimas de caña guadúa o bandejas cubiertas de papel de empaque o plástico donde se deposita el almidón en cantidad de 1 kg/m^2 , previamente desmoronado, es removido cada cierto tiempo de acuerdo a las condiciones ambientales, labor que se efectúa para facilitar el secado y obtener una humedad del almidón inferior al 14 o/o, el cual chilla al presionarlo con los dedos. El secado se realiza en un día.

Para poder ajustarse a los parámetros de calidad de la industria es necesario procesar la yu-

ca en el menor tiempo posible, no almacenar el almidón húmedo, es decir secar tan rápidamente como sea posible para evitar que no acidifique y que pierda así su viscosidad que es uno de los atributos del almidón empleado en la industria de los adhesivos, por otro lado se debe evitar la mezcla de almidón con la mancha.

Empaque y almacenamiento.— El producto obtenido es depositado en sacos de papel empaque o de tela y almacenado en bodega con buena ventilación y a temperatura ambiente.

El bagazo y la cachaza pueden ser secados para su almacenamiento y comercialización.



Figura 12 a. Deterioración fisiológica



Figura 12 b. Deterioración microbial



Figura 13. Picadora Tipo Thailandia

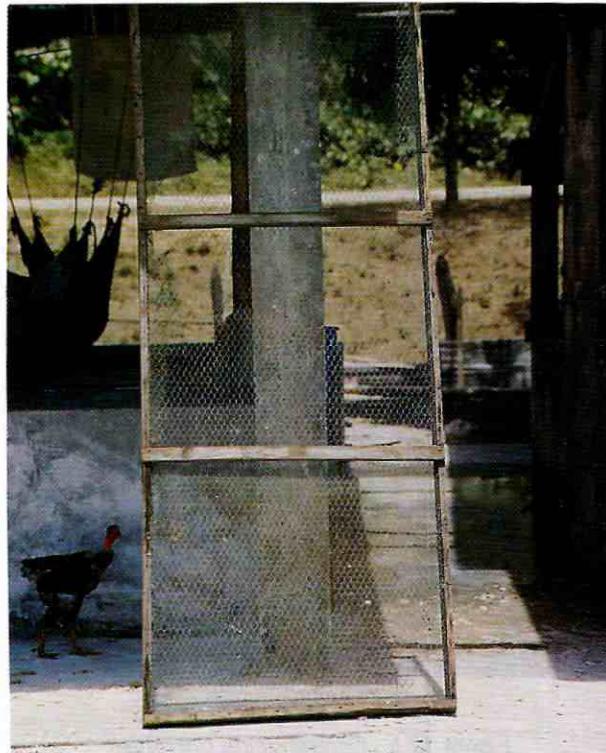


Figura 14. Bandejas para secado

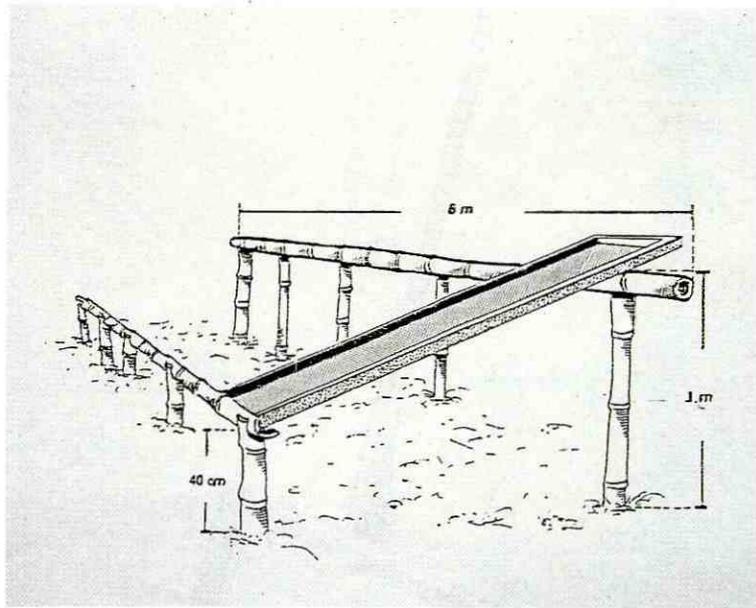


Figura 15. Posición de las bandejas inclinadas para secado natural de yuca

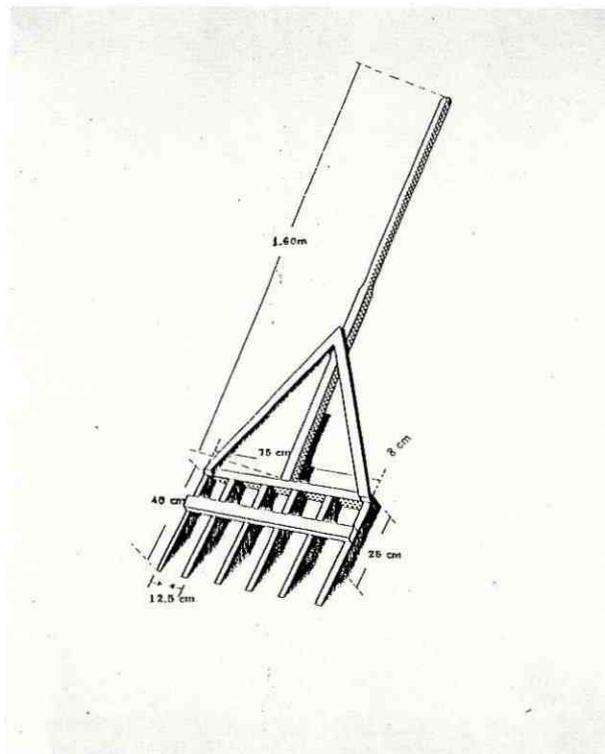


Figura 16. Rastrillo de madera para esparcido y volteado de los chifles de yuca

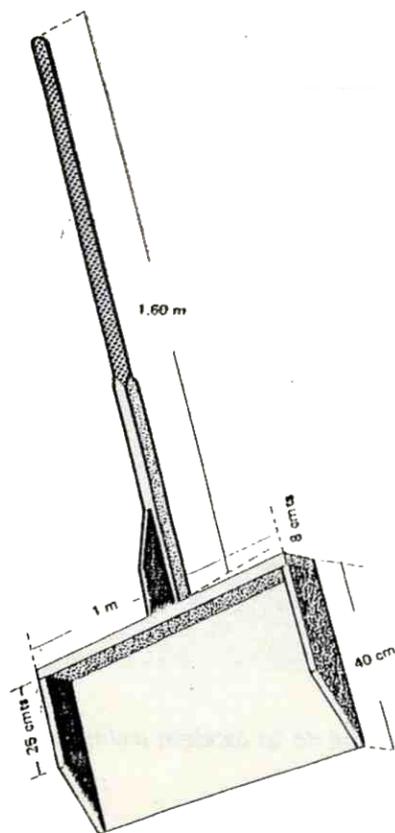


Figura 17. Pala de madera para recolección de "chifles" secos de yuca

B. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CARDENAS, F.; CEDEÑO, J.; CHAVEZ, N. 1986. Participación del INIAP en el establecimiento de plantas de secado natural en la provincia de Manabí. In *La yuca en la Costa ecuatoriana y sus perspectivas agroindustriales*. Steven Romanoff y Guillermo Toro (eds.) p. 136-141. Quito, Ecuador.
- CARDENAS, F. 1986. La tecnología del secado de yuca se extiende a Ecuador. In *Yuca boletín informativo*. Vol 10. CIAT. Cali, Colombia. p. 7.
- CARDENAS, F. M.; HEPPELY P. R.; VASQUEZ, F. 1991. Efecto del tratamiento de fungicida en pérdidas postcosecha de cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Puerto Rico. *Carib. Food Crops Soc. 27th Ann Meeting*. Roseau, Dominica. (en impres).
- CARDENAS, F. M. 1991. Efecto del calcio en la calidad post-cosecha de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad Serrallés. Tesis Maestro en Ciencias en Agronomía. Colegio de Ciencias Agrícolas. Dpto. de Agronomía y Suelos. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayaguez. 90 p.
- COBEÑA, G.; CARDENAS F. 1989. Pruebas realizadas por el INIAP en la conservación de yuca fresca para consumo humano. In: *Las industrias de la yuca en la Costa ecuatoriana*. Mem. II Seminario Anual sobre la yuca en la E. E. "Portoviejo" del INIAP, octubre 28-31, 1986. Steven Romanoff y Marat Rodríguez (eds). INIAP-CIAT-FUNDAGRO. Quito, Ecuador. p. 73-78.
- CHAVEZ, N.; CARDENAS, F.; HINOSTROZA, F. 1986. Condiciones para el establecimiento de plantas de secado natural de yuca en la provincia de Manabí. (Sondeo INIAP-CIAT). In *La yuca en la Costa ecuatoriana y sus perspectivas agroindustriales*. Steven Romanoff y Guillermo Toro (eds.) p. 35-52.
- HINOSTROZA, F.; CARDENAS, F. M.; COBEÑA, G. 1991. Secamiento natural de yuca picada. INIAP-CIID-FUNDAGRO. Boletín divulgativo. No. 208. E.E. Portoviejo. Quito, Ecuador. 15 p.
- HINOSTROZA, F.; CARDENAS, F. 1991. Métodos de cosecha de yuca. INIAP-CIID-CIAT. Boletín divulgativo. No. 206. EE. Portoviejo, Manabí. Quito, Ecuador. 13 p.

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1993. Inventario tecnológico. Programa Raíces y Tubérculos Tropicales. INIAP E. E. Portoviejo. Manabí, Ecuador. 102 p. (mecnografiado).

WHEATLEY, C. 1983. Almacenamiento de raíces frescas de yuca. Guía de Estudio, Serie 04SE-07.05. CIAT. Cali Colombia. 35 p.

-----; LOZANO, C.; GOMEZ, G. 1985. Deterioración postcosecha y almacenamiento de raíces de yuca. In: Yuca: Investigación, producción y utilización. Prog. Yuca, Carlos Domínguez (ed). CIAT, Cali, Colombia. 33 p.

EL INIAP ES LA ENTIDAD OFICIAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA AGROPECUARIA,
CUYA MISION ES GENERAR Y ADAPTAR TECNOLOGIAS APROPIADAS ENCAMINADAS
AL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD, PROPICIANDO LA PRODUCCION CON
SENTIDO ECONOMICO Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES.

PRODUCCION:
DPTO. DE COMUNICACIONES DEL INIAP
Casilla 17-01-340- Quito - Ecuador
Manual No. 29
Noviembre - 1995
No. de ejemplares: 1.000
Impreso por OFFSET ECUADOR (Telf. 528778 - Quito)