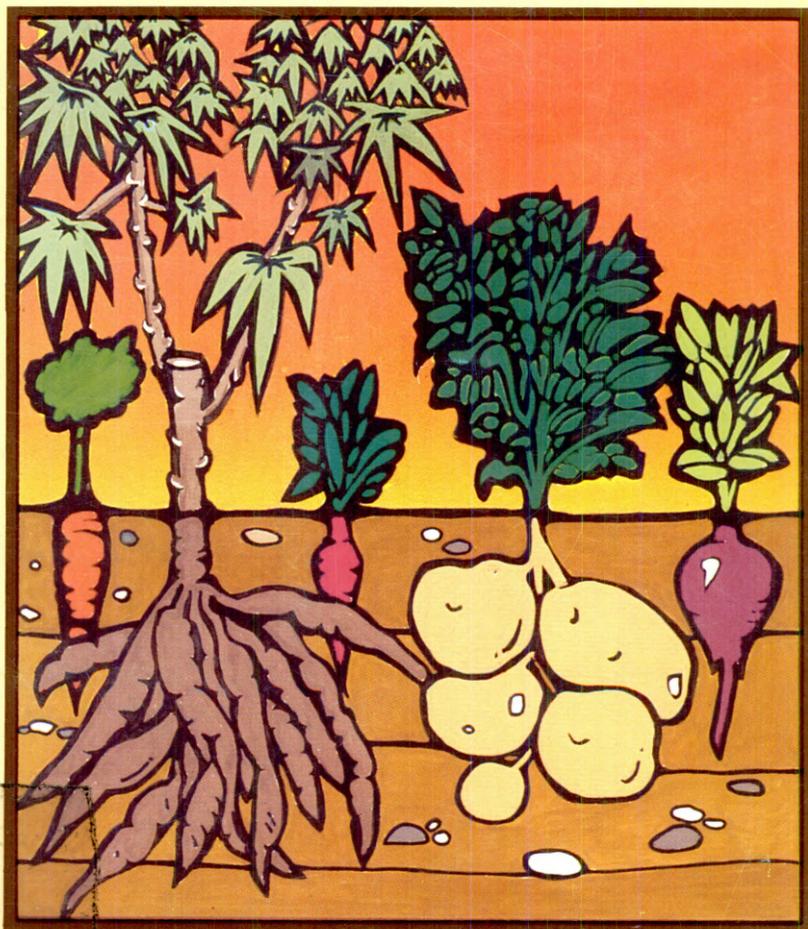
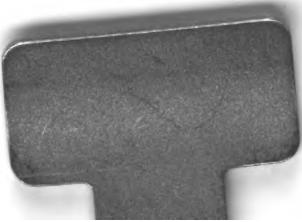


CULTIVO DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS TROPICALES



Álvaro Montaldo

9521



World Bank
Periodic

21 JUN 1991

C I D I A
Turrialba, Costa Rica

CULTIVO DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS TROPICALES

SERVICIO EDITORIAL IICA

CULTIVO DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS TROPICALES

Álvaro Montaldo

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
San José, Costa Rica
1991

CULTIVO DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES

© Alvaro Montaldo

© para esta segunda edición actualizada y revisada, IICA 1991

Primera edición: 1972

Segunda edición: 1991

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Diseño de cubierta	Mario Loaiza
Composición de texto	Zaida Sequeira
Producción editorial	Marcelle Banuett
Editor de la obra	Tomás Saraví
Editora de los índices	Fanny De La Torre de K.
Editor de la colección	Michael J. Snarskis

Montaldo, Alvaro

Cultivo de raíces y tubérculos / Alvaro Montaldo.
— 2a. ed. rev. / San José, C.R. : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1991.

408 p. ; 23 cm. — (Libros y Materiales Educativos / IICA ; no. 21).

ISBN 92-9039-165-0

1. Hortalizas de raíz. I. Título. II. Serie.

AGRIS
F01

DEWEY
633.4

Colección de Libros y Materiales Educativos no. 21

Este libro fue publicado por el Servicio Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). La Colección de Libros y Materiales Educativos tiene como fin contribuir al desarrollo agrícola en el hemisferio americano.

San José, Costa Rica, 1991

IICA
LME-21
A 997

CONTENIDO

PROLOGO	v
AGRADECIMIENTOS	ix
INTRODUCCION	7
I. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES	11
Importancia mundial de los cultivos de raíces y tubérculos	13
Presente y futuro de los cultivos de raíces y tubérculos en el trópico americano	16
Producción de energía y proteína de los cultivos de raíces y tubérculos	27
Taxonomía de los cultivos de raíces y tubérculos	32
Requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos de raíces y tubérculos	35
Composición general de los cultivos de raíces y tubérculos	39
Usos de los cultivos de raíces y tubérculos	44
Bibliografía	45
II. CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES DE IMPORTANCIA EN AMERICA	49
CLIMA CALIENTE	51
TARO o MALANGA (<i>Colocasia esculenta</i>)	53
Sinonimia y nombres vulgares (53); origen, historia y geografía (54); botánica (54); clima, suelo y fertilizantes (55); cultivo (56); genética y mejoramiento (57); enfermedades (58); plagas (59); almacenamiento (59); análisis y composición (60); utilización (62); aspectos económicos (65); bibliografía (68).	
OCUMO o YAUTIA (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	71
Sinonimia y nombres vulgares (71); origen, historia y geografía (71); botánica (72); clima, suelo y fertilizantes (73); cultivo (74); genética y mejoramiento (76); enfermedades (77); plagas (77); almacenamiento (78); análisis y composición (78); utilización (84); posibilidades de expansión (85); bibliografía (89).	
ÑAMES (<i>Dioscorea spp.</i>)	91
Sinonimia y nombre vulgares (91); origen, historia y geografía (92); botánica (93); clima, suelo y fertilizantes (96); cultivo (100); genética y mejoramiento (107); enfermedades (109); plagas (109); almacenamiento (110); análisis y composición (112); utilización (115); aspectos económicos (118); posibilidades de expansión (121); bibliografía (127).	

YUCA o MANDIOCA (<i>Manihot esculenta</i>)	131
Sinonimia y nombres vulgares (131); origen, historia y geografía (132); botánica (134); clima, suelo y fertilizantes (140); cultivo (151); genética y mejoramiento (177); plagas (182); enfermedades (193); análisis y composición (199); utilización (208); aspectos económicos (219); posibilidades de expansión (223); bibliografía (224).	
BATATA o CAMOTE (<i>Ipomoea batatas</i>)	231
Sinonimia y nombres vulgares (231); origen, historia y geografía (231); botánica (236); clima, suelo y fertilizantes (241); cultivo (245); genética y mejoramiento (254); enfermedades (271); plagas (272); almacenamiento (276); análisis y composición (277); utilización (282); aspectos económicos (286); posibilidades de expansión (288); bibliografía (288).	
CLIMA FRIO	295
ARRACACHA (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	297
Bibliografía (303)	
OCA (<i>Oxalis tuberosa</i>)	305
Bibliografía (310)	
ULLUCO (<i>Ullucus tuberosus</i>)	311
Bibliografía (314)	
MASHUA (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	315
Bibliografía (317)	
III. CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES AMERICANOS DE AREA RESTRINGIDA	319
CLIMA CALIENTE	321
ACHIRA (<i>Canna edulis</i>)	323
Bibliografía (325)	
GUAPO (<i>Maranta arundinacea</i>)	327
Bibliografía (331)	
LAIREN (<i>Calathea allouia</i>)	333
Bibliografía (333)	
NUPE (<i>Pachyrrhizus erosus</i>)	335
Bibliografía (338)	
JICAMA DE CERRO (<i>Dalambertia populifolia</i>)	339
Bibliografía (339)	

CIPOY (<i>Jacaratia hassleriana</i>)	340
Bibliografía (340)	
CLIMA FRIO	341
TOTORA (<i>Scirpus riparium</i>)	343
Bibliografía (343)	
MAUKA (<i>Mirabilis expansa</i>)	344
Bibliografía (346)	
MACA (<i>Lepidium meyenii</i>)	347
Bibliografía (347)	
ACHACANA (<i>Neowerdermannia vorwerckii</i>)	348
Bibliografía (348)	
ARICUMA (<i>Polymnia sonchifolia</i>)	349
Bibliografía (349)	
IV. OTROS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES	351
DE AREA RESTRINGIDA	
PIT'TSI (<i>Eleocharis esculentus</i>)	353
Bibliografía (354)	
ALOCASIA (<i>Alocasia</i> sp.)	355
APE (<i>Alocasia</i> sp.)	356
KHOAI MON (<i>Alocasia indica</i>)	357
Bibliografía (357)	
TEVE (<i>Amorphophallus campanulatus</i>)	359
Bibliografía (362)	
MAQTA (<i>Cyrtosperma chamissonis</i>)	363
Bibliografía (364)	
TI (<i>Cordyline terminalis</i>)	365
Bibliografía (366)	
PIA (<i>Tacca leontopetaloides</i>)	367
Bibliografía (369)	
KACHURA (<i>Curcuma zeodaria</i>)	370
Bibliografía (372)	

JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>)	373
Bibliografía (375)	
LOTO (<i>Nelumbo nucifera</i>)	376
Bibliografía (377)	
COLEOS (<i>Coleus</i> spp.)	378
BORRAJA INDIA (<i>Coleus tuberosus</i>)	379
OUSSUO-NI-FING (<i>Coleus rotundifolius</i>)	380
DAZO (<i>Coleus esculentus</i>)	381
Bibliografía (382)	
CHAYOTA (<i>Sechium edule</i>)	383
Bibliografía (384)	
INDICE DE AUTORES	387
INDICE DE CULTIVOS	393
INDICE DE MATERIAS	403

PROLOGO

El trópico y particularmente el trópico americano, que ha contribuido con valiosos aportes a la lista de cultivos alimenticios y productores de materias primas predominantes hoy en el mundo, ha visto, sin embargo, cuán poco interés han despertado en el pasado algunas de las especies oriundas de estas zonas. Esto ha sido particularmente cierto con respecto a sus plantas productoras de raíces y tubérculos.

La papa, que proveniente de los Andes Americanos se introdujo y aclimató en Europa, ha sido el único tubérculo proveniente del Nuevo Mundo que hoy día tiene gran importancia en los países desarrollados y conserva su gran demanda en las zonas altas de América tropical y en la zona templada de Sudamérica. Pero realmente la papa no fue originada en el Trópico.

La yuca, raíz cultivada centurias antes del descubrimiento de América, ha sido la planta de este grupo que ha adquirido mayor importancia en los trópicos y ha recibido atención por parte de genetistas y agrónomos, que convirtieron a esta planta en una de las que pueden producir mayores volúmenes por hectárea de alimentos feculentos.

Otras raíces y tubérculos originarios del trópico han recibido menos atención; sin embargo, el estudio de estas plantas promete resultados halagadores, pues es tal la variedad de especies que el genetista acucioso y el agrónomo innovador encontrarán material extenso con el cual convertir sus inquietudes intelectuales en altos rendimientos en alimentos.

Sin duda, una de las razones que han impedido que las raíces y tubérculos tropicales ocupen mayor importancia entre los cultivos alimenticios son las dificultades referentes a su conservación por largos períodos; ha influido, asimismo, el desarrollo de procesos industriales que permiten hoy día la fácil producción de harinas y otros productos que abren caminos muy promisorios para el desarrollo de esta clase de cultivos y aumentan su importancia en el futuro de la producción de alimentos.

Otra razón que quizás privó en el pasado fue la relativamente baja calidad alimenticia de las raíces y tubérculos tropicales; se ha concluido muy a la ligera que el bajo contenido de proteínas y su ca-

lidad da sólo un valor secundario a estos alimentos feculentos; sin embargo, si se toman en cuenta los grandes volúmenes de materia alimenticia que son capaces de producir algunas de estas especies y las necesidades para la alimentación humana y animal, hay que convenir que las raíces y tubérculos ofrecen mucho mayores posibilidades que los cereales y otros granos de suplir las necesidades del mundo hambriento en que vivimos.

Por otro lado, las posibilidades de añadir proteínas de otras fuentes que no se consumen normalmente por los humanos, tales como harinas de pescado y hojas y tallos de las mismas plantas, ofrecen muchas alternativas que merecen ser investigadas; también deben tenerse en cuenta las aún más remotas pero factibles posibilidades de usar estas masas de alimentos feculentos como base de procesos de fermentación que, a través de una industrialización adecuada, permitan añadir parte de las proteínas que requieren los seres humanos. Ello abre nuevos caminos que, con la cooperación del ingenio de los técnicos, contribuirá sin duda a la solución de los problemas de alimentación de la creciente población.

Tampoco deben descartarse las posibilidades que ofrece hoy día el mejoramiento genético, que ya ha permitido el aumento en cantidad y calidad de las proteínas de algunos cereales; asimismo, es de esperar que con un mejor conocimiento de la genética y de la fisiología de las especies que producen raíces y tubérculos se aproxime aún más el día en que se pueda mejorar el valor nutritivo de estos productos.

Un aspecto que tampoco se debe olvidar al considerar la importancia de las raíces y tubérculos tropicales es el relacionado con los problemas sociales de ocupación, desempleo y tenencia de la tierra, aspectos que hoy día han adquirido la mayor importancia en los países en desarrollo, particularmente los ubicados en el área tropical.

Algunas de las plantas productoras de raíces y tubérculos (la yuca, el ñame, el ocumo y otras) proporcionan trabajo remunerador a través de largos períodos y al mismo tiempo permiten, bajo ciertas condiciones, la cosecha escalonada ajustable a las necesidades de consumo propio y del mercado. Estas cualidades, inteligentemente explotadas, pueden contribuir eficazmente a aumentar la ocupación y afianzar al campesino en su tierra.

Todas las razones mencionadas nos hacen pensar en las enormes posibilidades de algunas de estas especies y en la necesidad de que la mayoría de ellas sean investigadas con mayor profundidad.

La labor de recopilar información sobre raíces y tubérculos tropicales la inició el Ing. Alvaro Montaldo hace muchos años; en Maracay, Venezuela, en la Facultad de Agronomía, se dedicó a estudiar algunas de ellas. Producto de sus extensas investigaciones bibliográficas y de su propia experiencia en el estudio de algunas de estas especies

es el excelente libro que ahora nos ofrece, el cual servirá de estímulo a los profesionales que hoy dedican sus esfuerzos a encontrar maneras de producir los alimentos que necesita la creciente población del mundo.

Ya Montaldo había producido una extensa lista bibliográfica que publicó la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

Creo que el libro de Montaldo contribuirá enormemente a la creación de estímulos para que los jóvenes estudiosos de las ciencias agronómicas orienten fructíferos esfuerzos hacia las investigaciones tendientes a mejorar las plantas productoras de raíces y tubérculos tropicales; servirá también para que los dirigentes contribuyan con su apoyo financiero y para que los industriales presten atención a las enormes posibilidades que ofrecen estas especies.

LUIS MARCANO C.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento al Ing. Agr. José Rafael Barrios, quien colaboró activamente en la preparación del manuscrito y con informaciones inéditas sobre sus investigaciones; al extinto profesor Nikita Czyhrinciw, Jefe de la Cátedra de Tecnología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, quien revisó las secciones del texto relacionadas con su especialidad; a los profesores de esta misma universidad, Ing. Agr. José Luis Sánchez y Rubén Darío Guillén y al Perito Agrónomo Sérvulo Azuaje Fuentes, de la Cátedra Raíces y Tubérculos, por sus continuos aportes.

Agradece, asimismo, al Ing. Agr. Julio Rea, de Bolivia, por su aporte de material y continuos consejos; a un grupo grande de ingenieros agrónomos de Argentina, Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Trinidad que laboran en estos cultivos y que proporcionaron mucha información escrita u oral, habiendo acompañado en algunas oportunidades al suscrito en largos viajes de estudio y reconocimiento. Igual agradecimiento se da a los numerosos colegas que han participado como estudiantes, en los cursos internacionales de hortalizas, raíces y tubérculos tropicales organizados por la Zona Andina del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Servicio Shell para el Agricultor, Cagua y la Facultad de Agronomía de Maracay, que también proporcionaron una abundante información sobre los problemas de los cultivos de raíces y tubérculos en sus respectivos países.*

Se desea dejar expresa constancia de que el material fotográfico y su arreglo se debe a la labor profesional del Sr. Martín Hruskovec, fotógrafo de la Facultad de Agronomía, Maracay, a quien el autor hace extensivos sus reconocimientos. Lo mismo a la Srta. Guillermina Montero, de Perú y al personal de la biblioteca Orton del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, por la revisión de la bibliografía.*

* Actualmente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Finalmente, el autor desea expresar su agradecimiento a la Fundación Kellogg y al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA por la ayuda recibida, que hizo posible la preparación de este libro.*

ALVARO MONTALDO

Maracay, Venezuela.

* Actualmente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

INTRODUCCION

En muchas áreas del mundo el uso de las raíces y los tubérculos constituye una fuente fundamental de la dieta o base para la industria. Sin embargo, es poca la importancia que se le ha dado a las investigaciones, y la información que existe está muy dispersa.

En este texto se presenta un estudio agronómico y estimaciones del valor nutritivo de los cultivos de raíces y tubérculos que se utilizan en la alimentación de los pueblos tropicales y como materia prima para la industria.

En virtud del concepto actual de que la tierra es de quien la trabaja y ante los planes de reforma agraria en marcha en gran parte de los países tropicales, es más necesario que nunca producir más y mejores alimentos. En muchos casos la investigación y desarrollo de plantas nativas puede constituir una buena base para el desarrollo económico de las comunidades y permitir que el proceso social de la tierra alcance el éxito que se espera.

Existe conciencia generalizada de que los cultivos de raíces y tubérculos aportan alimentos energéticos en gran cantidad y que la escasa proteína que producen es de inferior calidad a la de origen animal, pero la producción de raíces es barata y abundante y por lo menos proporciona uno de los componentes de la dieta.

Con buenos programas de nutrición que consideren la adición de harinas (de maní, de pescado, etc.), se puede ayudar a mejorar esta dieta. Además, la escasez de proteína en gran parte de las plantas alimenticias es un fenómeno general.

Este trabajo se ha dividido en cuatro partes:

I. Consideraciones generales sobre los cultivos de raíces y tubérculos tropicales

En esta parte se indica la importancia mundial de los cultivos de raíces y tubérculos y el potencial que ellos representan para el desarrollo del trópico americano. Se compara la producción de energía y proteínas de estos cultivos con los cereales, por área de cultivo. Se proporciona la posición taxonómica y los requerimientos climáticos y edáficos. Por último, se señalan sus usos domésticos e industriales.

II. Cultivos de raíces y tubérculos tropicales de importancia en América

Trata en primer lugar las especies que se cultivan bajo clima caliente; taro o papa china (*Colocasia esculenta*), ocumo o yautía (*Xanthosoma sagittifolium*), ñames (*Dioscorea* spp.), yuca o mandioca (*Manihot esculenta*), camote o batata (*Ipomoea batatas*). En cuanto a las especies que son cultivadas bajo clima fresco y frío, se tratan por su importancia: arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), oca (*Oxalis tuberosa*), ulluco (*Ullucus tuberosus*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*).

III. Cultivos de raíces y tubérculos tropicales americanos de área restringida

Abarcan seis especies en clima caliente y cinco en clima frío.

IV. Otros cultivos de raíces y tubérculos tropicales de área restringida

Abarcan especies de Africa, Asia o de las islas del Pacífico, algunas cultivadas localmente y otras que crecen espontáneas y constituyen alimento de reserva para años de producción anormal.

En la segunda, tercera y cuarta partes se indican los caracteres distintivos de cada planta, y sus aspectos agronómicos, nutritivos e industriales cuando se ha contado con información disponible. Algunos cultivos están en vías de desaparecer debido al ventajoso reemplazo por la yuca, el camote o el ocumo. En cada sección los cultivos han sido dispuestos de acuerdo con sus requerimientos climáticos y son designados por el nombre o los nombres vulgares de uso más común entre los pueblos que los producen. Hasta donde resultó posible se ha mantenido la lengua original. Se indican la sinonimia y otros nombres vulgares locales de las plantas.

Se ha evitado dar un exceso de datos prácticos sobre tratamientos con fungicidas, nematicidas o insecticidas para el combate de enfermedades y plagas, ya que el avance tecnológico cada año hace aparecer nuevos productos; además, esos tratamientos hay que adecuarlos a las condiciones ecológicas donde se desarrollan tanto el cultivo como el patógeno o la plaga.

Para tratar cada tema, especialmente en las plantas americanas, se usó primero la información continental disponible y digna de con-

fianza y se complementó con información mundial. No se hace una revisión exhaustiva de toda esta información; ése no es el propósito, ya que el autor de esta obra publica periódicamente la bibliografía de raíces y tubérculos tropicales, que llena ese cometido.

Se podrá comprobar que el campo que aún queda por investigar en estos cultivos productores de raíces y tubérculos es amplio, y que si hasta ahora algún trabajo se hizo en los trópicos, se ha concretado en especial a las regiones bajas y húmedas, pero aún está virgen el campo de los páramos y altiplanos donde, especialmente en América, hay una abundante población autóctona que espera paciente, ya por siglos, el auxilio del agrónomo.

El concepto de trópico geográfico (entre 23° de latitud Norte y 23° de latitud Sur) bajo el punto de vista de las plantas que se estudian no se ajusta a la realidad. Los paralelos tropicales límites deberían sustituirse por líneas sinusoidales que se superponen a dichos paralelos. Lo mismo se podría decir del Ecuador, ensayando un nuevo emplazamiento, que bien pudiera coincidir con el Ecuador meteorológico, cuya situación es de aproximadamente 5° de latitud Norte, como promedio de su desplazamiento anual.

Los verdaderos límites tropicales en cuanto a estos cultivos estarían definidos por una isolínea límite que corresponde a la integración de todas las características térmicas, hídricas y fotoperiódicas que definen a las plantas tropicales, teniendo en cuenta no sólo las necesidades de estas plantas sino también las condiciones dinámicas y termodinámicas de la atmósfera que caracterizan a los climas ecuatoriales, tropicales y aun subtropicales.

Las islas del Pacífico que se mencionan en el texto son las ubicadas en Polinesia, Micronesia y Melanesia. Este disperso territorio interesa por la importancia pasada y actual que tienen los cultivos de raíces y tubérculos para los estudios agronómicos en la relación planta-medio ecológico-pueblos.

A pesar de que la papa, a través de la especie *Solanum andigenum* y otras cultivadas, es un recurso importante de las regiones altas de los trópicos, no se incluyó, considerando que la especie *Solanum tuberosum* es la más difundida y está principalmente cultivada en las regiones templadas de la tierra.

En el texto se usó el sistema métrico decimal; sin embargo, en la cuantificación del contenido en vitaminas de los diversos cultivos se siguió a los autores citados. Por tal causa, algunas vitaminas están expresadas en unidades internacionales (U.I.), otras en miligramos (mg) y otras en microgramos activos (mcg act).

**CONSIDERACIONES GENERALES
SOBRE LOS CULTIVOS DE RAICES Y
TUBERCULOS TROPICALES**

IMPORTANCIA MUNDIAL DE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS

Los cultivos de raíces y tubérculos, que comprenden principalmente la papa (*Solanum tuberosum*), yuca o mandioca (*Manihot esculenta*), batata o camote (*Ipomoea batatas*), ñames (*Dioscorea* spp.), taro (*Colocasia esculenta*) y ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*), ocupan el segundo lugar mundial en área sembrada y volumen de producción con 47 523 000 ha y 556 676 000 toneladas. Los cereales, que están en primer lugar, tanto en área como en producción, alcanzan valores de 718 260 000 ha y 1 638 847 000 t, respectivamente (Cuadro 1).

Una comparación directa indicará que los cultivos de raíces y tubérculos, con 1/15 del área de cereales, producen un volumen equivalente a un tercio de éstos (FAO, 1983).

La producción de los cultivos de raíces y tubérculos, a excepción de la papa y en parte la batata, se encuentra localizada preferentemente en los trópicos.

En el Cuadro 2 se muestra la importancia relativa de cada uno de estos cultivos. La papa que se cultiva fuera y dentro de los trópicos produce 286 472 000 t; le sigue la yuca con 123 153 000 t, la batata o camote con 114 842 000 t, los ñames con 23 299 000 t y el taro con 5 221 000 t. Otros cultivos de cierta importancia y que la estadística mundial de FAO no registra, son el ocumo y la arracacha, especialmente en el trópico americano.

Cuadro 1. Principales cultivos alimenticios a nivel mundial.

Cultivos	Producción	Superficie	Rend. medio
	t x 10 ³	ha x 10 ³	t/ha
Cereales	1 638 847	718 260	2.28
R. y tub.	556 676	47 523	11.71
Leg. grano	43 662	64 541	0.68
Hort. y mel.	372 721		
Frutas	301 761		
Azúcar	97 173		
Oleaginosas	53 434		

Fuente: Anuario Producción, FAO (1983).

Cuadro 2. Principales cultivos de raíces y tubérculos a nivel mundial.

Cultivos	Producción	Superficie	Rend. medio	Producción tropical %
	t x 10 ³	ha x 10 ³	t/ha	
Papa	286 472	20 167	14.20	25
Yuca o mandioca	123 153	14 879	8.28	100
Camote o batata	114 842	7 914	14.51	50
Ñames	23 299	2 471	9.33	90
Taro	5 221	1 133	4.61	85

Fuente: Anuario de Producción, FAO (1983).

Cuadro 3. Análisis proximal de los principales cultivos alimenticios (como porcentaje de la materia seca).

	M.S.% 1	P.C. 2	F.C. 3	E.E. 4	Ceni- zas 5	E.L.N. 6	Energía bruta 7
Cereales							
Trigo	89.5	16.0	4.3	1.5	2.1	76.1	4.21
Maíz	88.0	10.9	2.9	5.0	3.4	76.8	4.28
Arroz	90.00	8.4	0.1	0.7	0.5	90.8	4.12
Sorgo	87.1	9.8	3.9	1.5	1.8	83.0	4.03
Tuberosas							
Papa	22.0	9.9	2.5	0.5	1.2	85.9	2.36
Yuca	38.5	2.9	9.2	0.9	1.3	83.8	4.17
Batata o camote	26.8	6.5	3.0	1.0	5.0	84.5	4.33
Ñames	24.0	14.2	3.8	0.4	5.8	75.8	3.67
Taro	36.6	3.8	1.9	0.3	3.3	90.7	3.53
Ocumo	32.0	6.6	2.2	0.6	3.4	87.2	3.40

Fuente: Devendra, 1979.

En el Cuadro 3 se han utilizado los resultados obtenidos por Devendra (1979), dado que este investigador trabaja en el trópico y ha aplicado un criterio uniforme de análisis para todos los productos indicados (cereales y tuberosas). Los resultados han sido indicados con base en materia seca.

Se podrá notar que, entre las tuberosas, la yuca, el taro y el ocumo son las más altas en materia seca, con valores de 38.5, 36.6 y 32.8% ; luego siguen la batata o camote, los ñames y la papa con 26.8, 24.0 y 22.0% .

En cuanto a contenido de proteínas en la materia seca, las diferencias entre las harinas de cereales y tuberosas no son tan significativas como generalmente se estima. El trigo posee el valor más alto, 16.0% ; el maíz y el arroz tienen valores de 10.9% y 8.4% respectivamente. Estos tres productos en la actualidad son utilizados casi exclusivamente en la alimentación humana. El sorgo tiene 9.8% de proteínas; superan al arroz y al sorgo, entre las tuberosas, los ñames y la papa, con valores de 14.2% y 9.9% de proteína. La yuca es baja en proteína y sólo contiene 2.9% ; posee un 9.2% de fibra cruda, condición ésta que convierte a sus productos, especialmente el casabe, en un excelente alimento dietético para activar las funciones del intestino humano.

En cuanto a extracto etéreo, el más alto valor es el del maíz con

5% , seguido por el trigo y el sorgo con 1.5% cada uno. Los demás valores son de 1% o inferiores.

Los ñames, la batata o camote, el maíz, el taro y el ocumo son altos en minerales.

El extracto libre de nitrógeno es alto en el arroz y el taro (90.8 y 90.7% respectivamente); le siguen el ocumo, la papa, la batata y la yuca, y por último el maíz, el trigo y los ñames. La energía bruta es alta en la batata; le siguen el maíz, el trigo, la yuca y el arroz.

En todo caso, la elección de un cultivo (como se analizará en cada monografía) dependerá del rendimiento en raíces (cormos, rizomas o tubérculos) por hectárea, del destino del producto (alimentación humana, alimentación animal o industria), de la cantidad de megacalorías producidas por hectárea y por día, o bien del contenido de proteínas y del costo final de producción.

PRESENTE Y FUTURO DE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS EN EL TROPICO AMERICANO

La América Tropical* requeriría, según estimaciones efectuadas para el año 1986, 93 170 000 toneladas de cereales sin moler, de los cuales aproximadamente 70% se destinarían a la alimentación humana y 30% a la preparación de raciones de aves, cerdos y vacunos, de acuerdo con las fórmulas clásicas.

Para satisfacer la demanda de cereales o sustituirlos parcialmente, se presentan tres opciones: incrementar sustancialmente el área cultivada con cereales, continuar importaciones masivas de cereales, o el cultivo de plantas tropicales que son grandes productoras de carbohidratos.

Incremento sustancial del área cultivada con cereales

Este incremento deberá llegar, considerando un rendimiento medio en cereales de 1.5 t/ha, a una superficie de cultivo de 62 113 333 hectáreas anuales. Considérese que hasta el presente sólo se ha podido cultivar 38 406 000 ha anuales de cereales para uso humano y animal, y que el nivel de riesgo debido a las condiciones am-

* Se exceptúan Argentina, Uruguay, Chile, Estados Unidos de América y Canadá.

bientales, especialmente la precipitación pluvial y la degradación de suelos, aparece para los países de esta área como uno de los más altos de la agricultura tropical. Agréguese a esto las limitaciones en oportunidad de financiamiento, provisión de insumos adecuados en calidad, cantidad y oportunidad, deficiencia en el almacenamiento, en el procesamiento y en la comercialización.

Se destaca que los cereales en el trópico, con excepción del arroz, dan rendimientos inferiores a los de las regiones templadas, donde la provisión de energía radiante alcanza una alta proporción, hasta 15-17 horas diarias, durante su ciclo. (Ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento medio del maíz, trigo y arroz en algunos países de América (1983, t/ha).

REGION TROPICAL			REGION TEMPLADA				
	Maíz	Trigo	Arroz		Maíz	Trigo	Arroz
Costa Rica	1.8		2.6	Estados Unidos	5.1	2.7	5.2
Cuba	1.2		3.5	Canadá	5.4	1.9	—
Rep. Dominicana	1.4		4.1	Chile	3.7	1.7	3.5
Bolivia	1.3	0.5	1.4				
Brasil	1.7	1.2	1.5				
Colombia	1.4	1.6	4.5				
Ecuador	1.4	1.0	2.9				
Perú	1.7	1.9	4.0				
Venezuela	1.7	0.4	3.0				
Promedio	1.5	0.9	3.0		4.3	2.0	4.0

Fuente: FAO, Anuario de Producción 1983.

Importaciones masivas de cereales

Se podría decidir dar continuidad a la política de cubrir el déficit de la demanda mediante importaciones de cereales.

El Cuadro 5 muestra que la América Tropical produce 67 306 000 t (75.05%) e importa 22 364 000 t (24.95%) de cereales. La mayor importación corresponde a trigo (10 697 000 t), cereal que no se produce en el trópico caliente pero cuyo consumo podría ser parcialmente reemplazado por casabe en Venezuela, Colombia, Guyana, Suriname, Guayana Francesa, Cuba y países del Caribe, “pan de yuca” en Colombia y Ecuador o “pan de camote” en Perú (Carpio, 1969). El mismo Cuadro muestra, además,

Cuadro 5. Producción, importación y demanda de cereales en América Tropical (1983).

	PRODUCCION				Total t x 10 ³	IMPORTACION				Total t x 10 ³	Valor US\$ x 10 ⁴	Deman- da total t x 10 ³
	Maíz	Sorgo	Arroz	Otros		Maíz	Arroz	Trigo	Otros			
Barbados	2	-	-	-	2	24	7	19	-	50	1 380	52
Costa Rica	113	51	212	1	377	50	40	110	23	223	4 327	600
Cuba	96	1	490	-	587	402	206	1 442	40	2 090	39 291	2 627
El Salvador	444	102	43	-	589	32	8	129	10	179	3 300	768
Guatemala	1 046	81	46	60	1 233	6	4	117	4	131	2 664	1 364
Haití	180	115	95	-	390	8	15	185	-	208	4 540	598
Honduras	470	51	43	1	515	13	2	67	-	82	1 807	647
Jamaica	3	-	1	-	4	170	46	165	5	396	8 071	400
México	13 928	6 367	695	2 855	23 845	4 687	-	422	1 401	6 510	113 883	30 355
Nicaragua	227	89	172	-	488	32	5	60	3	100	3 682	588
Panamá	68	-	169	-	237	29	-	54	4	87	1 512	324
Rep. Domin.	38	-	496	10	444	195	-	194	1	390	5 736	834
Trinidad	3	-	30	-	33	123	55	27	-	205	8 309	238
Otros/Caribe	19	1	8	-	28	29	33	131	4	197	6 830	225
Bolivia	338	4	61	134	537	-	50	363	-	413	7 851	950
Brasil	18 756	213	7 760	3 094	29 823	213	322	4 182	117	4 834	107 425	34 657
Colombia	867	579	1 760	165	3 371	69	-	687	20	776	18 793	4 147
Ecuador	258	3	222	55	538	10	35	280	40	315	9 306	903
Guayanas	3	-	502	-	505	20	3	38	1	62	1 377	567
Paraguay	600	10	75	57	742	-	-	92	-	92	1 571	834
Perú	583	15	770	282	1 650	505	155	1 048	63	1 771	32 667	3 421
Venezuela	429	280	509	1	1 219	1 800	-	875	528	3 213	40 358	4 422
TOTALES	38 471	7 961	14 159	6 715	67 306	8 417	986	10 697	2 264	22 364	424 590	89 670

Fuente: FAO, Anuario de Producción, 1983.

que la dependencia de cereales importados es crítica en los siguientes países: Jamaica, Barbados, Trinidad, Cuba, República Dominicana, Venezuela, Perú y Ecuador.

En el Cuadro 6 se indica la producción e importación de cereales en América Tropical, cuyo incremento interanual es de 3.14% para el volumen y una cifra superior para valor de las importaciones de 8.07% .

Cuadro 6. Producción, importación y demanda total de cereales en América Tropical. Incremento interanual, valor de las importaciones e incremento o decremento de ellas.

Año	Producción (en t x 10 ³)	Import.	Demanda	Inc. Inter- anual %	Valor de Import. US\$ x 10 ³	Inc. Interanual %
1974	54 452	12 083	64 535		2 297 430	
1975	52 758	12 751	65 509	+ 1.50	2 218.590	- 3.43
1976	58 145	12 124	70 269	+ 7.30	2 085 230	- 6.10
1977	61 386	13 479	74 865	+ 6.50	1 877 120	- 9.98
1978	55 705	16 105	71 810	- 4.08	2 399 190	+27.81
1979	57 370	17. 671	75 041	+ 4.50	3 168 350	+ 32.06

Fuente: FAO. Anuarios de Producción 1974 a 1979.

Cuando se proyecta la demanda de cereales (Cuadro 7), de acuerdo con cálculos del autor, ésta llega a 93 170 000 t en el año 1986, considerándose un incremento de 3.14% , es decir 18 129 000 t más que en 1979. Habría que importar esa cantidad, pero existe la posibilidad real de que a los diversos países, aunque cuenten con los recursos monetarios para importar, no les resulte posible conseguir estas provisiones en el mercado mundial en la cuantía requerida.

Si se espera satisfacer este requerimiento mediante siembra, habría que disponer, sin tener en cuenta cambios tecnológicos, de 62 113 333 hectáreas; es decir, se necesitan 23 707 333 hectáreas adicionales a las 38 406 000 cultivadas en el año 1979.

Las reservas mundiales de grano, que en 1961 alcanzaron a 222 millones de toneladas (26% de la demanda anual), bajan para 1974 a sólo 105 millones de toneladas, lo cual representa el 8% de la demanda total mundial. Lo anterior indica lo peligroso que resulta conti-

nuar dependiendo de fuentes muy inciertas de abastecimiento de carbohidratos. Lo expuesto debe ser considerado muy seriamente por los gobernantes cuando se piensa en una posible emergencia (guerra, catástrofe) a nivel mundial, continental o regional.

Cuadro 7. Producción de la demanda total de cereales (con incremento inter-anual de 3.14) en $t \times 10^3$.

AÑO	DEMANDA
1979	75 041
1980	77 397
1981	79 827
1982	82 333
1983	84 918
1984	87 584
1985	90 334
1986	93 170

Fuente: Cálculos del autor.

De acuerdo con un estudio de FAO (1980) sobre el estado actual de la agricultura y la alimentación, se concluye que si las tendencias no varían los países deficitarios en cereales deberán hacer frente en 1990 a un déficit de más del doble del que tuvieron en 1975.

El estudio antes mencionado muestra que en la América Latina se produjo en el período 1970-1979 una disminución general en las tasas de incremento de la superficie y los rendimientos de cereales, y por lo tanto en la producción.

Cuadro 8. Remanentes totales estimados de cereales ($t \times 10^6$), al finalizar cada año agrícola.

Año Agrícola	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Países en desarrollo	65	80	92	85	90	99	98	98	98
Países desarrollados	109	99	144	144	175	156	134	177	231
TOTAL	174	179	236	229	265	255	232	275	329
Existencias mundiales como porcentaje del consumo	14	14	17	16	19	18	16	18	21

Fuente: FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación, 1979 a 1982.

El Cuadro 8 muestra la existencia de cereales al final de los años 1975 a 1983, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados; se indica el valor que esto representa como porcentaje del consumo total.

Se puede apreciar que los porcentajes del consumo total de 1977 a 1983, son sólo levemente superiores a los de 1975 y 1976, años de fuerte déficit. Otro aspecto importante de destacar es que los países desarrollados han pasado de remanentes anuales de 109 millones de toneladas a 231 millones (112% de aumento), y los países en desarrollo de 65 a 98 millones de toneladas (50% de aumento).

Cultivo de plantas tropicales altas productoras de carbohidratos

Se considera que la alternativa más lógica ante el déficit de cereales es utilizar las maravillosas posibilidades que tiene el medio tropical con su provisión media constante de energía radiante por cultivos de ciclo largo que, como la yuca o mandioca, los ñames, el taro, el ocumo y la caña de azúcar o las musáceas (plátanos y bananos), son las plantas de más elevado rendimiento energético por hectárea y por año a nivel mundial. Estas plantas, por la tradición de su cultivo, por la dependencia relativamente baja en insumos importados, por su adaptabilidad al ecosistema tropical, por la facilidad de su manejo —especialmente reflejado en el amplio período de cosecha— y por poder utilizar en su procesamiento técnicas desde muy sencillas hasta muy complicadas, aparecen como una de las mejores soluciones para suplir aquel déficit.

El Cuadro 9 indica la producción de raíces y tubérculos en América Tropical. Esta es muy importante en Cuba, Haití, Jamaica, México, República Dominicana, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela.

En algunos países como Cuba, Haití, Colombia y Paraguay se ha producido un incremento notable en su producción en el período 1974-1983, y un descenso en Ecuador y República Dominicana en igual período.

Los Cuadros 10 y 11 indican el detalle de producción para papas y yuca. La yuca, para el período 1961-1965, representó el 74% de la producción de tuberosas. La producción máxima de yuca ocurrió en 1969 con 33 786 000 toneladas y representó el 76.57% del total de raíces. El principal productor de yuca es Brasil con un máximo de 30 258 000 toneladas en 1971. Bolivia ha pasado de 106 000 toneladas en 1961-1965 a 300 000 t en 1979; Colombia de 747 000 t a 2 081 000 t y Jamaica de 12 000 a 30 000 t, en igual período.

Para el mismo período la papa representó el 19.73% . La pro-

Cuadro 9. Producción de raíces y tubérculos en América Tropical. (t x 10³).

PAISES	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Barbados	23	24	17	8	9	9	9	9	10	11
Costa Rica	31	32	39	39	40	38	40	47	39	42
Cuba	592	597	688	712	855	877	884	1 030	993	969
El Salvador	26	29	28	14	17	19	24	31	30	31
Guatemala	35	37	38	71	69	70	46	42	37	39
Haití	283	287	292	291	409	412	668	691	702	718
Honduras	53	56	21	18	17	18	18	21	21	22
Jamaica	209	216	193	231	226	233	260	230	188	192
México	798	798	862	812	1 062	958	1 109	989	1 091	1 063
Nicaragua	19	19	25	27	27	28	28	26	28	29
Panamá	76	80	76	75	73	76	77	73	72	70
R. Dominicana	399	408	347	316	352	296	404	182	144	190
Trinidad	20	21	21	21	22	22	23	20	18	19
Bolivia	1 082	1 185	1 196	1 052	1 221	1 223	1 066	1 135	1 245	523
Brasil	28 237	29 331	30 062	28 900	28 773	28 600	27 487	27 413	27 141	24 844
Colombia	2 809	3 414	3 528	3 743	4 248	4 356	4 898	4 421	4 345	4 352
Ecuador	955	1 086	920	669	538	451	458	642	630	659
Paraguay	1 202	1 691	1 724	1 885	1 962	2 003	2 074	2 124	2 229	2 333
Perú	2 823	2 387	2 424	2 300	2 388	2 466	2 210	2 228	2 344	1 849
Venezuela	574	600	631	597	646	661	716	592	653	708
Otros	192	197	216	206	196	203				
TOTALES	40 438	42 495	43 328	41 987	43 182	42 966				

Fuente: Anuarios de Producción FAO 1974-1983.

Cuadro 10. Principales países promotores de papa en América Tropical (t x 10³).

PAISES	1961- 1965	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Bolivia	546	660	642	656	698	700	725	749	834	824	679	716	720	720	867	900	303
Brasil	1 778	1 606	1 507	1 583	1 649	1 589	1 337	1 673	1 669	1 791	1 896	2 014	2 149	1 932	1 912	2 148	1 819
Colombia	725	950	850	980	950	1 058	1 130	1 110	1 120	1 516	1 609	1 996	1 996	2 038	2 100	2 000	2 000
Ecuador	277	363	370	542	384	473	535	441	499	533	504	343	255	260	392	416	394
México	378	485	535	512	538	560	550	650	693	687	653	837	727	902	861	941	910
Perú	1 487	1 592	1 856	1 919	1 968	1 750	1 713	1 722	1 640	1 670	1 580	1 713	1 716	1 480	1 705	1 796	1 193
Venezuela	113	143	124	125	115	109	124	152	152	135	178	171	225	247	171	217	238
TOTAL	5 304	5 799	5 884	6 317	6 302	6 239	6 114	6 497	6 407	7 156	7 099	7 790	7 788	7 579	8 008	8 418	6 857

Fuentes: Indices of Agricultural Production for the Western Hemisphere, Washington, USDA, 1978.
 Statistical Bulletin No. 607
 Anuarios de Producción de FAO, 1977 e 1983.

Cuadro 11. Países productores de yuca de América tropical (t x 10³).

PAISES	1961-1965	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1988
Bolivia	106	110	213	221	234	242	245	270	285	305	294	210	224	224	191	271	179	
Brasil	21 209	29 203	30 074	29 434	30 258	29 829	26 559	24 715	25 812	26 446	26 929	25 459	24 935	24 554	24 516	24 009	22 096	
Colombia	746	900	1 000	1 100	1 100	1 300	1 320	1 390	1 350	1 927	1 973	2 044	2 081	2 640	2 150	2 174	2 180	
Paraguay	1 525	1 504	1 560	1 782	1 198	1 208	1 208	1 395	1 428	1 573	1 760	1 838	1 888	1 950	2 000	2 100	2 200	
Perú	436	399	450	498	482	490	560	469	470	402	395	376	425	410	327	296	347	
República Dom.	148	155	165	170	184	195	200	152	170	171	175	185	160	214	94	68	63	
Ecuador	217	370	400	510	413	415	430	543	554	348	348	168	183	185	237	184	240	
Venezuela	316	341	310	317	323	318	272	293	317	353	322	304	350	382	327	342	365	
TOTAL	24 703	32 982	34 172	33 932	34 192	33 997	30 594	29 217	30 703	31 525	32 196	30 584	30 246	30 559	29 842	29 443	27 670	

Fuentes: Indices of Agricultural Production for the Western Hemisphere, Washington, USDA, 1978.

Statistical Bulletin No. 607
Anuarios de Producción de FAO, 1977 a 1983.

Cuadro 12. Principales países productores de batata y ñames de América Tropical (t x 10³).

PAISES	1961-65	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Brasil	1 534	2 120	2 175	2 134	2 155	2 140	2 249	1 814	2 150	2 250	2 200
Jamaica	154	145	150	150	150	175	170	180	170	175	180
Paraguay	80	85	94	134	138	72	88	98	105	114	115
Perú	148	145	156	178	168	170	155	146	150	155	160
R. Dominicana	75	78	84	87	91	95	97	65	49	84	65
Trinidad	5	5	5	5	6	6	6	7	6	6	6
Venezuela	81	101	103	107	124	122	133	137	131	143	140
TOTAL	2 077	2 578	2 767	2 795	2 832	2 780	2 898	2 447	2 761	2 927	2 866

Fuente: Indices of Agricultural Production for the Western Hemisphere, Washington USDA, 1978, Statistical Bulletin, No. 607.

ducción de este tubérculo es muy errática y logra valores altos en 1970, 1977, 1978 y 1979. El valor máximo corresponde a 1979 con 9 222 000 t, el 23,65% de la producción de tuberosas en el área. Los países que han aumentado su producción son Brasil de 1 778 000 a 2 149 000 t y México de 378 000 a 727 000 t para el período 1961-1979. Ambos países son productores no tradicionales de papa. Los otros países que han elevado la producción son Colombia de 725 000 a 2 066 000 t, y Venezuela de 113 000 a 225 000 t para el período en estudio.

La producción para el período 1968-1979 ha sido bastante pareja; su valor más alto corresponde a 1976, con 2 927 000 t. De acuerdo con el Anuario de Producción 1979 de FAO, se cultivan en América Tropical 38 406 000 hectáreas con cereales, y 4 193 000 hectáreas con raíces y tubérculos. Si se considera la cifra de 340 000 000 hectáreas de tierra arable de que dispone el trópico sudamericano (Alvim, 1973), se ve que existe la posibilidad de elevar sustancialmente el cultivo de plantas de raíces y tubérculos, menos exigentes que los cereales en suelo y agua y que rinden en carbohidratos tres veces el equivalente en cereales por hectárea.

Limitaciones a la masificación del cultivo de raíces y tubérculos tropicales

La generalización y masificación del cultivo de raíces y tubérculos tropicales se ve limitada fundamentalmente por aspectos culturales y tecnológicos.

Aspectos culturales

La sumisión a un patrón de alimentación calcado de los países de clima templado ha llevado a una agricultura que entra en colisión con las condiciones ecológicas del medio tropical. Cuando se planifica la provisión de alimentos a la población, los expertos en nutrición parecen ignorar que un kilo-caloría producido por cultivos de raíces y tubérculos, por la caña de azúcar o por el plátano es similar, desde el punto de vista energético, a un kilo-caloría proveniente de los cereales o cualquier otro cultivo alimenticio. Es posible que tome un tiempo relativamente largo el cambio de actitud mental con respecto a los alimentos energéticos para el consumo humano directo; sin embargo, ya el cambio se está produciendo aceleradamente en lo que respecta a la alimentación de las especies domésticas monogástricas (aves y cerdos), en cuanto al componente energético de sus raciones. Así, Francia, Alemania y Bélgica y otros países importan todas las disponibilidades de yuca deshidratada que se ofrecen en el mercado mundial, con el objeto de incorporarlas a las raciones de

aves y cerdos. (Las importaciones de yuca seca del Mercado Común Europeo fueron de 413 000 t en 1962, 1 500 000 en 1973 y 2 300 000 en 1975; se esperaba llegar, según Phillips (1971), en 1980 a 8 900 000 t). Asimismo, Cuba sustenta su producción porcina formando el componente energético de las raciones con melaza de caña de azúcar desde el destete, lo cual permite ahorrar divisas que, de otra manera, debieran invertirse en la importación de cereales.

Aspectos tecnológicos

El soporte tecnológico de los cereales se ha conformado merced a una actividad científica muy intensa a nivel mundial, que ya data de varias centurias y, en algunos casos, de milenios. Los cultivos tropicales, cuya producción resulta imposible en los países de clima templado (lugares en los cuales se ubican hasta hoy las metrópolis dominantes de la política, la ciencia y la cultura), han carecido de investigación específica.

PRODUCCION DE ENERGIA Y PROTEINA DE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS

Se presenta aquí un estudio sobre la producción promedio de calorías (energía) y proteínas comestibles por hectárea y por día de ciclo vegetativo en los principales cultivos alimenticios a nivel mundial (Cuadro 13).

Se han tomado los rendimientos promedios mundiales (Columna 1), de acuerdo con la información proporcionada por FAO (1979). Entre los cereales se podrá apreciar que el rendimiento del maíz es relativamente alto, 3.27 t/ha, y el del sorgo bajo, 0.62 t/ha.

Los rendimientos de los cultivos de raíces y tubérculos son altos en la papa, 14.20 t/ha —la planta con mayor tecnología después del trigo— y media a baja en los otros cultivos donde, por escasez o carencia de floración y por su reproducción vegetativa, todavía el mejoramiento genético no ha sido aplicado.

La Columna 2 representa el porcentaje de porción comestible, y la Columna 3 el rendimiento neto en porción comestible expresado en t/ha. La Columna 4 indica el rendimiento en materia seca, de acuerdo con la información representada en el Cuadro 3, lo cual hace directamente comparable las diversas producciones de granos y tuberosas.

En la Columna 5 se expresa la producción de megacaloría por tonelada de materia seca, para así calcular los valores de la Columna 6, lo cual indica las megacalorías producidas por hectárea. Se puede

Cuadro 13. Producción promedio de calorías y proteínas comestibles por hectárea y por día de ciclo de los principales cultivos alimenticios a nivel mundial.

	Rend. bruto		Rend. P.C.		Rend. m.s.		Mcal x t m.s.		Mcal/ha		Ciclo veg. días		Mcal/ha/día		g prot x kg m.s.		kg prot/ha		kg prot/ha/día		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Cereales																					
Trigo	1.78	100	1.78	1.59	4 210	6 694	120	55.78	160	254.40	2.12										
Maíz	3.27	100	3.27	2.88	4 280	12 326	135	91.30	109	313.92	2.33										
Arroz	2.61	70	1.83	2.35	4 120	9 682	150	64.55	84	197.40	1.32										
Sorgo	0.62	90	0.55	0.54	4 030	2 176	125	17.41	98	52.92	0.42										
Tuberosas																					
Yuca	8.28	83	6.87	2.66	4 170	11 092	300	46.70	29	77.14	0.32										
Papa	14.20	85	12.07	2.65	2 360	6 254	120	67.07	99	762.35	2.98										
Taro	5.50	85	4.67	2.00	3 530	7 060	220	32.09	38	76.00	0.35										
Names	2.50	83	7.88	2.28	3 670	8 368	280	29.89	142	323.76	1.16										
Camote	14.51	86	12.47	3.34	4 330	14 462	150	64.66	65	217.10	0.97										

Abreviaturas: P.c. = porción comestible.

m.s. = materia seca.

Fuente: Rendimientos promedios mundiales, Anuario de Producción FAO, 1979.

ver cómo el sorgo constituye el cultivo más ineficiente en cuanto a producción de energía, 2 176 Mcal/ha. Se destacan como altas productoras de energía la yuca con 11 092 Mcal/ha y el maíz con 12 326 Mcal/ha. Una posición destacada también ocupa el arroz, la batata, los ñames y la papa. El taro y el trigo producen valores medios de energía de 7 060 y 6 694 Mcal/ha, respectivamente.

Con el propósito de hacer una evaluación, aparentemente más justa, se ha recurrido al ciclo vegetativo del cultivo (Columna 7) para llegar (Columna 8) a la producción de Mcal/ha/día. En esta apreciación el maíz sería el cultivo más eficiente con 91.30, Seguido de la papa con 67.7; la batata o camote con 64.66; el arroz con 64.55; el trigo con 55.78, y la yuca con 46.70 Mcal/ha/día. El sorgo con 17.41, los ñames con 29.89 y el taro con 32.09 ocupan los valores más bajos en cuanto a Mcal/ha/día.

Esta comparación es relativa, ya que se contraponen cultivos de ciclo corto a cultivos de ciclo largo, la mayoría producidos bajo condiciones de secano o temporal, vale decir, donde el suelo puede difícilmente ser usado dos veces al año.

La Columna 9 indica los gramos de proteína por kilogramo de materia seca producida (Cuadro 3); ésta relación en la Columna 10 se expresa en kilogramos de proteína por hectárea y en la Columna 11, en kg/proteína/ha/día.

Es notable la proteína producida por la papa y los ñames: 337.59 y 323.76 kg., que sobrepasa la de los cereales. Al hacer la apreciación de producción proteínica/ha/día de ciclo, nuevamente se destaca la papa. En el Cuadro 14 se resume lo analizado anteriormente.

Cuando se analiza la información tropical para la producción de energía y proteína —en esta oportunidad valores correspondientes a Ecuador— (Cuadro 15), los resultados varían notablemente, sobre todo si se considera que el ciclo de los cultivos es el mismo que a nivel mundial, pero los días del trópico son cortos —de 12 horas de luz—; además la intensidad luminosa es inferior, debido a la frecuente cubierta de nubes.

Esto es particularmente notable en el rendimiento medio del maíz, que baja de 3.27 a 1.43 t/ha. Los rendimientos de la yuca y la batata o camote —cultivos tropicales— son bajos, debido a la falta de tecnología.

De acuerdo con el Cuadro 16, corresponde a la yuca la más alta producción energética por unidad de área en Ecuador, seguida por el arroz, la papa, el maíz, el camote y el trigo. En cuanto a proteína,

la papa, el arroz y el trigo ocupan lugares destacados en producción por área.

Cuadro 14. Producción de calorías y proteínas comestibles de los principales cultivos alimenticios a nivel mundial (por orden descendente de producción).

CALORIAS		PROTEINA	
Producción por unidad aérea	Producción por unid. aérea/día	Producción por unidad aérea	Producción por unidad aérea/día
Camote	Maíz	Ñames	Papa
Maíz	Papa	Maíz	Maíz
Yuca	Batata	Papa	Trigo
Arroz	Arroz	Trigo	Arroz
Trigo	Trigo	Camote	Ñames
Ñames	Yuca	Arroz	Batata
Taro	Ocumo	Yuca	Ocumo
Papa	Taro	Taro	Sorgo
Sorgo	Ñames	Sorgo	Taro
	Sorgo		Yuca

Cuadro 15. Producción promedio de calorías de los principales cultivos alimenticios de Ecuador.

CULTIVO	Rend. bruto	Rend. p. com.	Rend. MS	Mcal/MS	Mcal/ha	g prot. x kg. M.S.	kg. prot. x ha.
	1	2	3	4	5	6	7
Cereales							
Maíz	1.43	1.43	1.26	4 280	5 390	109	137
Arroz	2.91	2.03	1.83	4 120	7 540	84	153
Trigo	1.04	1.04	0.93	4 210	3 910	160	149
Tubérculos							
Yuca	8.89	7.38	2.86	4 170	11 130	29	82
Papa	12.72	10.97	2.41	2 360	5 680	99	238
Camote	6.26	4.52	1.21	4 330	5 240	65	78

p. com. = parte comestible
MS = materia seca

% MS:	Maíz = 88.0	Yuca = 38.5
	Arroz = 90.0	Papa = 22.0
	Trigo = 89.5	Camote = 26.8

Lo anterior demuestra sin duda que en el trópico es más ventajosa la utilización de los cultivos de raíces y tubérculos como fuente de energía y proteína.

De acuerdo con lo anterior, si se lograra elevar los rendimientos medios, aplicando el paquete tecnológico adecuado, y se desarrollara algún mejoramiento genético, las ventajas de los cultivos de raíces y tubérculos superarían cualquier escollo económico derivado, por ejemplo, de una agroindustria, el transporte o el almacenamiento.

Cuadro 16. Producción de calorías y proteínas de los principales cultivos alimenticios de Ecuador.

CALORIAS	PROTEINA
(Producción por unidad de área)	
Yuca	Papa
Arroz	Arroz
Papa	Trigo
Maíz	Maíz
Camote o batata	Yuca
Trigo	Camote

Fuente: Cuadro 15.

Cuadro 17. Kilocalorías ingeridas por personas y por día.

Países	Total	Vegetal	Animal
Argentina	3 380	2 272	1 108
Uruguay	2 886	1 867	1 019
Paraguay	2 839	2 266	573
Chile	2 759	2 312	447
Venezuela	2 649	2 103	546
Brasil	2 580	2 196	383
Colombia	2 494	2 129	365
Perú	2 195	1 908	287
Ecuador	2 114	1 711	403
Bolivia	2 082	1 731	351

Fuente: FAO, Anuario de Producción 1983.

Cuadro 18. Proteína: gramos ingeridos por persona y por día.

Países	Total	Vegetal	Animal
Argentina	112.7	37.4	75.3
Uruguay	86.6	33.2	53.4
Paraguay	79.9	47.1	21.8
Chile	75.7	46.7	29.0
Venezuela	71.7	35.6	36.1
Brasil	59.4	37.7	21.7
Perú	58.7	37.0	21.7
Colombia	55.3	31.6	23.7
Bolivia	54.6	36.9	17.7
Ecuador	50.1	24.5	25.6

Fuente: FAO, Anuario de Producción 1983.

TAXONOMIA DE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS

Superreino: Eucaryotes

Reino: Planta

Subreino: Embryophyta

Phyllum: Tracheophyta (plantas vasculares)

Superclase: Angiospermae (óvulos en cavidad cerrada (ovario), estigmas presentes).

Clases: Monocotyledoneae (un cotiledón, haces vasculares dispersos, hojas generalmente con venadura paralela).

Dicotyledoneae (dos cotiledones, haces vasculares generalmente arreglados en anillos; hojas con nervación reticulada).

CLASE MONOCOTYLEDONEAE

Orden Cyperales	Fam. Cyperaceae	<i>Scirpus riparium</i>	Totora
Orden Liliales	Fam. Liliaceae	<i>Eleocharis dulcis</i>	Apúlid
	Fam. Dioscoreaceae	<i>Cordyline terminalis</i>	Ti
		<i>Dioscorea alta</i>	Name común
Orden Arales	Fam. Taccaceae Fam. Araceae	<i>Dioscorea esculenta</i>	Name papa
		<i>Dioscorea cayenensis</i>	Name guineo
		<i>Dioscorea bulbifera</i>	Name congo
		<i>Discorea trifida</i>	Mapuey
		<i>Tacca leontopetaloides</i>	Pia
		<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Ocumo
		<i>Colocasia esculenta</i>	Taro
		<i>Alocasia</i> spp.	Ape
		<i>Amorphophallus campanulatus</i>	Teve
		<i>Cystosperma chamissonis</i>	Maota
Orden Zingiberales	Fam. Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i>	Jengibre
		<i>Curcuma zedoaria</i>	Kachura
		<i>Canna edulis</i>	Achira
Fam. Cannaceae	Fam. Marantaceae	<i>Calathea allouia</i>	Lairén
		<i>Maranta arundinacea</i>	Guapo

CLASE DICOTYLEDONEAE

Orden Leguminales	Fam. Leguminosae	<i>Pachyrrhizus spp.</i>	Nupe
Orden Cactales	Fam. Cactaceae	<i>Neowendermannia worwerckii</i>	Achaana
Orden Ranunculales	Fam. Nymphaeaceae	<i>Nelumbo nucifera</i>	Loto
Orden Cruciales	Fam. Cruciferae	<i>Lepidium meyenii</i>	Maca
Orden Cucurbitales	Fam. Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>	Chayote
Orden Umbellales	Fam. Umbelliferae	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Arracacha
Orden Solanales	Fam. Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa
Orden Tubiflorae	Fam. Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Batata o Camote
	Fam. Labiatae	<i>Coleus spp.</i>	Coleos
Orden Asterales	Fam. Compositae	<i>Polymnia sonchifolia</i>	Aricuma
Orden Geraniales	Fam. Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca o Mandioca
		<i>Dalambertia populifolia</i>	Jicama
	Fam. Oxalidaceae	<i>Oxalis tuberosa</i>	Oca
	Fam. Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Mashua
Orden Centrosperma	Fam. Nyctaginaceae	<i>Mirabilis expansa</i>	Mauka
Orden Chenopodiales	Fam. Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	Ulluco
Orden Violales	Fam. Caricaceae	<i>Jacaratia hassleriana</i>	Cipoy

REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS DE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS

Rango de variación de temperaturas medias.

<i>Cultivo</i>	<i>Máxima</i>	<i>Media</i>	<i>Mínima</i>
Arracacha	20	17	10
Papa	26	18	8
Camote o batata	28	25	10
Yuca	30	26	15
Taro y ocumo	30	25	18
Ñames	30	28	20

Reacción a heladas

Libres de heladas durante todo el ciclo vegetativo:

Ñames tropicales
Ocumo y taro
Arracacha

Ligeras heladas durante el primer desarrollo:

Yuca
Batata

Heladas algo intensas en el primer desarrollo:

Papa

Reacción a la tendidura causada por vientos

Soporta tifones o huracanes:

Batata o camote

Soporta vientos fuertes:

Papa

Soporta vientos suaves:

Ñames
Ocumo y taro
Arracacha (zanahoria blanca)

Poco tolerante a vientos:

Yuca

Fotoperíodo para engrosar órganos subterráneos de almacenamiento de almidón.

Sólo corto 12 horas de iluminación. Lat. 15° N a 15° S.

Arracacha
Ñames tropicales

Corto a medio, 12-14 horas de iluminación. Lat. 30° N a 30° S.

Yuca
Batata
Ocumo y taro

Corto a largo, 12-16 horas de iluminación. Lat. 45° N a 45° S.

Papa

Requerimiento de agua de lluvia durante el ciclo vegetativo

<i>Cultivo</i>	<i>mm lluvia</i>	<i>Ciclo meses</i>
Taro	800-1000	12-15
Ocumo	800-1000	9-12
Ñames tropicales	1000-1500	12-14
Yuca	800-1000	10-12
Arracacha o zanahoria blanca	600- 800	8-12
Batata o camote	550- 660	5-6
Papa	500- 600	3-5

pH óptimos

<i>Cultivo</i>	<i>pH óptimo</i>
Papa	5.0-5.4
Arracacha	5.0-6.0
Ñames	5.0-6.0
Batata o camote	5.6-7.0
Yuca	6.0-7.0

Suelos

<i>Cultivo</i>	<i>Características del suelo</i>
Ocumo	Suelos arenosos, sueltos, friables, en lo posible con buena proporción de materia orgánica. No arcillosos. Buen drenaje.
Taro	Suelos francos, franco-arcillo-arenosos. Es el único cultivo de raíces y tubérculos que soporta humedad estancada e incluso puede cultivarse bajo inundación, caso muy frecuente en sabanas del trópico.
Batata o camote	Suelos franco, franco-arenosos, fresco y con buen drenaje.
Yuca	Suelos franco, franco-arenosos, franco-arcillo-arenosos, profundos, con buen drenaje todo el año.
Ñames	Suelos franco, franco-arcillo-arenosos con algo de materia orgánica. Buen drenaje. No se produce bien en suelos arenosos o arcillosos.
Papa	Suelos franco, franco-arenosos, sueltos, profundos, friables, bien drenados.

Fertilizantes

<i>Cultivo</i>	<i>Requerimientos de fertilizantes</i>
Ocumo	No muy exigente. Dosis bajas de N y medias de P-K
Taro	Responde bien a altas dosis de fertilización, especialmente N-P. Usar K sólo en los cultivos en seco.
Batata o camote	Requerimiento mediano. En suelos ricos en N hay gran desarrollo foliar con detrimento del engrosamiento de raíces. Con NPK en dosis altas hay producción de raíces reservantes grandes e irregulares.
Yuca	Vegeta en suelos pobres pero los rendimientos son bajos. Las variedades mejoradas responden bien a altas dosis de N-K.
Ñames	Requiere fertilización N-K y en lo posible cierta proporción de materia orgánica.
Papa	Responde bien a altas aplicaciones de N-P-K.
Arracacha	Fertilización con N-P-K.

Referencias generales sobre requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos de raíces y tubérculos

- Temperatura: Papadakis (1975), Borah (1959), Montaldo (1966 y 1984) Ogle (1959), Sekioka (1970), Copeland (1961), Coursey (1967).
- Reacción a heladas: Folquer (1978), Montaldo (1984).
- Reacción a tendidura: Folquer (1978), Silva y Schmidt (1967).
- Fotoperíodo: Coursey (1967), Nyoku (1963), Allard (1946), Buijn (1977), Montaldo (1979 y 1984), Mogilner, Orioli y Blettler (1967), Driver y Hawkes (1943).
- Agua lluvia: García y Montaldo (1971), Boswell (1950), Lis, Ponce y Tizio (1964).
Prain y Burkill (1936), Waitt (1961), Coursey (1967).
- pH: Hardenburg (1949), Folquer (1978), Steinbauer y Kushman (1971), Normanha y Pereira (1967), CIAT (1972).
- Suelos: Warid (1970), Cross (1968), Bramao y Lemos (1960), Martin (1976 y 1977), Coursey (1967), Waitt (1961), Montaldo (1984).
- Fertilizantes: Samuels y Vélez (1968), Jacobi (1967), Peña y Plucknett (1970), Li (1969), Samuels (1967), Edwards, Asher y Wilson (1976), Carvalho (1976), Martin (1974, 1976 y 1977), Ferguson y Haynes (1970), Burton (1966), Silva y Normanha (1966).

COMPOSICION GENERAL DE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS

Cuadro 19. Análisis proximal de la parte subterránea de los cultivos de raíces y tubérculos tropicales.

Especies	m.s. %	como porcentaje de la materia seca					Referencia
		Prot.	Fibra	Grasa	Cenizas	ELN	
<i>Manihot</i>							
<i>esculenta</i>	37	3.5	4.3	0.9	3.0	86.3	1
<i>Col. esculenta</i>	29	8.1	5.9	0.9	9.7	75.3	1
<i>X. sagittifolium</i>	38	5.3	2.3	0.2	4.3	88.0	1
<i>Ipomoea batatas</i>	32	3.9	3.8	1.6	3.4	87.3	1
<i>Dioscorea alata</i>	24	8.0	3.5	0.5	4.3	83.8	1
<i>D. trifida</i>	28	8.2	1.1	1.1	3.6	86.1	1
<i>D. esculenta</i>	29	7.9	2.4	0.3	3.8	85.6	2
<i>Arracacia</i>							
<i>xanthorrhiza</i>	27	4.3	2.8	4.3	3.2	85.4	1
<i>Maranta</i>							
<i>anundinacea</i>	43	5.2	4.8	0.7	8.0	81.3	1
<i>Zingiber</i>							
<i>officinale</i>	13	10.7	8.4	7.6	8.4	64.6	1
<i>Canna edulis</i>	33	2.7	1.5	0.3	2.7	92.8	2
<i>Sechium edule</i>	21	9.5	1.9	0.9	4.7	83.0	2
<i>Ullucus</i>							
<i>tuberosus</i>	16	10.5	2.5	0.6	4.3	82.1	1
<i>Oxalis tuberosa</i>	16	2.9	3.6	0.5	1.8	91.2	2
<i>Mirabilis expansa</i>	35	6.8	1.2	0.7	4.2	87.1	2
<i>Tropaeolum</i>							
<i>tuberosum</i>	17	13.2	4.6	1.1	0.8	80.4	1

Fuentes: 1. Latin American Tables of Feed Composition, Florida, 1974.
2. Devendra, C. Malaysian Feedingstuffs, Serdang, 1979).

Cuadro 20. Proteína digestible de raíces y tubérculos tropicales (como % de la materia seca).

Especie	Prot.	Bovinos	Cabríos	Equinos	Ovinos	Referencia
		NDT%	NDT%	NDT%	NDT%	
<i>M. esculenta</i>	3.5	-0.6	0.4	0.4	0.4	1
<i>I. batatas</i>	3.9	-0.4	0.8	0.8	0.8	1
<i>D. alata</i>	8.0	3.4	4.6	4.6	4.6	1
<i>D. trifida</i>	8.2	3.6	4.8	4.8	4.8	1
<i>X. sagittifolium</i>	5.3	0.8	2.0	2.0	2.0	1
<i>A. xanthorrhiza</i>	5.3	-0.1	1.2	1.2	1.2	1
<i>M. arundinacea</i>	5.2	0.6	2.0	2.0	2.0	1
<i>U. tuberosus</i>	10.5	5.7	6.9	6.9	6.9	1
<i>T. tuberosum</i>	13.2	8.1	9.3	9.3	9.3	1
<i>O. tuberosa</i>	2.9	-1.3	-0.1	-0.1	-0.1	1

Fuentes: 1. Latin America Tables, Florida, 1974.

2. Devendra, C. Malaysian Feedingstuffs, Serdang, 1979.

Cuadro 21. Contenido en energía de los cultivos (secos) de raíces y tubérculos tropicales.

Especie	Bovinos		Ovinos		Porcinos		Referencia
	EM		EM		EM		
	NDT%	Mcal/kg	NDT%	Mcal/kg	NDT%	kcal/kg	
<i>M. esculenta</i>			85.3	3.08	89.8	3 774	1
<i>I. batatas</i>			85.1	3.08	87.6	3 774	1
<i>D. alata</i>	75.5	2.73	85.1	3.00	86.8	3 610	1
<i>D. trifida</i>					86.6	3 603	1
<i>X. sagittifolium</i>					89.0	3 727	1
<i>A. xanthorrhiza</i>	70.1	3.09	85.3	3.76	83.0	3 659	1
<i>M. arundinacea</i>	63.7	2.81	81.3	3.58	83.8	3 695	1
<i>T. tuberosum</i>	83.1	3.00	87.0	3.14	86.5	3 561	1
<i>U. tuberosus</i>	74.6	2.70	85.8	3.10		3 533	1
<i>O. tuberosa</i>			86.4	3.12	92.6	3 896	1

Fuente: 1. Latin America Tables, Florida, 1974.

2. Devendra, C. Malaysian Feedingstuffs, Serdang, 1979).

Cuadro 22. Composición mineral promedio de raíces y tubérculos tropicales. (Como % de la materia seca).

Especie	Ca	P	Fe	Ca:P	Referencia
<i>M. esculenta</i>	0.26	0.16	0.014	2.3	1
<i>I. batatas</i>	0.28	0.23	0.01	1.2	1
<i>D. alata</i>	0.40	0.23		1.7	1
<i>D. trifida</i>	0.07	0.14	0.18	0.4	1
<i>X. sagittifolium</i>	0.25	0.50		0.5	3
<i>A. xanthorrhiza</i>	0.14	0.14	0.004	1.0	1
<i>M. arundinacea</i>	0.04	0.05	0.006	0.8	4
<i>U. tuberosus</i>	0.06	0.19	0.006	0.3	1
<i>T. tuberosum</i>	0.05	0.30	0.10	0.1	4
<i>O. tuberosa</i>	0.07	0.06	0.005	1.1	1
<i>C. edulis</i>	0.04	0.19	0.004	0.2	2
Requerimiento normal diario (AMB)	0.75		0.012	0.5-1	

Fuentes: 1. L.A. Tables, Florida, 1974.
 2. Devendra, C. Malaysian Feedingstuffs, Serdang, 1979.
 3. Schultz, 1984.
 4. Leung y Flores, 1961.

Cuadro 23. Contenido en energía de los cultivos de raíces y tubérculos tropicales (kg de porción comestible).

Cultivo	Energía Mcal/kg	Referencia
<i>Manihot esculenta</i>	1 480	2
<i>Ipomoea batatas</i>	1 140	1
<i>Discorea sp.</i>	1 010	1
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	1 070	2
<i>Colocasia esculenta</i>	1 700	2
<i>Maranta arundinacea</i>	1 570	3
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	0 990	2
<i>Zingiber officinale</i>	0. 490	1
<i>Ullucus tuberosus</i>	0. 510	3
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	0 520	3
<i>Oxalis tuberosa</i>	0.630	3
<i>Canna edulis</i>	1.300	3
Requerimiento normal diario	3.000	

Fuentes: 1. Composition of Food, 1963, USA.
 2. INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION, Venezuela. 1983.
 3. Leung y Flores, 1961.

Cuadro 24. Contenido en vitaminas de los cultivos de raíces y tubérculos tropicales. (Por 100 g de porción comestible. Base húmeda).

Especie	A equiv.	Tiamina mg	Riboflavina mg	Niacina mg	Ac. ascórbico mg	Referencia
<i>M. esculenta</i> UI	Tz	0.06	0.03	0.6	35	1
<i>I. batatas</i> UI	1000	0.10	0.06	0.6	21	2
<i>Discorea</i> sp.	Tz	0.10	0.03	0.4	5	3
<i>X. sagittifolium</i>						
<i>Retinol</i> mcg-meq 3	0.13	0.02	0.02	0.6	6	1
<i>M. arundinacea</i> mcg-act.	0	0.08	0.03	0.7	9	4
<i>A. xanthorrhiza</i>						
<i>Ret.</i> mcg-meq	19	0.06	0.04	3.5	18	1
<i>U. tuberosus</i> UI	1680	0.04	0.06	0.94	25	2
<i>T. tuberosum</i> mcg-act.	15	0.06	0.08	0.60	67	4
<i>O. tuberosa</i> UI	1200	0.06	0.16	0.40	7	4
<i>C. edulis</i> mcg-act.	Tz	0.03	0.01	0.40	7	4
Requerimiento normal Insignificante diario AMB (3)		1.20	1.60	12.00	50	3

* Fuentes:

1. Instituto Nacional de Nutrición, Venezuela. 1983.
2. Latin American Tables of Feed Composition. Florida, 1974.
3. Coursey, 1967.
4. Leung y Flores, 1961.

Cuadro 25. Energía y proteína producidas por diversos cultivos.

	% ms	Para rendimiento de 10 toneladas/ha										
		Rend. ms t/ha	Mcal/t x 10 ³	ms x 10 ³	Mcal/ha x 10 ³	Proteína ms en g por kg	kg. prot. x ha	Mcal/ha x 10 ³	kg prot x ha.	Mcal/ha x 10 ³	kg prot x ha.	30 ton/ha Mcal/ha x 10 ³
Yuca	37	3.7	4.4	16.2	35	129.5	32.4	259.0	48.6	388.5		
Batata	32	3.2	3.3	10.5	39	124.8	21.0	249.6	31.5	374.4		
Ocumo	38	3.8	3.8	14.4	53	201.4	28.8	402.8	43.2	604.2		
Taro	29	2.9	3.6	10.4	81	234.9	20.8	469.8	31.2	704.7		
Ñame	25	2.5	3.7	9.2	80	200.0	18.4	400.0	27.6	600.0		
Guapo	43	4.3	3.6	15.4	52	223.6	30.8	447.2	46.2	670.8		
Arracacha	27	2.7	3.8	10.2	43	116.1	20.4	232.2	30.6	348.3		
Jengibre	13	1.3	4.5	5.8	107	139.1	11.6	278.2	17.4	417.3		
Ulluco	16	1.6	3.6	5.7	105	168.0	11.4	336.0	17.1	504.0		
Mashua	17	1.7	3.7	5.3	132	224.4	10.6	448.8	15.9	673.2		
Oca	16	1.6	4.1	6.5	29	46.4	13.0	92.8	19.5	139.2		
Achira	33	3.3	3.9	12.8	27	89.1	25.6	178.2	38.4	267.3		
Nupe	13	1.3	3.6	4.7	92	119.6	9.4	239.2	14.1	358.8		

Cuadro 26. Producción de calorías y proteínas comestibles de los cultivos de raíces y tubérculos tropicales (considerando un rendimiento uniforme).

Calorías por unidad de área	Proteínas por unidad de área
Yuca	Taro
Guapo	Masha
Ocumo	Guapo
Achira	Ocumo
Batata	Ñame
Taro	Ulluco
Arracacha	Jengibre
Ñame	Yuca
Oca	Batata
Jengibre	Arracacha
Ulluco	Nupe
Mashua	Achira
Nupe	Oca

USO DE LOS CULTIVOS DE RAICES Y TUBERCULOS

Alimentación humana

Cocidos
 Asados
 En conserva
 Deshidratados
 Harinas para panificación y pastas
 Bebidas.

Alimentación de animales domésticos

Harina y pellets de raíz y de follaje (tallo y hojas) para aves, bovinos, ovinos, caprinos y porcinos.

Uso industrial

Almidón y derivados, industria papelera, productos adhesivos, industria textil, productos farmacéuticos, explosivos, materiales de construcción, perforación petrolera y otros.

Alcohol

Combustible para motores de explosión (etanol absoluto, etanol de 96°, aceite fusel (pentanoles amílico, isoamílico y butonólicos), vinaza, fertilizantes, metano, CO₂, y otras industrias alcohólicas.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, H.A. 1946. Some behaviours of yams (*Dioscorea*). *Castanea* 10:8-13.
2. ALVIM, P. de T. 1973. Los trópicos bajos de América Latina. Recursos y ambientes para el desarrollo agrícola. In Simposio sobre la potencialidad del trópico bajo. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, p. 43-61.
3. BADILLO, V.M.; SCHNEF, L. 1972. Clave de las familias de plantas superiores de Venezuela, Rev. Fac. Agron., Maracay, Ven. Alcance 18. 246 p.
4. BORAH, M. N. 1959. The effect of light intensity, length of day and temperature on growth and tuber formation in the potato. (Ph. D. Thesis) University of Nottingham, Inglaterra. 72 p.
5. BOSWELL, V. R. 1950. Commercial growing and harvesting of sweet potatoes. Washington, USA, EE.UU. (Farmers Bul. 2020). 38 p.
6. BRAMAO, D.L.; LEMOS, P. 1960. Soil map of South America. Madison, EE.UU 7th International Congress of Soil Science. Transcript 4: 1-10.
7. BRUIJN, G. H. de: 1977. Influence of day length on the flowering of cassava. *Tropical Root Crops Newsletter* 10:1-3.
8. BURTON, W. G. 1966. The potato. Wageningen, Vecnmen and Zonen N.V., 382 p.
9. CARPIO, R. del. 1969. El camote-pan, revolucionario alimento nacional. *Vida Agrícola*. Lima, Perú 46 (545): 169-170.
10. CARVALHO, J. E. B. de. 1976. Nutrición mineral de mandioca. In Curso intensivo Nacional de mandioca, 1º. Cruz das Almas, Brasil, p. 209-217.
11. CIAT. 1972. Tolerancia de suelos ácidos. Informe Anual, Cali, Col. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 74-75.
12. COPELAND, E. B. 1961. Growth behaviour of *Dioscorea*. *Philippine Journal of Science* 2(C): 227.
13. COURSEY, D. G. 1967. Yams. London, Longmans, 230 p.
14. CROSS, L. 1968. Methods for the production of root crops in Trinidad and Tobago. Yams and Sweet potatoes. Trinidad, Ministry of Agriculture, Lands and Fish. (Farmers Bulletin 4). 4 p.
15. DEVENDRA, C. 1979. Malaysian feedingstuffs. Mardi, Serdang. 145 p.
16. DRIVER, C.M; HAWKES, J. G. 1943. Photoperiodism in the potato. Cambridge, Inglaterra, School of Agriculture. 36 p.
17. EDWARDS, D.J.; ASHER, C.J.; WILSON, G.L. 1976. Nutrición mineral de la yuca, con énfasis a la adaptación a las condiciones de baja fertilidad. Australia, University of Queensland.
18. FAO. El estado mundial de la agricultura y alimentación. Años 1979 a 1982. Roma.
19. FERGUSON, T. U.; HAYNES, P. H. 1970. The response of yams (*Dioscorea* spp.) to nitrogen, phosphorus, potassium and organic fertilizers. 2nd International Symposium Tropical Root Crops, Honolulu. v. 1:93-96.
20. FOLQUER, F. 1978. La batata (camote). Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 144 p.
21. GARCÍA, J.; MONTALDO, A. 1971. Requerimientos hídricos de la yuca o mandioca (*Manihot esculenta*). Maracay, Agron. Trop. Ven. 21 (1): 25-31.
22. HARDENBURG, E. V. 1949. Potato production. EE.UU.
23. INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION, 1983. Tablas de composición de alimentos para uso práctico. Caracas, Ven. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, (Pub. 42). 78 p.
24. JACOBI, T. 1967. Nutrición y abonado de tubérculos tropicales. Hannover, Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH., (Bol. verde 19). 34 p.
25. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. Gainesville, University of Florida, EE.UU. Center of Tropical Agriculture, Department of Animal Science. 509 p.
26. LEUNG, W.; TSUEN, W.; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, 132 p.
27. LI, L. L. 1969. Studies on the response surfaces and economic optima in fertilizer experiments on sweet potato. China, Journal of the Agriculture Association (n.s.) 66:30-49.

28. LIS B. R. de., PONCE, J.; TIZIO, R.M. 1964. Estudio sobre los requerimientos de yuca en los cultivos hortícolas. I. Influencia de la sequía en diferentes estados de crecimiento de la papa en el rendimiento en tubérculos. (Wisconsin, EE.UU.) 56 (4): 377-381. (Trad. J. E. Dozo, IMTA, Balancer).
29. MARTIN, F. W. 1974. Tropical yams and their potential. Part 1 *Dioscorea esculenta*. Washington, USDA, EE.UU. 18 p. Agric. Handbook 457 18 p.
30. ————. 1976. Tropical yams and their potential. Part 3. *Discorea alata*. Washington, USDA, EE.UU. Agric. Handbook 495. 40 p.
31. ————. 1977. Tropical yams and their potencial. Part 4. *Dioscorea rotundata* and *Dioscorea cayenensis*. Washington, USDA, EE.UU. Agric. Handbook 502. 36 p.
32. MONTALDO, A. 1966. Trabajos con yuca en Venezuela. In Jornadas Agronómicas. 6^{as}. Maracaibo, Ven. Memoria. Caracas Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos, v. 1: 1-31.
33. ————. 1968. Avances en el proyecto tuberización de la papa bajo condiciones tropicales. Lima, Perú, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. de papa, 91 p. (mimeo).
34. ————. 1979. La yuca o mandioca. San José, C.R. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 386 p.
35. ————. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José, C.R. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 706 p.
36. MOGILNER, I.; ORIOLI, G.A.; BLETTLER, C. 1967. Ensayo de topofisis y fotoperiodismo en mandioca. Corrientes, Bonplandia 2(15):265-272.
37. NYOKU, E. 1963. The propagation of yams (*Dioscorea* spp.) by vine cutting. Journal of the Western Agricultural Sciences Association 8 (1): 29-32.
38. NORMANHA, E. S.; PEREIRA, A. S. 1967. Cultura da mandioca. Brasil, Agronomico (Campinas) 15(9-10): 9-35.
39. OGLE, W. L. 1959. Studies of temperature effects on the root development of sweet potato vine cuttings. Baton Rouge, Louisiana State Univ., EE.UU. (Thesis M. Sc.).
40. PAPADAKIS, J. 1975. Climates of the world and their potentialities. Buenos Aires, Estudio Gráfico No. 5 S.E.C. P.A., 200 p.
41. PEÑA, R.S. de la.; PLUCKNETT, D. L. 1970. Fertilizer studies in taro. Hawaii Farm Science 19 (3).
42. PHILLIPS, T. P. 1971. Cassava utilization and potential markets. Ottawa, International Development Research Centre. 182 p.
43. PRAIN, D.; BURKILL, I. H. 1936. An account of the genus *Dioscorea* in the eastern Calcutta. Annual Report of the Royal Botanical Garden 14 (1).
44. SAMUELS, G. 1969. The influence of fertilizer ratios on sweet potato yields and quality. In International Symposium on Tropical Root Crops. Trinidad, University of the West Indies. Proceedings v. 1 (2):86-96
45. ————; VELEZ A. 1968. The influence of fertilizers on the yields of tannia. Trinidad, 6th Annual Meeting Caribbean Food Crops Society. Proceedings, Vol. 6.
46. SCHULTZ, Y. T. de. 1984. Estudio de algunos aspectos fisicoquímicos en ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*). Maracay, Ven. Rev. Fac. Agron.
47. SEKIOKA, H. 1970. The effects of temperature on the translocation and accumulation of carbohydrates in sweet potato. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii College of Tropical Agriculture, Proceedings v. 1:37-40.
48. SILVA, J. R. da.; NORMANHA, E. S. 1966. Efeito de doses crescentes de nitrogenio, fósforo e potássio sobre o produção de raizes de mandiocinha. Bragantia, Bra. 25:365-369.
49. ————; SCHMIDT, N. C. 1967. IC-7-127, cultivar de mandioca com provavel resistencia ao tombamento ao açamento. Bragantia, Bta. 26: LXIII-LXV.
50. STEINBAUER, C. E.; KUSHMAN, L. J. 1971. Sweet potato culture and diseases. Washington, USDA, EE.UU. (Agric. Handbook 388). 74 p.
51. USDA. 1978 Indices of Agricultural Production for the Western Hemisphere. Washington, USDA, EE.UU. Statistical Bulletin No. 607. 33 p.
52. ————. 1963. Composition of foods. Washington, EE.UU. 1963.

53. WAITT, A. W. 1961. Yams. Report of Department of Agricultural.
54. WARID, W. A. 1970. Trends in the production of taro in Egypt (United Arab Republic). International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Proceedings. Vol. 1:141-142.

II

**CULTIVOS DE RAICES
Y TUBERCULOS TROPICALES
DE IMPORTANCIA EN AMERICA**

CLIMA CALIENTE

TARO O MALANGA

Colocasia esculenta — ARACEAE

SINONIMIA Y NOMBRES VULGARES

(*Arum esculentum*, *Caladium esculentum*, *Colocasia antiquorum*, *Arum colocasia*, *Leucocasia* sp.).

Papa china (Ecuador, Colombia, Venezuela), Ocumo culín, Danchi (Venezuela); Quiquisque (Guatemala); Pituca (Perú); Malanga, Guagui (Cuba); Malangay, Bore, Chonque (Colombia); Taiboa (Brasil); Chinese tayer (Guyana); Taro, Dasheen, Chinese eddoe (Trinidad y Tobago); Coco (Jamaica); Old cocoyam (Africa Occidental); Chou-dachine, Madere (Antillas francesas); Tato, Dalo (Fiji); Taro, Kalo (Hawaii); Saonjo (Mascarenas); Anega, Ba, Biau, Bilum, Buge, Guavara, Heke-re (Nueva Guinea); Taro, Talo, Ta'ò, Tíe (Marquesas); Kurau (Palau, Micronesia); Mal (Yap, Micronesia); Arouillé (francés) Dap, Di, Ekengad, Io, Inigad-Kening, Moa (Nueva Caledonia); en Filipinas: Abá aua (iloko); Abálong, Dagmai (bisaya); Amóang, Pising (Bontok); Gábi (tagalog); Linsa, Natóng (bikol); Lagbái (tagalog, bisaya); Lubíngnan (ifugao); Bari, Ya-béré

(Africa Occidental francesa); Lengué (Congo); Diabere (Sudán); Madumbi (Sudáfrica); Arum, Kutchu, Arvi, Shamatumpa (India); Khoai, ao-nu'oc trang (Vietnam); Imo (Japón); Ya (China); Kolakasi (Chipre); Nampi (castellano); Kuchoo (sánscrito); Songue (Madagascar); Kolkas (Egipto).

ORIGEN, HISTORIA Y GEOGRAFIA

El taro o malanga se encuentra entre los primeros cultivos domesticados por el hombre. Su historia puede seguirse hasta las culturas neolíticas más primitivas.

El sitio en que se inició este cultivo con más frecuencia es el Sudeste de Asia, entre India e Indonesia. Oyenuga (1967) cree que la *Colocasia* es nativa de las áreas boscosas de Ghana y otros lugares de Africa Occidental.

Barrett (1930) dice que a través de la Polinesia esta planta junto con el árbol del pan (*Artocarpus altilis*), constituyeron alimento principal de sus habitantes repartidos en miles de islas que van desde Hawaii (NE) a Isla de Pascua (O) y Nueva Zelandia (SE).

En Egipto, de acuerdo con Warid (1970b) el taro se ha cultivado desde hace 800 años. Esta planta, como se indica, tiene innumerables nombres vulgares en los trópicos, pero se verá que la variación "tallus" (tallas, tales y taloes) es la más importante, de la cual se deriva el nombre hawaiano: "taro".

BOTANICA

De acuerdo con Engler (1879) la taxonomía de las aráceas productoras de rizomas, cormos o cormelos comestibles más importante es la siguiente:

Subfamilia: Lasoídeas	Subfamilia: Colocasídeas
<i>Lasieas</i>	<i>Colocasieas</i>
<i>Cyrtosperma</i>	<i>Alocasia</i>
<i>Amorphophalleas</i>	<i>Colocasia</i>
<i>Amorphophallus</i>	<i>Xanthosoma</i>

La taxonomía del taro (Schott, 1897) es algo confusa; algunos autores consideran dos especies: *Colocasia esculenta* y *Colocasia antiquorum*. Otros como Haudricourt (1941) mantienen *Colocasia antiquorum* como especie principal y reconocen varias subespecies como: *typica*, *euchlora*, *fontanesii*, *illustrii*, *illusttris*, *esculenta*, *nymphaeifolia*, *globulifera*, *aquatilis* y *acris*. Lo aceptado, generalmente es

la especie *Colocasia esculenta*.

Dicha planta es una herbácea suculenta que alcanza gran altura, 1-2 m. sin tallo aéreo en los ejemplares bajo cultivo anual y con hojas de pecíolos largos, láminas verdes, oblongo-ovada, cordada. Flores en espádice, unisexuales. Flores pistiladas en la base del espádice y flores estaminadas en el extremo, con un grupo de flores estériles entre ambas zonas. Produce un cormo central comestible, grande, esférico, elipsoidal o cónico, o un corno central que se ramifica en cormos laterales, que son mayores que el central. Estos cormos o cormos están recubiertos exteriormente por escamas fibrosas o pueden ser lisos. El color de la pulpa es por lo general blanco, pero también pueden presentarse clones coloreados hasta llegar al morado.

Esta planta generalmente no produce semillas, quizá debido a que, por selección clonal, a través de cientos de años de cultivo sólo se hayan seleccionado los clones infértiles, o bien a que como la cosecha se hace antes del año o al año, las inflorescencias no tienen la oportunidad de formarse. Las plantas presentan cantidad de tubos lactíferos que contienen un líquido blanco o amarillento, rico en taninos. Todas las partes de la planta son comestibles, pero como todas las aráceas, contiene oxalato de calcio lo cual limita el consumo de algunas variedades. Capus (1930) señala en la pulpa un principio acre que genera ácido cianhídrico, pero que puede eliminarse por lavado y cocción.

CLIMA, SUELO Y FERTILIZANTES

El taro es una planta esencialmente tropical; requiere precipitaciones altas (1.800-2.500 mm) y bien distribuidas, temperaturas entre 25-30° C y una buena luminosidad.

En Colombia, se cultiva en la región pacífica del valle del Cauca y en El Chocó, con precipitaciones anuales sobre 7000 mm, en sitios anegadizos, o en la falda de los cerros, con un pH entre 4.5 y 6 y temperatura de 27°C.

Existen variedades que crecen bajo agua (cultivos bajo inundación), mientras que otras prefieren los suelos bien drenados (cultivos secos). Los suelos muy pesados dificultan la emergencia de las plantas y el desarrollo de los cormos.

En lo que respecta a fertilizantes, la planta responde bien a su aplicación. En Hawaii, Whitney *et al.* (1939) recomiendan para taro bajo inundación las fórmulas 6-9-8 y 6-9-5 a razón de 1.250 kg/ha, en dos o tres aplicaciones. De la Peña (1967) y De la Peña y Plucknett (1970) encuentran en Hawaii que el taro responde inmediatamente a aplicaciones de nitrógeno y fósforo, tanto en cultivos bajo inundación como en seco, pero que la respuesta al potasio sólo

ocurre en cultivos en seco. Warid (1970) recomienda en Egipto, para suelos franco-arcillosos localizados cerca de los canales principales del río Nilo, un fertilizante completo que contenga 100 kg de nitrógeno, 200 kg de P_2O_5 y 200 kg de K_2O por hectárea en dos dosis. Río Piedras (1935) en cultivos en seco reconoce que los mejores rendimientos se han logrado con 7-6-17 a razón de 2,5 t/ha, adicionado de estiércol. Hodge (1954) indica 2 t/ha de 4-8-5 ó 5-8-5 en Florida. El potasio parece ser de especial importancia para este cultivo. La información sobre dosis de fertilizantes sólo se proporciona como ilustración, ya que en cada caso se deberán estudiar las condiciones locales.

CULTIVO

El taro puede reproducirse, ya sea por el cormo principal, por la plantación de cormelos completos o por hijuelos que consisten en la porción superior de un cormelo (1 cm), más 20-25 cm de pecíolo. Cuando se utiliza el cormo principal de la planta madre, éste se secciona en varias partes y representa un gasto de semilla de 2 t/ha. En Hawaii, de acuerdo con Plucknett (1970), se utilizan hijuelos, llamados "huli", que son plantados a máquina en los cultivos en seco o a mano en los cultivos bajo inundación. En el cultivo manual la "semilla" o hijuelo se coloca en hoyos, los que en algunos casos son preparados previamente con estiércol, de 12-15 cm de profundidad y a distancias de 30-60 cm entre y sobre hileras.

El período normal de plantación del taro es a comienzos de la estación lluviosa en cultivos en seco; sin embargo, si se dispone de riego apropiado puede prolongarse todo el año. Los cultivos bajo inundación también pueden realizarse en la época que sea más conveniente.

Se cultiva asociado con la palma chontaduro (*Bactris gassipaes*), yuca (*Manihot esculenta*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), banano (*Musa spp.*), piña (*Ananas comosus*).

En general, según Estrada y Galvis (1978) el taro aparece como pionero, una vez que se ha talado el monte natural.

En Egipto se usa como cabeza de rotación en suelos arenosos salinos recién incorporados al cultivo. Warid (1970) indica como tipos de rotación: taro, seguido el segundo año de sandía y frijoles; el tercer año, tomate y repollo y el cuarto año, oca y zanahoria.

En Hawaii se usan en mecanización, plantadoras de hijuelos para cultivos en seco y para cultivos bajo agua, cosechadoras que hacen un trabajo satisfactorio.

El período que va desde la plantación a la cosecha es muy variable, pudiendo llegar de 6 a 18 meses (Plucknett, 1970) según las varie-

dades y las localidades. Durante el primer período es necesario hacer un control de malezas, el cual se hace usualmente con herramientas manuales. Sin embargo, trabajos realizados en Trinidad (Hubbell, 1965). Venezuela (1967) y Fiji (Sivan, 1970) han demostrado la efectividad de diversos herbicidas, entre los cuales se señalan: Simazín, Atrazina, Karmex, Cotorán, Prometrina, Ametrina en dosis de 2-3-5 kg/ha en aplicación de postplantación.

Posiblemente una de las principales razones para que aún se cultive taro bajo agua en Hawaii sea el control de malezas que se logra (Plucknett, 1970).

La madurez del cultivo se produce cuando las hojas comienzan a tornarse amarillentas. Los cormos, en los suelos muy sueltos, se arrancan a mano, con escardilla o azadón, o máquinas cosechadoras especiales.

La siguiente operación será la separación de los cormelos del corno principal, y su limpieza. Los rendimientos por lo general son bajos: se señalan en Fiji (Sivan, 1970) 4.5 t/ha. Para Egipto se señalan rendimientos altos, los cuales pueden llegar a 17.6 t/ha (Warid, 1970).

GENETICA Y MEJORAMIENTO

El mejoramiento genético de esta planta ha iniciado recientemente, dado que normalmente produce pocas semillas. La selección ha sido clonal y algún trabajo se realiza en Trinidad (Campbell, 1962; Gooding, s/f). En Hawaii, Matsumoto (1966) y Fukushima (1962) presentan investigaciones cromosomales en taro y encuentran que las variedades diploides ($2x = 28$) corresponden a los tipos de un corno grande central y los triploides ($3x = 42$) corresponden a los tipos de muchos cormelos secundarios.

Los principales puntos que debe enfocar un programa de mejoramiento en taro son: recolección y estudio de cultivares silvestres y cultivados; obtención de resistencia a enfermedades, alta capacidad de rendimiento, tipo de corno adecuado y precocidad.

Warid (1970) propuso el siguiente programa a largo plazo de mejoramiento en *Colocasia esculenta*:

a. Citogenética y mejoramiento:

1. Relaciones cromosomales de las especies.
2. Inducción de mutaciones.
3. Morfogénesis de la planta.
4. Componentes del rendimiento.

5. Evaluación de las características de la planta para adaptabilidad.
- b. Estudios agronómicos:
1. Relaciones suelo-planta.
 2. Cormo "semilla": tamaño, profundidad de plantación, espaciamiento.
 3. Época de plantación y de cosecha.
 4. Fertilizantes.
 5. Mecanización del cultivo.
 6. Rotación.
 7. Métodos de cultivo en relación a densidad de plantas.
 8. Riego.
 9. Control de malezas, plagas y enfermedades.
- c. Estudios fisiológicos y bioquímicos:
1. Valor alimenticio y calidad culinaria.
 2. Procesamiento.
 3. Nutrición de la planta durante los diferentes estados de desarrollo.
 4. Evapotranspiración y requerimientos de agua.
 5. Calidad de almacenamiento a diferentes temperaturas y humedades relativas.
 6. Florescencia y posible propagación sexual para fines de mejoramiento.

ENFERMEDADES

Phytophthora colocasiae existe en China, Japón, Filipinas y en el Pacífico Sur (Trujillo, 1969). Este organismo encuentra a menudo condiciones favorables para su desarrollo en las regiones citadas causando epidemias en 5-7 días. La enfermedad fue controlada en Hawaii con aplicaciones de fungicidas cúpricos en plantas de 4-5 a 9 meses de edad. En plantas más jóvenes se comprobó cierta resistencia debido a que la superficie de las hojas no retiene gotas de agua por un período suficiente como para incubar el organismo. Deshmukh (1960) reportó cierta resistencia varietal en la India y Graham (s/f) en Fiji. Graham menciona las variedades Kurokece, Sisiwa y Vavai como resistentes a la enfermedad. *Phytophthora palmivora* también fue reportada para la India por Cerighelli (1955). Trujillo (1969) señala a *Phythium* (pudrición blanda de los cormos) y *Fusarium solani* atacando al taro en América y en las islas del Pacífico, lo mismo que a las enfermedades secundarias debidas a *Sclerotium rolfsii*,

Cladisporium y *Endoconidiophora*, además de virosis.

En la Costa Pacífica de Colombia, Estrada y Galvis (1978) indican las siguientes enfermedades: añublo foliar (*Pseudomonas* sp.); negrilla o fumagina (*Capnodium* sp.); mancha parda (*Cladosporium* sp.); pudrición negra o del cormo (*Rosellinia* sp.); pudrición blanda (*Pythium* sp.); pudrición algodonosa (*Sclerotium* sp.). Entre los nematodos a: *Meloidogyne incognita*; *Tylenchorhynchus* sp.; *Tylenchulus* sp.; *Helicotylenchus* sp.; *Criconemoides* sp. El añublo foliar se presenta en forma generalizada, afectando los cultivos en todos sus estados.

PLAGAS

En las islas Fiji, Sivan (1970) informa que el taro es poco atacado por insectos. Los principales de ellos son: *Taraphagus proserpina* (Homoptera-Delphacidae) también indicado por Plucknett (1970) para Hawaii y por otros autores. En Samoa, Matsumoto y Nishida (1966) informan que esta plaga puede controlarse biológicamente. Otras plagas secundarias señaladas por Sivan (1970) son: el cortador, *Prodenia litura* (Lepidoptera Noctuidae) y la mosa blanca, *Bamisia tabaci* (Homoptera-Aleurodidae).

ALMACENAMIENTO

El taro generalmente no soporta almacenamiento prolongado. Whitney *et al.* (1939) dan ejemplos de variedades japonesas que resisten almacenamiento de 2-6 meses sin gran pérdida. Brown, citado por Gooding y Campbell (s.f) recomiendan de 6-7°C, con humedad relativa de 80% y una adecuada circulación de aire como una buena condición para almacenar cormos. De la Peña (1967) indica que es posible dejar los taros sin cosechar por 12-15 meses, sin pérdidas e incluso obtener aumentos en rendimiento, siempre que no haya ataque de plagas y enfermedades.

ANÁLISIS Y COMPOSICION

Cuadro 27. Análisis de cormos de taro (*Colocasia esculenta*) provenientes del Oeste africano. En g x 100 g de porción comestible, base seca. Busson (1965).

Composición	Base seca
Proteína, g.	9.2
Grasa, g.	0.3
Fibra, g.	3.2
Carbohidratos, g.	83.7
Cenizas, g.	3.6
Calcio, mg.	340
Fósforo, mg	190

Cuadro 28. Análisis de cormelos de taro (*Colocasia esculenta*). (g x 100 g de porción comestible, base húmeda).

Composición	Cormelos crudos 1	Cormelos crudos 2	Hojas crudas 3	Pecíolos crudos 4
Valor energético,				
kcal	92	85	69	19
Humedad, %	74.6	77.5	79.6	93.8
Proteína, g	1.6	2.5	4.4	0.2
Grasa, g	0.2	0.2	1.8	0.2
Carbohidratos, g	22.4	19.1	12.2	4.6
Fibra, g	0.8	0.4	3.4	0.6
Ceniza, g	1.2	0.8	2.0	1.2
Ca, mg	96.0	32.0	268.0	57.0
P, mg	88.0	64.0	78.0	23.0
Fe, mg	1.2	0.8	4.3	1.4
Na, mg	—	7.0	11.0	5.0
K, mg	—	514.0	1 237.0	367.0
Vitamina A	5.0 Mcg Act. (2)	Tz. UI (1)	20 385 UI	335. UI
Tiamina, mg	0.08	0.18	0.10	0.01
Riboflavina, mg	0.04	0.04	0.33	0.02
Niacina, mg	0.07	0.9	2.0	0.2
Ac. ascórbico, mg	7.0	10.0	142.0	8.2
Cáscara, % o porción no comestible	16.0	19.0	45.0	16.0

(1) Tz. U.I. = Trazas unidades internacionales

(2) Mcg. Act. = Microgramos activos.

Fuente: Columna 1, Leung y Flores, 1961.

Columnas 2, 3 y 4, Tablas de Alimentación de Filipinas, 1964.

Al revisar los valores de los Cuadros anteriores se podrá ver que los cormelos de taro son muy bajos en proteína, 1-2,5% , por lo que se les debe considerar un alimento esencialmente energético. Es interesante el contenido de provitamina A de las hojas, lo mismo que de riboflavina, niacina y ácido ascórbico.

Terra (1966) da para *C. esculenta* 3.5-7% de proteína en hojas; 0.3-1.5% en pecíolos y 1.3-3% en cormelos.

En los valores de los Cuadros 28 y 29 se puede ver que los cormelos de taro aparecen como bajos en proteína, 1,2,5% ; sin embargo, Splittstoesser (1977) encuentra en diversos análisis de cormelos de taro, base húmeda, valores de proteína de 1.75-4% ; Barrios, Schultz y Perdomo (1977) dan un valor de 3.85% . Es interesante el contenido de provitamina A de las hojas, lo mismo que de riboflavina, niacina y ácido ascórbico.

Terra (1966) da para *Colocasia esculenta* 3.5-7% de proteína en las hojas y 0.3-1.5% en los pecíolos.

Miller, Ross y Louis (1947) dan el siguiente contenido en oxalatos, expresados en ácido oxálico:

	<i>Base húmeda cocida %</i>	<i>Base seca %</i>
Hojas	0.36	2.01
Cormelos	0.10	0.30

Sewell y Healey (1979), al estudiar la distribución de cristales de oxalato de calcio en cormelos de taro, han encontrado dos tipos de cristales: globosos y rafidios. El número y densidad de los cristales aumenta en el primer desarrollo, se detiene y luego disminuye. El número de cristales aumenta con el tamaño del cormelo.

Cuadro 29. Análisis proximal de cormelos de taro (*Colocasia esculenta*). Uso animal.

Composición	Unidad	Como alimento	Seco
Materia seca	%	29.9	100
Materia orgánica	%	20.7	90.3
Cenizas	%	2.2	9.7
Fibra	%	1.4	5.9
Grasa	%	0.2	0.9
ELN	%	17.3	75.3
Proteína	%	1.9	8.1
Bovinos dig.	%	0.8	3.4
Cabríos dig.	%	1.1	4.7
Equinos dig.	%	1.1	4.7
Ovinos dig.	%	1.1	4.7
Energía			
Bovinos En	Mcal/kg	0.56	2.44
Ovinos EU	Mcal/kg	0.80	3.49
Porcinos ED	Kcal/kg	797	3 474
Bovinos EM	Mcal/kg	0.46	2.00
Ovinos EM	Mcal/kg	0.66	2.86
Porcinos EM	Kcal/kg	752	3 229
Bovinos NDT	%	12.7	55.4
Ovinos NDT	%	18.1	79.1
Porcinos NDT	%	18.1	78.8
Ca	%	0.05	0.20
P	%	0.21	0.90
Fe	%	0.112	0.486
Mg	%	0.03	0.13
Cu	mg/kg	8.0	35.0
Mn	mg/kg	14.9	65.0

Fuente: Latin American Tables of Feed Composition, Florida, 1974.

UTILIZACION

Alimentación animal

El valor nutritivo de la harina de taro fue estudiado en pollos y cerdos por Murillo, Olivares, Alonso y Bressani (1977) en El Salvador. La harina se preparó con cormelos de taro cosechados a los 7 meses con rendimiento de 8 t/ha de materia seca y la siguiente com-

posición química: proteína 8.5% , grasa 0.7% , fibra cruda 4.1% , paredes celulares 22.6% , celulosa 3.7% , hemicelulosa 14.1% , almidón 27.4% y carbohidratos solubles 31.5% . La harina de taro se usó como sustituto del maíz en dietas para pollos de engorde de 0-4 semanas de edad y en dietas para etapas de crecimiento, desarrollo y engorde de cerdos. En el primer caso la harina de taro fue incluida a niveles de: 0, 15, 30, 45 ó 60% de dietas que contenían 22% de proteína y que fueron suministradas a dos grupos de pollos cada una. En el ensayo con cerdos, la harina de taro constituyó el 0, 12, 24, 36 ó 48% de dietas isoproteicas a los niveles de 16, 14 y 13% , cada una de las cuales fue suministrada en las etapas mencionada a grupos de 7 cerdos de 29 kg de peso inicial. El consumo de alimento de los pollos fue similar en todos los tratamientos (1125 g/animal), pero el aumento de peso y la conversión alimenticia disminuyeron al aumentar la harina de taro en las dietas (638, 586, 469, 294, 189 g y 0.56, 0.52, 0.41, 0.26, 0.17), siendo significativas ($P < 0.05$) las disminuciones producidas por 30, 45 y 60% de harina de taro. En los cerdos el consumo de alimento y el aumento de peso disminuyeron con el incremento de la harina de taro en las dietas (3.64; 3.50; 3.41; 3.27; 3.32 kg/día y 0.69; 0.67; 0.63; 0.54 y 0.52 kg/día), produciendo conversiones alimenticias de 5.3; 5.2; 5.4; 6.1 y 6.4, respectivamente. Los aumentos de peso obtenidos con 24, 36 y 48% de harina de taro fueron significativamente ($P < 0.05$) diferentes entre sí, con los de 0 y 12% de harina de taro que no difirieron estadísticamente.

En Hawaii, Steinke (1980) ha preparado ensilaje de hojas y pecíolos de taro para uso en alimentación animal. El material ensilado es alto en proteína y carece de sabor acre. Este alimento es aceptado satisfactoriamente por cabras y búfalos.

Alimentación humana

Con el cormelo de taro se prepara: "poi" (pasta fresca o fermentada), harinas, pastas (spaghettis), polvo para bebidas, hojuelas. El "poi" es fácilmente digerible y no alergénico.

Las hojas nuevas y los pecíolos de taro son preparados junto a carnes y pescados.

El "poi" se prepara en Hawaii, de cormos de taro cocidos, pelados, lavados y molidos hasta formar una pasta de color gris-marrón, la que a veces se somete a un ligero proceso de fermentación.

Standal (1970), refiriéndose a los ácidos grasos, dice que 73% son no saturados y 27% saturados.

Otra característica interesante del "poi" es su digestibilidad. Derstine y Rada (1952) en un estudio dietético del "poi", consideran que los usos más populares se han dado en niños convalescientes o sometidos a dietas suaves, en casos de desnutrición o alergias a cerea-

les; para personas adultas desdentadas y personas con úlceras gástricas.

Cuadro 30. Composición aproximada de contenido en ácidos grasos de "poi" y taro. Standal (1970).

Composición	"Poi" Material analizado	Taro (*)
Valor energético, cal/100 g	80	133
Humedad, %	79.5	65.4
Proteína, g/100 g	0.5	0.7
Grasa, g/100 g	0.01	0.1
Carbohidratos (**) g/100 g	19.4	32.4
Fibra, g/100 g.	0.3	0.7
Ceniza, g /100 g	0.4	0.8
Acidos grasos (% del total de ácidos grasos)		
Palmítico	24.0	25.6
Esteárico	2.0	1.6
Oleico	23.6	22.0
Linolénico	38.2	42.0

(*) Producto cocido.

(**) Por diferencia: 100— (proteína + grasa + agua + fibra + ceniza).

Almidón y alcohol

El tamaño de los gránulos de almidón de taro varía entre 1-6.5 micras. El almidón comercial (de grano más pequeño) es el de arroz con 5 micras de promedio de diámetro. Se considera que mientras menor es el tamaño de los gránulos de almidón, tanto más digestivo es éste.

Castillo (1982) cita investigaciones de Linero sobre preparación de plásticos biodegradables efectuadas en la Universidad de Carabobo, Venezuela. Diversas resinas (poliester, PVC, polietileno, polietileno-eva-copolímero y poliestireno). Las mismas fueron preparadas con porcentajes variables, entre 20-25%, de almidones de maíz, trigo, arroz, yuca y taro. Este último, con los granos más pequeños y angulosos, dio los mejores resultados de estabilidad y adherencia; el polietileno llegó a soportar hasta 50% de incorporación del almidón de taro.

Con respecto a la elaboración de etanol, Wang (1983) da la información señalada en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Rendimiento de alcohol en litros por tonelada (peso húmedo) de las cosechas de varios cultivos. Wang (1983).

Cultivo	Rendimiento en etanol litros/tonelada
Caña de azúcar	67
Sorgo dulce	77
Maíz	389
Sorgo granífero	389
Trigo	368
Taro	142
Batata o camote	142
Yuca o mandioca	180

ASPECTOS ECONOMICOS

La información estadística existente engloba bajo un único rubro, tanto las especies *Colocasia esculenta* como *Xanthosoma sagittifolium*. Warid (1970) se refiere a esta situación en Africa y sólo logra informar con cifras la producción de 7 países (Burundi, Camerún, Ghana, Costa de Marfil, Liberia, Togo y Alto Volta) con un total de 1 900 000 toneladas anuales de cormos, indicando sólo a continuación que otros siete países (Dahomey, Etiopía, Guinea, Nigeria, Sierra Leona, Sudán y la República Árabe Unida) tienen a las aráceas entre sus cultivos. De la Peña (1970) menciona que el taro es un recurso alimenticio en las zonas boscosas de Nueva Guinea, Islas Salomón y Nuevas Hébridas. También es uno de los cultivos de subsistencia en Nueva Caledonia, Fiji, Islas Cook, Tubuai e Isla Rapa. En Ponape sigue al árbol del pan y a los ñames (*Dioscorea* spp.). Este mismo autor señala que el taro ha sido un alimento importante por más de 2 000 años y aún existe en estado silvestre en la India, Ceilán (Sri Lanka), Sumatra y en el Archipiélago Malayo. Se cultiva en cierta extensión como alimento en Filipinas, Java y Hawaii.

En el Archipiélago de Hawaii se cultivaron en 1969, 170 hectáreas, con una producción total de 4 000 toneladas y con un valor total de US\$671 000, de acuerdo con el Boletín de Estadística Agrícola de Hawaii.

En América su cultivo se efectúa en Venezuela, Islas del Caribe, América Central, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil.



Fig. 1. Papa china o taro cultivado en Vereda Córdoba, Municipio de Buenaventura, Colombia. Suelos muy húmedos, temperatura 26°C, pH 4.5. Este cultivo se prefiere a la yuca en la dieta de la población de color.

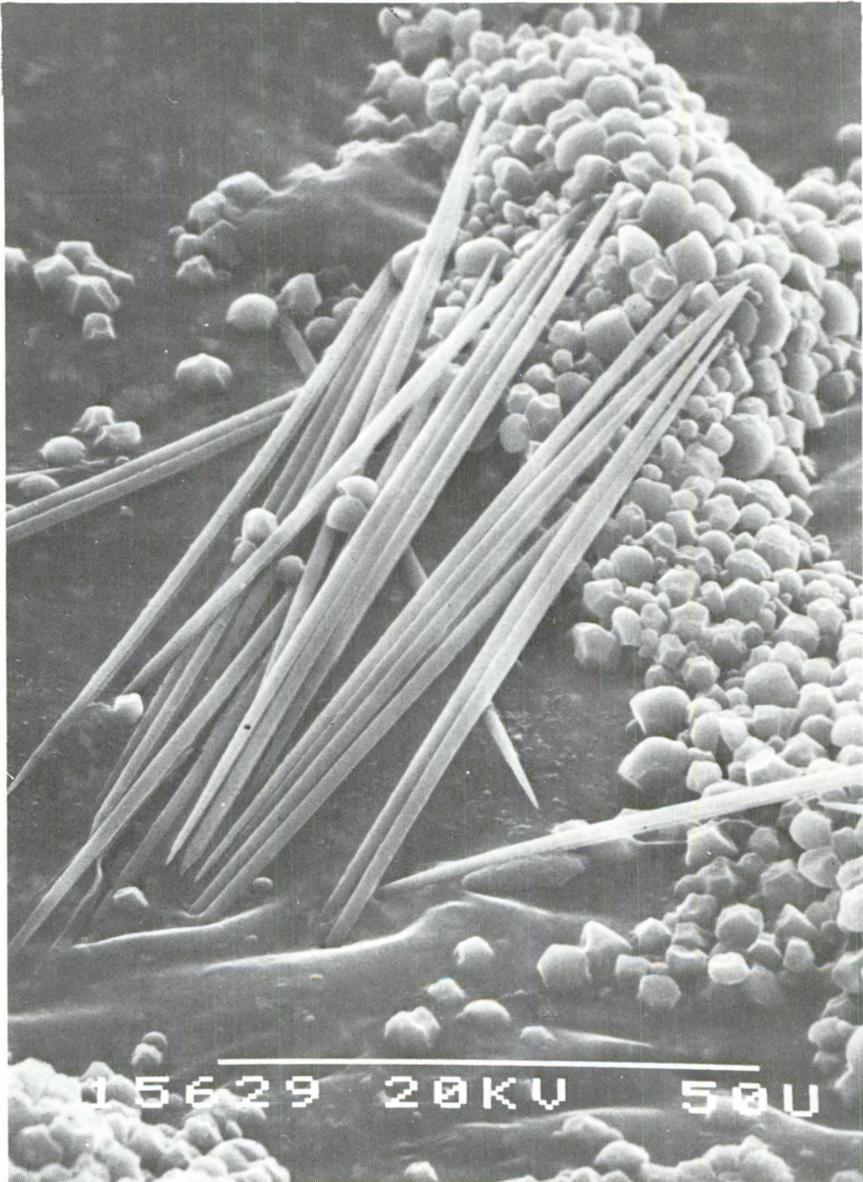


Fig. 2. Frotis de la región cortical del corno central de taro (*Colocasia esculenta*) observado al microscopio electrónico de barrido. Pueden observarse los granos sueltos de almidón y los numerosos rafidios (Cortesía Prof. J. J. Castillo, UCV, Maracay).

BIBLIOGRAFIA

1. BARRETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural.
2. BARRIOS, J. R.; SCHULTZ, Y. de; PERDOMO, J. T. 1977. El ocumo y el taro en la economía venezolana. Maracay, 9as. Jornadas Agronómicas, 8 p.
3. BUSSON. F. 1930. Plantes alimentaires de l'Ouest Africaine. Marseille, Leconte, 1965. p. 517-520.
4. CAMPBELL, J. S.; GOODING, H. J. 1962. Recent development in the production of food crops in Trinidad. *Tropical Agriculture* 39:261-270.
5. CAPUS, G. 1930. Les produits coloniaux d'origine végétale. Paris, Larose. p. 58-60.
6. CASTILLO, J. J. 1982. Método de secado al vacío para estudiar con microscopio electrónico de barrido la morfología *in situ* de almidones de tuberosas tropicales. Maracay, Instituto de Agronomía UCV. 58 p. (Tesis Prof. Agregado).
7. CERIGHELLI, R. 1955. Cultures, tropicales. Paris, Bailliere, p. 421.
8. DERSTINE, V.; RADA, E. L. 1952. Poi in Hawaii, Hawaii. *Agriculture Experiment Station. Agricultural Economic Bulletin* 3. 43 p.
9. DESHMUKH, M. J.; CHHIBBER, K. N. 1960. Field resistance to blight. (*Phytophthora colocasiae* Rac.) In *Colocasia antiquorum*. *Schott Current Science* 29:320-321.
10. ENGLER, S. 1879. Araceae. In Candolle. A de. *Monographie phanerogamarum*. París. v. 1.
11. ESTRADA, E. I.; GALVIS, F. E. 1978. Enfermedades de la papa china o taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott en la costa Pacífica del Valle del Cauca. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 121 p. (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tesis).
12. FOOD COMPOSITION table, 1964. 2d. rev. ed. Manila. Food and Nutrition Research Center. (Handbook no. 1).
13. FUKUSHIMA, E. *et al.* 1962. Chromosome numbers of the taro varieties cultivated in Japan. *Chromosome Information Service (Japan)* 3:38-39.
14. GOODING, H.J., CAMPBELL, J.S. s.f. The improvement of cultivation methods in dasheen and eddoe (*Colocasia esculenta*) growing in Trinidad. Trinidad, Imperial College of Tropical Agriculture, 8 p. (Multigraf.).
15. GRAHAM, K. M. s.f. Plant diseases of Fiji, Fiji, Department of Agriculture.
16. HAUDRICOURT, A. 1941. Les colocasies alimentaires. *Revue Internationale de Botanique Appliquee et Agriculture Tropical* 21 (233-234):40-65.
17. HODGE, W. H. 1954. The dasheen; a tropical root crop for the South EE.UU., Department of Agriculture. Circular no. 950. 28 p.
18. HUBBELL, D. S. 1965. *Tropical agriculture*, Kansas, Howard W. Sams. 294 p.
19. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. Gainesville, EE.UU. 1974. University of Florida, Inst. Food and Agric. Sciences, Center of Tropical Agriculture, Dept. Animal Science, 509 p.
20. LEUNG W.; TSUEN W.; FLORES M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, 132 p.
21. MATSUMOTO, B. M.; NISHIDA, T. 1966. Predator-prey investigations on the taro leafhopper and its egg predator. Hawaii. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 64. 32 p.
22. MILLER, C. D.; BRANTHOVER, B. 1957. Nutritive value of some Hawaii foods, Hawaii. Agricultural Experiment Station. Circular 52. 20 p.
23. _____ ROSS. W.; LOUIS, L. 1947. Hawaiian-grown vegetables, Hawaii. Agricultural Experiment Station. Bulletin 5. 45 p.
24. MURILLO, B.; OLIVARES, M.; ALONSO, L.; BRESSANI, R. 1977. Valor nutritivo de la harina de malanga (*Colocasia* sp.) para pollos y cerdos. México, 6a. Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. V. 3, p. 90. Memoria 90.
25. OYENUGA, V.A. 1967. *Agriculture in Nigeria: an introduction*. Rome, FAO, 309 p.
26. PEÑA, R. S. de la. 1967. Effect of different levels of N, P y K fertilization on the growth and yield of upland and lowland taro (*Colocasia esculenta* L.) Schott var. Lehua. *Dissertation Abstracts. Section B.* 28(5):1758B.

27. PEÑA, R.S. de la. 1970. The edible aroids in the Asian-Pacific area. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings v. 1:136-140.
28. _____; PLUCKNETT, D. L. 1970. Fertilizer studies on taro. Hawaii Farm Science 19(3).
29. PLUCKNETT, D. L. 1970. Colocasia. *Xanthosoma*, *Alocasia*. *Cyrtosperma* and *Amorphophallus*. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops. Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, Proceedings v. 1: 127-135.
30. RIO PIEDRAS, PUERTO RICO. AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION. 1935. Yautías y taros. Annual report of the Director of the Puerto Rico Experiment Station for the year 1933-34:104.
31. SCHOTT, H. 1897 Taro. Journal of Anthropologie 8.
32. SEWELL, L. A., HEALEY, P. L. 1979. Distribution of calcium oxalate crystal idioblast incoforms of taro (*Colocasia esculenta*) American Journal of Botany 66: 1029-1032.
33. SIVAN, P. 1970. Dalo-growing research in the Fiji Islands. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings. v 1: 151-154.
34. SPLITTSTOESSER, W. E. 1977. Protein quality of tropical roots and tubers. HortScience 12: 294-298.
35. STANDAL, B. R. 1970. The nature of poi carbohydrates. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings. v. 1: 146-148.
36. STEINKE, W. E. 1980. Taro as animal feed. Honolulu, Tropical Root and Tuber Crops Newsletter 11:24-25.
37. TERRA, J.A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute. 187 p. (Comm. 149).
38. TRUJILLO, E. E. 1969. Diseases of genus *Colocasia* in the Pacific area and their control. In International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, April 2-8, 1967. Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, v. 2(4):13-19.
39. VENEZUELA, UNIVERSIDAD CENTRAL. INSTITUTO DE AGRONOMIA. 1968. Memoria anual. Maracay, p. 79.
40. WANG, J.K. 1983. Taro. A review of *Colocasia esculenta* and its potential. Honolulu, University of Hawaii, Press. 400 p.
41. WARID, W.A. 1970. Production and improvement of edible aroids in Africa. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings, 9 p.
42. _____ . 1970. Trends in the production of taro in Egypt. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings, v. 1:141-142.
43. WHITNEY, L. D.; BOWERS, F. A. I.; TAKAHASHI, M. 1939. Taro varieties in Hawaii. Hawaii. Agricultural Experiment Station. . Bulletin no. 84. 86 p.

OCUMO O YAUTIA

Xanthosoma sagittifolium – ARACEAE

SINONIMIA Y NOMBRES VULGARES

(*Xanthosoma caracu*. *Xanthosoma atrovirens*. *Xanthosoma mafafa*).

Ocumo, Ocumo común (Venezuela); Mafafa, Rascadera (Colombia); Yautía brava (Puerto Rico); Tiquisque, Quequexque (Costa Rica); Otó (Panamá); Quequeste, Tekixcamote, Rejalgar, Colomo, Lampaza, Macal (México); Yautía (Filipinas y Antillas españolas); Tarua (Islas del Pacífico); Tania, Yautía (Trinidad y Tobago); Tayobe, Taye, Tajer (Guayanas); Mangarito (Brasil); Tania, Tanier, Coco, New Cocoyam (inglés); Chou-caraiba (Antillas francesas); Macabo (Camerún); Amankani (tshi, lengua sudánica).

ORIGEN, HISTORIA Y GEOGRAFIA

Barrett (1930) indica que es probable que estas plantas fueran desarrolladas localmente. En las Antillas se conoce mayor número de tipos que en los países de América Central o del Sur. Se considera que las yautías son el cultivo más antiguo en Puerto Rico, heredado de los aborígenes Arawak.

En épocas recientes, la planta fue llevada a las Islas del Pacífico, al Sureste de Asia y a Africa donde por su semejanza con taro, (*Colocasia esculenta*) a menudo se la confunde con esta especie.

De acuerdo con Warid (1970) el ocumo se introdujo en Ghana en 1843. Se ha comprobado que en los últimos años ha reemplazado progresivamente al taro en Africa y en Asia; esto debido a que presenta mayor rendimiento, más resistencia a enfermedades y sus cormos contienen menos oxalatos.

De la Peña (1970) señala que *Xanthosoma sagittifolium* se cultiva en muchas islas del Pacífico, incluyendo Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Nuevas Hébridas, Fiji, Ponape, Tahití y otras.

Morton (1973) sostiene que hay cerca de 40 especies de *Xanthosoma* nativas de América Tropical y se las considera las plantas cultivadas más antiguas del mundo.

Patiño (1964) explica que el ocumo era un cultivo importante en Centroamérica, Colombia, Venezuela y Antillas en la época del descubrimiento de América. Este autor dice además que las dautías o yautías fueron descritas ya por Oviedo para Santo Domingo; también el padre Las Casas se refiere a las yautías o yautas. En la Relación de Puerto Rico de 1582 se habla de los yautiaes, como de un cormo cultivado en esa isla. En la Relación de Panamá, a principios del siglo XVII, se cita al otó entre las tuberosas comestibles. Menciona también Pimentel, que en la Relación de Caracas de 1578 se incluye a "oqumos" entre los comestibles de la población nativa. En la Guayana venezolana también cultivaban yucumo.

De Candolle (1883) en su libro: "*L'Origine des Plantes Cultivées*" ignora por completo a este importante cultivo de la América Tropical.

BOTANICA

Xanthosoma sagittifolium es el nombre científico más utilizado para el ocumo; Engler (1919) incluyó a *Xanthosoma caracu* y *Xanthosoma atrovirens* en *Xanthosoma sagittifolium*. De acuerdo con Bunting (1969), las descripciones de Engler parecen incluir a *Xanthosoma mafafa* Schott en este complejo de especies y variedades.

Morfológicamente se considera una planta herbácea de aproximadamente 2 m de altura, suculenta, sin tallos aéreos. Las hojas provienen directamente de un cormo subterráneo, el cual es más o menos vertical, donde se forman los cormelos laterales y horizontales, que son los comestibles. Los cormelos poseen una corteza color marrón oscuro, pulpa blanca o amarilla, tienen anillos o nudos y en cada uno de ellos van insertas yemas. Hojas grandes, sagitadas, de base cordiforme. Flores en espigas o espádices, cubiertas de una espata de color verde pálido; en la parte femenina la base es casi tan larga como la masculina. La inflorescencia es toda fértil. El fruto es una baya, considerándose su producción más bien escasa.

El cormo corresponde al tallo de la planta y es cilíndrico-esférico; los cormelos tienen forma de maza y se pueden considerar ramificaciones.

Spence (1970), al referirse al crecimiento y al desarrollo del ocumo sugiere que tiene una productividad fotosintética desmedida debido a la continua producción de grandes hojas; propone el uso de reguladores de crecimiento con el propósito de aumentar la iniciación de los cormelos, reducir el crecimiento vegetativo y favorecer finalmente el crecimiento de los cormelos.

CLIMA, SUELOS Y FERTILIZANTES

Clima

Se produce bien en climas tropicales calientes, con una temperatura media aproximada de 25°C y mínima de 18°C, con alta humedad relativa.

Soporta vientos suaves, pero el período vegetativo debe estar libre de heladas.

Es una planta de fotoperíodo corto a medio para obtener una producción adecuada de cormelos (12-14 horas).

Requiere un régimen de lluvias de 800-1000 mm durante su ciclo de producción, 9-12 meses. Soporta períodos cortos de sequía.

Suelo

Los mejores resultados se obtienen con su cultivo en suelos arenosos, sueltos, friables y, en lo posible, que posean cierta proporción de materia orgánica. No debe cultivarse en suelos arcillosos.

Su pH óptimo está localizado entre 5.5-6.5.

Soporta cierto grado de salinidad en los suelos.

Requiere buen drenaje.

Fertilizantes

Se le considera un cultivo poco exigente en fertilizantes; reacciona bien a bajas dosis de N y medias de P-K.

Samuels y Vélez (1968) obtienen buenos resultados en la fertilización de ocumo en Puerto Rico con 56:112:112 kg/ha de N:P:K. Enyi (1968) reporta aproximadamente 70:130:110 kg/ha de N:P:K. Spence y Ahmad (1969) realizaron estudios de deficiencias en elementos fertilizantes en ocumo. Lo más interesante en estas observaciones es lo referido al Mg. Su deficiencia se corrobora en el análisis foliar lo cual sugiere a los autores el empleo del ocumo para indicar la deficiencia de este elemento en los suelos.

CULTIVO

Propagación

El ocumo es un cultivo de fácil propagación vegetativa, debido a la existencia de abundantes yemas en sus estructuras subterráneas y en la parte aérea del cormo.

Barrios (1972) efectuó en Maracay, Venezuela, estudios de propagación, con los resultados indicados en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Rendimiento en t/ha y peso promedio en g de los cormelos de ocumo.

Tipo de propagación	Rendimiento t/ha	Peso promedio de cormelos comerciales (g)
Parte apical del hijuelo	6.87	137
Parte media del hijuelo	9.32	243
Parte basal del hijuelo	5.09	183
Parte central del cormo	4.68	135
Parte basal del cormo	11.22	187
Cormelos pequeños	5.43	111
Yemas en inicio de engrosamiento	3.74	114

Fuente: Barrios, 1972.

Barrios indica que no hubo grandes diferencias en cuanto a emergencia de las plantas y su posterior desarrollo. Respecto a número de hijuelos, número de cormelos comerciales y rendimiento en t/ha, número de cormelos no comerciales y rendimiento de los mismos, se encuentran diferencias apreciables. El mejor material de propagación fue proporcionado por la parte basal del cormo, que rindió 11.22 t/ha, aunque el peso promedio de los cormelos fue bajo.

En ocumo, como en taro, también es posible desarrollar el cultivo de meristemas para obtener material libre de enfermedades. Puede asimismo ser utilizada la semilla verdadera en programas de mejoramiento.

Antes de proceder a la plantación se recomienda desinfectar en una solución fungicida-insecticida las secciones de cormo o cormelos que se usarán en su propagación.

Plantación

Los suelos se deben preparar con labores adecuadas de aradura, rastraje y micronivelación.

La época de plantación dependerá del inicio de la estación de lluvias, para lograr una buena emergencia de plantas. Si se dispone de riego, la plantación podrá adelantarse, o bien —si el agua es suficiente— esta labor podrá hacerse en cualquier época del año.

La plantación se hace en hoyos, que se recomienda abonar para obtener mejores resultados, o bien en surcos o camellones, en caso de cultivos comerciales. Las distancias pueden ser de 60 x 100, 90 x 90 o 150 x 150 cm, entre y sobre las hileras. En muchas regiones se acostumbra el cultivo intercalado con café, cacao, cítricos o banano.

Las labores de cultivo pueden consistir en 2 o 3 aporques junto con la “limpia” manual de malezas. En caso de no hacerse el aporque, las plantas desarrollan una gran proliferación de hijuelos, que producen grandes macollas, lo cual va en detrimento de la formación de cormelos. Esto se debe a que cada hijuelo proviene del crecimiento de la yema terminal de un cormelo hacia el exterior que, de haberse aporcado, hubiera continuado su engrosamiento.

La misma recomendación en el uso de herbicidas indicada para taro es aplicable para el ocumo.

Cosecha

Cuando las hojas basales se ponen amarillas y el suelo comienza a cuartearse, se produce la madurez de los cormelos; esto ocurre aproximadamente en 9-12 meses. La cosecha se hace normalmente en forma paulatina, de acuerdo con las exigencias del mercado. En algunas partes se hace la castración del cultivo, es decir, se realiza una cosecha parcial de cada planta; esto no es recomendable en cultivos comerciales.

Es conveniente dejar al sol por uno o dos días los cormelos recién cosechados, a fin de facilitar la limpieza de la tierra que pueda llevar adherida. A veces se elimina el follaje una semana antes de la cosecha.

En Venezuela se ha efectuado con éxito la cosecha del ocumo plantado en líneas a 90 cm y aporcado, con cosechadora mecánica.

La operación siguiente consiste en separar con machete los cormelos del cormo central.

Selección y empaque

De acuerdo con normas del mercado internacional, los cormelos de ocumo para exportación deben llenar los siguientes requisitos:

Tamaño mínimo de 12.5 cm de largo y 2.8 cm de diámetro;
 cormelos libres de enfermedades y plagas;
 enteros y limpios;
 sin brotar la yema terminal.

El producto seleccionado de esta manera se empaqueta en huacales o cajones de 25 kg netos.

GENÉTICA Y MEJORAMIENTO

Recuentos cromosomales hechos por Janiki-Ammal, citado por Darlington y Wylie (1955), especifican para ejemplares de América Tropical de la especie *Xanthosoma sagittifolium*, $2n = 26$ cromosomas. Darlington, Hair y Hurcombe (1951) indican para *Xanthosoma violaceum*, $2n = 24$ cromosomas. Magoon, Krishnan y Vijaya Bai (1971) señalan para *Xanthosoma sagittifolium* $2n = 26$. Estudios en el estado de paquíteno colocan a los 13 bivalentes en doce tipos de A a L., en el cual B consiste en dos bivalentes. La presencia de tipos cromosomales duplicados, permite postular un número básico más bajo para esta tasa. En *Xanthosoma sagittifolium*, ocho de los doce tipos pueden ser homologados con base cariológica, lo que reduciría el número básico a ocho cromosomas; este número es también identificado en otros géneros de Araceas: *Aglaonema* y *Diffenbachia*.

Gooding (1958) y Gooding y Campbell (1961, 1962) estiman que existen en las pequeñas Antillas alrededor de 15 cultivares de *Xanthosoma sagittifolium*. En Venezuela (1969), el Instituto de Agronomía cuenta con más de 20 cultivares de diferentes lugares del país; se observa una floración irregular.

Se ha inducido floración mediante la aplicación de ácido giberélico. Luciani (1984) señala que la manipulación de algunas variables ambientales como longitud del día y temperatura, tanto como grado de sombreamiento y defoliación, junto con tratamientos químicos, deben ser estudiadas para promover una mayor formación de flores y semillas.

Estudios de Jos y Vijaya (1979) dan gran importancia a la antesis con respecto a la receptividad de los estigmas.

Volin y Zettler (1976b) en Florida, EE.UU. han obtenido propagación de *Xanthosoma* y *Colocasia* por semillas verdaderas, observando un alto grado de variabilidad entre las progenies.

Jordán (1979), en Puerto Rico, aplica en cruces de ocumo una técnica ya desarrollada por el mismo investigador para *Caladium*. Suprime un tercio de la espata en cada uno de los lados y deja la zona pistilada parcialmente descubierta. Esta operación la hace un día antes que la espata abra, cuando el estigma es receptivo, pero el polen

está aún sin abrir. El polen de la planta masculina se colecta con un pincel pelo de camello y se aplica en la zona pistilada; de ese modo se obtienen cruzamientos.

Las semillas de ocumo son muy pequeñas (1.0-1.5 mm) oblongadas y de color marrón claro. Se indican como objetivos del mejoramiento en *Xanthosoma sagittifolium* las siguientes características:

Cultivares con mayor capacidad de intercepción de la luz, mayor producción de materia seca en cormelos y cormos.

Cormelos y cormos de producción temprana y de forma adecuada.

Calidad y resistencia a las principales plagas y enfermedades.

ENFERMEDADES

Se citan en Venezuela (1969) los organismos: *Cercospora verruculosa*, *Cercospora chevalieri*, *Punctellina solteroi* y *Sclerotium rolfsii*, que afectan el ocumo. El hongo del género *Phythium* es común como parásito de este cultivo en los trópicos.

Karikari (1971) indica en Ghana a: *Cladosporium colocasiae*, *Phyllosticta colocasiae* y *Sclerotium rolfsii*.

Debrot y Ordosgoitti (1974) encuentran el virus del taro, que ataca tanto a las plantaciones de ocumo o yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) como de taro (*Colocasia esculenta*) en los cultivos de Venezuela. Lo mismo ha sido indicado por Volin y Zettler (1976a) para Florida (EE.UU.), Puerto Rico y Egipto. Las plantas enfermas son menos vigorosas y a veces presentan el follaje variegado. La transmisión de este organismo se efectúa mediante áfidos.

PLAGAS

Wolcott (1955) indica para Puerto Rico una chinche pequeña y delicada de alas de encaje blanco, *Corythuca gossypii* (Hemiptera-Tingidae) que se cría en la cara inferior de las hojas del ocumo; las ninfas y los adultos son chupadores. También a *Pentalonia nigronervosa* (Homoptera-Aphididae), que se encuentra a ras de la tierra sobre los tallos del ocumo.

En Venezuela (1969) se han determinado como plagas en ocumo: *Lygyrus ebenus* (Coleoptera-Scarabeidae); *Coballus cannae* (Lepidoptera Hesperidae); *Cacographis ortholatis* (Lepidoptera-Nocuidae); y *Graphocephala propior* (Homoptera Aphididae).

En general, el daño de las plagas en el cultivo del ocumo es poco importante.

Astacops villicus (Hemiptera-Lygaeidae) es mencionado por Szent-Ivany (1956) como una plaga para el ocumo en el territorio de Papua en Nueva Guinea.

Karikari (1971) menciona para Ghana a: áfidos, escamas y una larva de un noctuido (*Stophastis thraustica*) como atacante de las hojas de ocumo.

En cultivos ubicados en Uraba, Colombia, han sido indicadas por Rosero (1975): áfidos, chinche que se cría en colonias en el reverso de las hojas; también se ha encontrado una larva blanca (*Piralidae*) que ataca las plantas nuevas, especialmente el "cogollo", penetrando hasta el cormo central, lo que finalmente produce la muerte de la planta.

ALMACENAMIENTO

El ocumo presenta mucho mejores condiciones de conservación en ambiente natural que el taro; lo mismo ocurre a bajas temperaturas. En ambiente natural (26°C y 75% de humedad relativa) la brotación comienza a las seis semanas. A temperatura de 7°C y 80% de humedad relativa se mantienen los cormos sin brotar, y conservan las condiciones culinarias hasta por 18 semanas.

Los campesinos tienen dos métodos para guardar el ocumo: uno consiste en enterrar los cormelos y cubrirlos con una capa de tierra con cierto grado de humedad; el otro, en rebanar los cormelos y secarlos al sol.

García (1967) estudia los procesos metabólicos en ocumo almacenado, obteniendo 28.6 mg de CO₂/kg y 60 700-73 400 cal/t/h producido por la respiración. Estos datos permiten orientar los cálculos de ventilación y refrigeración de los almacenes para cormelos de ocumo en ambiente natural.

ANÁLISIS Y COMPOSICIÓN

Al analizar los valores contenidos en el Cuadro 33 se observa que el valor medio de contenido proteínico en la pulpa del cormelo de ocumo es de 7.75±0.69, con una variación entre los 13 cultivares estudiados de 5.6 y 8.9% . Cuando se comparan estos valores con los resultados obtenidos para otros autores, se nota que los mismos son altos; ello probablemente se deba a que sólo se ha considerado la pulpa.

Cuadro 33. Composición química de ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*) (Rango de variación de 13 cultivares seleccionados de Venezuela: base seca).

		Cormelos pulpa	Cormelos cáscara	Cormo total
Proteína cruda	%	6.6 – 8.9	5.1 – 9.6	10.2 – 19.5
Extracto etéreo	%	0.4 – 0.7	0.5 – 0.9	0.5 – 1.3
Fibra cruda	%	1.5 – 2.4	4.1 – 6.8	5.2 – 7.4
Ceniza	%	4.7 – 5.9	8.2 – 11.7	5.5 – 8.8
Extracto libre de nitrógeno	%	81.9 – 85.9	71.4 – 80.9	64.7 – 78.3
Ca	%	0.3 – 0.9	0.1 – 0.2	0.2 – 0.3
P	%	0.2 – 0.6	0.1 – 0.3	0.4 – 0.6
K	%	1.1 – 2.0	1.5 – 3.1	1.1 – 2.1
Mg	%	0.1 – 0.1	0.1 – 0.1	0.2 – 0.5
Na	%	0.2 – 0.3	0.1 – 0.2	0.2 – 0.4
Fl	ppm	100 – 285	877 – 2 107	114 – 309
Zn	ppm	24 – 43	11 – 45	50 – 178
Cu	ppm	8 – 20	16 – 22	22 – 24

Fuente: Schultz, 1980.

Es interesante la cifra media de 13.20 ± 0.73 con variación de 10.2 a 19.5% dado para la proteína del cormo central (cepa madre o base del tallo central). A veces este cormo se usa como material de propagación, pero muchas veces se deja en el campo como desecho. Este cormo seco constituiría una importante fuente en la preparación de harina de ocumo, para ser utilizada en la alimentación de aves y cerdos.

Bajo el grupo Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N.) están incluidos principalmente los almidones, una fracción de celulosa soluble, pentosanos y lignina, así como hemicelulosa, liquenina, inulina, azúcares, materias pécticas, ácidos orgánicos y otros.

El valor medio E.L.N. en pulpa de cormelo de los 13 cultivares fue 84.65 ± 1.28 , con rango de variación de 81.9-85.9%. Se obtuvo alto rendimiento (65% base seca) al extraer almidones por dispersión y sedimentación. La equivalencia amilosa: amilopectina, señalada por la autora del estudio, fue bastante constante y el contenido de amilosa fue de 25%.

El valor medio de fibra cruda fue de 1.88 ± 0.28 , variando de 1.5-2.4% en la pulpa. En la cáscara subió a 5.68 ± 0.71 con variación de 4.1-6.8% y en el cormo total llegó a 6.50 ± 0.78 con variación de 5.2-7.4%.

Bajo los términos de fibra cruda se incluyen las fracciones insolubles de celulosa, pentosanos y lignina más suberina y cutina.

El extracto etéreo, con valor medio de 0.56 ± 0.10 y variación de 0.4-0.7% , corresponde al bajo contenido general de las tuberosas.

Los valores de cenizas, media de 5.20 ± 0.44 y variación de 4.7-5.9% , son altos al comparárselos con otras tuberosas; igualmente altos son los valores de Ca y P.

Según Splittstoesser (1977), los cormelos de ocumo contienen entre 6.6-8.9% de proteína (base seca) y los más viejos pueden indicar no más de 2% de proteína. En la composición de la proteína, todos los cultivares examinados por dicho autor mostraron niveles inferiores a los fijados para los aminoácidos: lisina, metionina, tirosina, isoleucina, triptófano y cisteína.

Cerning-Beroand y Dividich (1976) encontraron que la digestibilidad aparente de la materia orgánica del ocumo mejora al ser cocinado. También afirman que muchos productos amiláceos tropicales pueden figurar como fuente de energía y sustituir parcialmente al almidón proveniente de cereales, siempre y cuando aquellos sean cocidos. Mencionan, además, que aun cocinados, la digestibilidad aparente del nitrógeno proteico del ocumo es inferior a la del ñame, batata y plátano, comprobado mediante ensayo en rata blanca.

Morton (1973) afirma que los cormelos de ocumo contienen rafidios de oxalato de calcio que pueden causar irritación oral e intestinal en estado crudo, pero que son eliminados al ser cocidos. Además, en las variedades coloreadas pueden aparecer glucosaponinas (saponinas solubles en agua), que no se destruyen mediante el calor pero se eliminan en el agua de cocción. Estas saponinas son tóxicas; no son muy frecuentes en las variedades blancas.

Al comparar las producciones de proteína obtenidas en Maracay para cormos y cormelos de ocumo, cuyos valores medios son de 295 y 304 kg/ha, con la producida por el maíz y el sorgo —cereales empleados en alimentación animal— (rendimientos medios mundiales indicados por FAO, 1979), se obtiene:

<i>Cereal</i>	<i>Rendimiento medio mundial</i>	<i>Materia seca %</i>	<i>Proteína cruda %</i>	<i>Producción materia seca t/ha</i>	<i>Producción proteína kg/ha</i>
Maíz	3.27	88.0	10.9	2.87	312
Sorgo	0.62	87.1	9.8	0.54	53

Lo anterior indica que bajo condiciones tropicales, el ocumo produce, tanto en el cormo como en los cormelos, tanta proteína como el promedio mundial para el maíz y seis veces más que el sorgo.

Cuadro 34. Análisis proximal de cormelos de yautía (*X. sagittifolium*) por 100 g de porción comestible (Uso humano). Base húmeda

Composición		Cormelo crudo	Cormelo cocido
Humedad	g	71.9	72.0
Proteína	g	1.7	1.0
Grasa	g	0.8	0.2
Carbohidratos	g	23.8	25.7
Fibra	g	0.6	0.4
Cenizas	g	1.2	0.7
Ca	mg	22.0	26.0
P	mg	72.0	32.0
Fe	mg	0.9	0.6
Vit. A. Retinol	mcg-meq	3	
Tiamina	mg	0.12	0.08
Riboflavina	mg	0.02	0.01
Niacina	mg	0.6	0.4
Acido ascórbico	mg	6	
Energía	Mcal/kg seco	3 808	3 892

Fuente: Venezuela. Instituto Nacional de Nutrición, 1983.

Cuadro 35. Cormos de ocumo. Rendimiento, contenido en materia seria, proteína cruda, fibra cruda, cenizas, producción de materia seca en t/ha, producción de proteína en kg/ha. Maracay, Venezuela.

Cormelos frescos	Materia seca Rend. t/ha	%	Expresado como % m.s.			Producción materia seca t/ha	Producción proteína kg/ha
			Proteína cruda %	Fibra cruda %	Cenizas %		
UCV-501	10.8	26.5	12.5	5.5	4.4	2.86	357
UCV-503	12.3	24.7	12.1	6.2	5.1	3.04	368
UCV-504	8.5	24.9	12.7	7.3	5.6	2.12	269
UCV-505	6.0	21.8	13.5	8.2	6.5	1.31	177
UCV-506	11.8	24.9	9.7	5.9	4.8	2.94	285
UCV-507	11.8	23.6	12.9	7.7	4.9	2.78	359
UCV-511	10.5	26.6	8.9	9.8	4.2	2.79	248
Promedio	10.2	24.7	11.8	7.2	5.1	2.55	295

Fuente: Barrios, 1972.

Cuadro 36. Cormelos de ocumo. Rendimiento, contenido en materia seca; proteína cruda, fibra cruda, cenizas, producción de materia seca en t/ha, producción de proteína en kg/ha. Maracay, Venezuela.

Variedad	Cormelos frescos Rend. t/ha	Materia seca %	Expresado como % m.s.			Producción materia seca t/ha	Producción proteína kg/ha
			Proteína %	fibra cruda %	Cenizas %		
UCV-501	17.6	27.6	6.5	3.7	4.9	4.86	316
UCV-503	23.1	27.5	5.1	4.2	5.4	6.35	324
UCV-504	13.6	34.0	6.6	2.8	3.9	4.62	305
UCV-505	12.6	29.1	5.2	3.7	4.5	3.67	191
UCV-506	21.5	26.5	6.3	3.7	5.4	5.70	359
UCV-507	17.6	27.5	6.3	3.8	5.1	4.84	305
UCV-511	15.5	27.3	7.8	4.7	5.0	4.23	330
Promedio	17.4	28.5	6.3	3.8	4.9	4.90	304

Fuente: Barrios, 1972

Por otra parte, se hace notar que aproximadamente las cuatro quintas partes de la producción de ocumo (cepa madre) se pierden, pues no se utiliza hasta ahora sino como material de propagación.

Con respecto a valores energéticos se tiene:

	Rendimiento t/ha	Materia seca %	Producción de materia seca t/ha	Mcal x t m.s. (estimación)	Mcal/ha x 10 ³
Cormo	10.2	24.7	2.52	3 200	8 064
Cormelo	17.4	28.5	4.96	3 400	16 864

De lo expuesto anteriormente se concluye que tanto el cormo como el cormelo de ocumo constituyen excelentes fuentes de proteína y energía —hasta ahora inexplotadas— para ser utilizadas como alimentación animal en el trópico caliente.

García (1967) realizó en Venezuela un estudio de las propiedades físicas del ocumo y obtuvo los siguientes resultados:

Peso específico	1092
Porosidad de los tejidos crudos, %	9.8
Porosidad de los tejidos precocidos, %	5.2

**Elasticidad de los tejidos
(décimas de mm):**

Crudos	27
Precocidos	80

Concluye ese autor que, según los datos obtenidos, el ocumo se adapta a las normas requeridas para su industrialización.

Czyhrnciw y Jaffe (1951) indican algunos datos de la composición química de ocumo desde la perspectiva de su interés tecnológico:

Humedad %	71.2
Almidón %	11.4
Acido ascórbico mg/100	6-7.8
Peroxidasa Unidades	
Willstat	0.47
Catalasa, producción O ₂	trazas

Rasper (1967) examinó la consistencia de pastas de almidón, determinando la viscosidad durante el proceso de gelatinización en ocumo y taro. De acuerdo con ese autor, los viscosigramas de ocumo se parecen a los de almidón de maíz y de arroz, en los cuales se obtuvo una consistencia estable con poca diferencia entre la viscosidad máxima a 95°C y la obtenida por enfriamiento a 50°C. Rasper determinó también la fuerza del gel (Jelly tester F.R.I.A.) de las diferentes pastas de almidón a 1, 4, y 7 días con temperaturas de 25°C. La fuerza del gel de ocumo, es decir su consistencia, no cambió apreciablemente durante el período de observación. También, debido a la consistencia del gel, el almidón de ocumo se asemeja al del maíz, y se revela apto para la preparación de budines y quesillos, contrariamente al taro, que muestra muy poca fuerza del gel.

Sánchez y Hernández (1977) establecieron condiciones óptimas para el pelado alcalino de los cormelos de ocumo. El pelado fue más eficiente sumergiendo los cormelos por 6.5-10 minutos en una lejía (soda cáustica) al 15% y 93°C de temperatura. La reacción de ennegrecimiento enzimático que se produce después del pelado alcalino se evita sumergiendo los cormelos durante dos minutos en una solución de ácido cítrico al 1%, seguido por inmersión en una solución de disulfito de potasio (K₂S₂O₅). El pelado alcalino no influye en las propiedades organolépticas del ocumo.

Cuadro 37. Análisis proximal de cormelos de yautía (*X. sagittifolium*). Uso animal).

Composición	Unidad	Cormelos frescos como alimento	Secos
Materia seca	%	38.0	100
Materia orgánica	%	36.3	95.7
Cenizas	%	1.6	4.3
Fibra	%	0.9	2.3
Grasa	%	0.1	0.2
ELN	%	33.4	88.0
Proteína	%	2.0	5.3
dig. bovinos	%	0.3	0.8
dig. cabríos	%	0.8	2.0
dig. equinos	%	0.8	2.0
dig. ovinos	%	0.8	2.0
Energía			
ED porcinos	Kcal/kg	1 490	3 926
EM porcinos	Kcal/kg	1 414	3 727
NDT porcinos	%	33.8	89.0

Fuente: Latin American Tables of Feed Composition, Florida, 1974

UTILIZACION

Los cormelos cocidos de ocumo constituyen un excelente alimento. Las hojas se consumen hervidas como espinacas.

Según Barrett (1930) la harina que se hace en las Antillas moliendo los trozos secos de ocumo, es más nutritiva que la torta de casabe hecha de yuca, y contiene menos cantidad de fibra cruda.

Coursey (1968) menciona la preparación de cormelos para la comida: hervidos, asados o tostados. Además se pueden preparar ocumos en rodajas (tostones), pero en este caso sería recomendable sancocharlos antes de freírlos. Dicho autor enfatiza la gran variación de palatabilidad en las variedades de ocumo, y expresa que se prefiere generalmente a las del taro, atribuyéndole parcialmente la expansión de la primera a expensas de la segunda en el Africa Occidental al hecho de que los cormelos de *Xanthosoma* resultan más adecuados para la preparación del "fufu", comida tradicional africana.

Rasper (1967) se refiere a la preparación del "fufu" en Africa: los cormelos pelados y hervidos se trituran en un mortero leñoso hasta que se forma una masa elástica y gelatinosa. Los cormos de *Colocasia*, según el autor, se ablandan demasiado al hervirlos y por esta ra-

zón no se prestan a la preparación del “fufu”.

Osiogu y Vzo (1973) relacionan la adaptabilidad de las tuberosas para la preparación de “fufu” directamente con el grado de viscosidad de sus almidones (pastas formadas al mezclar almidón con agua hasta aplicación de calor al punto de gelatinización). En todas las muestras de *Colocasia* apareció una baja viscosidad.

Los mayas pelan, cocinan, amasan y mezclan el ocumo con miel. Cuando hay escasez de granos (maíz) aumentan la masa de éste con ocumo crudo molido, con lo que preparan tortillas. En la República Dominicana es muy común el pudín de yautía y en Cuba las frituras de malanga. En Filipinas preparan una harina muy fina de ocumo que se mezcla con coco raspado, la que utiliza en la elaboración de pasteles.

Schultz (1980) preparó puré con harina de ocumo; mostró una homogeneidad y calidad comestible similar al de papa. Igualmente preparó pastas que resultaron positivas en cuanto a aspecto, color, sabor, textura, homogeneidad, consistencia y aceptación.

El cormo del ocumo, o cepa madre, hasta ahora sólo es utilizado, partido en pedazos, como material de propagación. Esto ocupa de un cuarto a un sexto de la cosecha; lo demás se pierde. El ocumo, con un valor en proteína de 295 kg/ha y en energía de 8064×10^3 Mcal/ha, puede constituir un valioso recurso a utilizar en la alimentación animal.

La muy buena aceptación de los cormelos de ocumo en mercados caribeños como alimento humano, unida a su utilidad como excelente material de exportación, representa un alto valor comercial para las comunidades hispano-americanas de Estados Unidos de América.

POSIBILIDADES DE EXPANSION

Debido a su valor alimenticio, rendimiento en órganos reservantes de almidón, alta resistencia a plagas y enfermedades en las regiones más calientes del trópico, sus posibilidades de expansión son óptimas.

Por las razones anteriores ya indicadas, este cultivo ha ido reemplazando paulatinamente al taro (*Colocasia esculenta*), especialmente en Africa.

En Colombia las extensiones de cultivo de *X. sagittifolium* son escasas. Algunas se encuentran en Antioquia, Quindío y Tolima; su cultivo no alcanza más de 500 ha. En Venezuela es de 6 000 ha; es un cultivo importante en Cuba, Puerto Rico y República Dominicana.

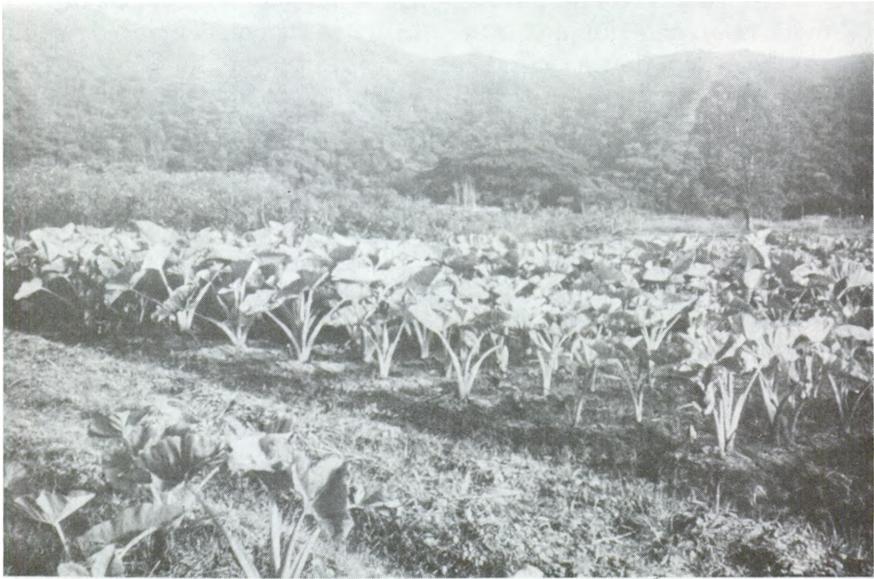


Fig. 3. Campo cultivado con ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*) en la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 450 m.s.n.m., temp. 25°C.

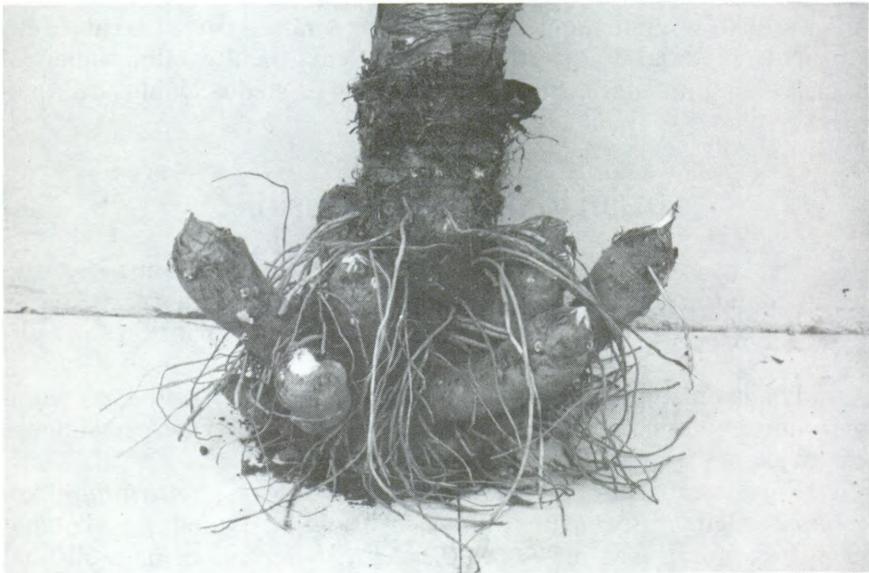


Fig. 4. Producción de cormelos de ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*). Nótese el desarrollo de la yema terminal de los cormelos debido a un deficiente aporque del cultivo.

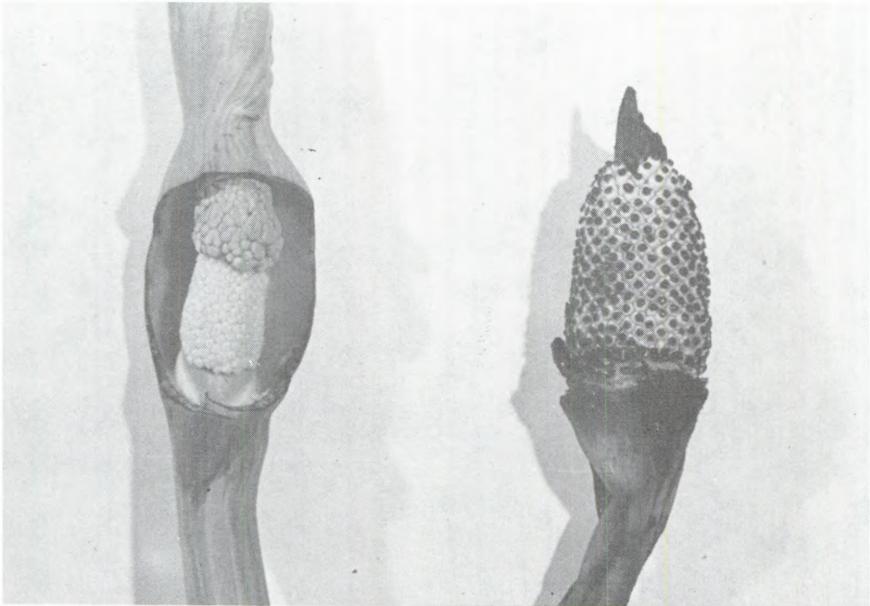


Fig. 5. Izquierda: obsérvese corte hecho en la espata para dejar libre la zona de flores pistiladas. Esto se hace para facilitar los cruces, ya que estas flores presentan protogínea.
Derecha: infrutescencia de un ocumo en el momento de la cosecha.

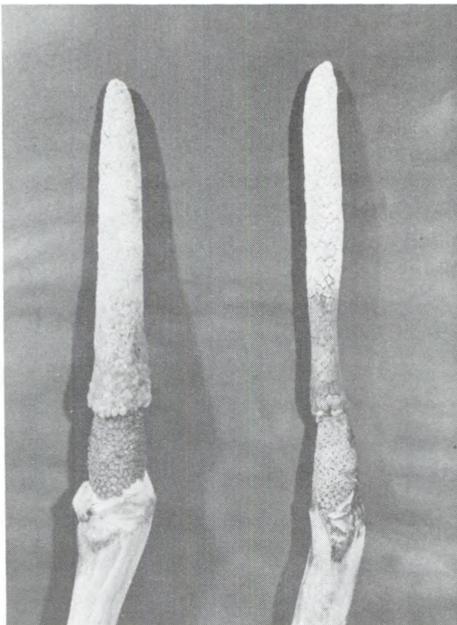


Fig. 6. Inflorescencia de ocumo a la que se ha eliminado la espata o bráctea. Obsérvese las flores femeninas en la base, zona estéril al centro y flores masculinas en el extremo superior.



Fig. 7. Almacigo de ocumo. Primer desarrollo de las plantitas.

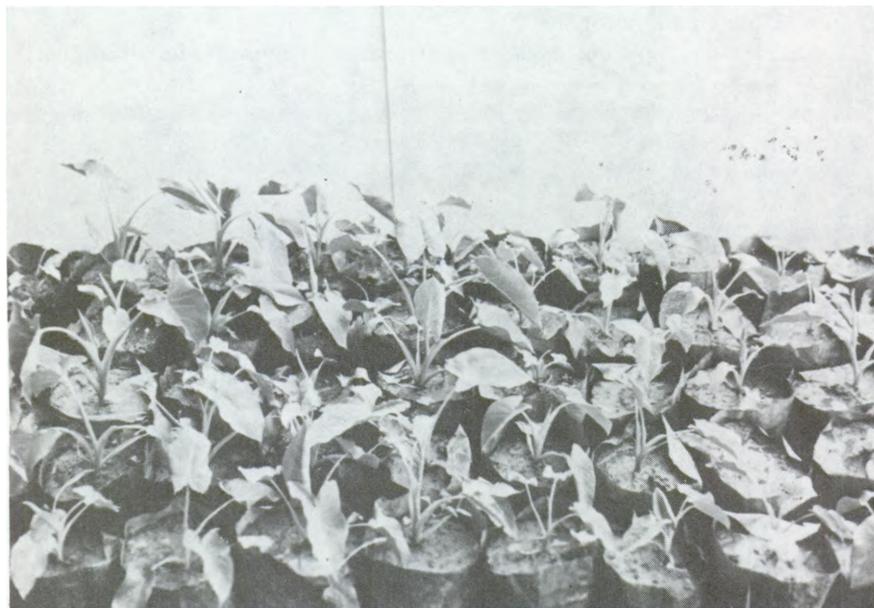


Fig. 8. Repique y crecimiento de las plantas individuales de ocumo antes de ser llevadas al campo.

(Figs. 5, 6, 7 y 8 cortesía del Prof. J. F. Luciani, UCV, Maracay).

BIBLIOGRAFIA

1. BARRETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural, 525 p.
2. BARRIOS, J. R. 1972. Tipos de "semilla" de ocumo, *Xanthosoma sagittifolium*. Bogotá, 7a. Reunión Soc. Latinoamericana de Tuberosas, 4 p. (Mimeo).
3. BARRIOS, J. R.; SCHULTZ, L. Y. de.; PERDOMO, J. T. 1977. El ocumo y el taro (ocumo chino) en la economía venezolana. Maracay, 9as. Jornadas Agronómicas, 11 p.
4. BUNTING, G. 1969. Notas sobre aráceas. Maracay, Instituto de Botánica. (Mecanograf.).
5. CANDOLLE, A. de. 1883. L'origine des plantes cultivées. Paris, Bibliotheque Scientifique Internationale, 377 p.
6. CERNING-BEROAND, J.; DIVIDICH, J. 1976. Le valeur alimentaire de quelques produits amylacés d'origine tropicale. Etude *in vitro* et *in vivo* de la patate douce, de l'igname, du malanga, du fruit a pain, de la banane. Ann. Zootecn. (Guadaloupe) 25: 155-188.
7. COURSEY, D. G. 1968. The edible aroids. World Crops 20(4): 25-30.
8. ———; D G. 1972. Las aróideas proporcionan buen alimento para los humanos. La Hacienda, Marzo 14, p. 16.
9. CZYRRINCIW, N., JAFFE, W. 1951. Modificaciones químicas durante la conservación de raíces y tubérculos. Arch. Venezolanos Nutr. 2: 49-67.
10. DARLINGTON, C. D.; HAIR, J. B., HURCOMBE, R. 1951. The history of the garden hyacinths. Heredity 5: 233-252.
11. ———; WYLIE, A. P. 1955. Chromosome atlas of flowering plants. London, Allen & Unwin, p. 374.
12. DEBROT, E. A.; ORDOSGOITTI, A. 1974. Dasheen mosaic virus infection of *Colocasia* and *Xanthosoma* In Venezuela: Pl. Dis. Rept. 58: 1032-1034.
13. ENGLER, A. 1919. *Xanthosoma sagittifolium*. Natürlichen Pflanzenreich 71 (4): 23E.
14. ENYI, B. A. C. 1968. Growth of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). Indian Jour. Agric. Sci. 38:627-633.
15. GARCIA, M. F. 1967. Estudio de las principales propiedades físicas y químicas del apio (arracacha), ñame, ocumo y sus cambios por efecto del calentamiento. Mem. Soc. Cienc. Nat. Caracas 77:120-141.
16. GOODING, H. J. 1958. Some problems of food crop improvement in the Caribbean with special reference to starchy tubers. West Indian Medical Journal 7:257-266.
17. ———; CAMPBELL, J. S. 1961. Preliminary trials of West Indian *Xanthosoma* cultivars. Trop. Agric. 38:145-152.
18. ———; CAMPBELL, J.S. 1962. A review of recent food crop investigations at the U. C. W. L. I. C. T. A. Trinidad, Caribbean Comm. Publ. Serv. 54:1-12.
19. JORDAN, F. L. 1979. Preliminary work with tanier (*Xanthosoma* spp.) hybridization in Puerto Rico. Jour. Agric. (Puerto Rico) 63: 469-473.
20. JOS, J. S.; VIJAYA, B.K.; HRISHI, N. 1979. Major factors limiting seed set in aroids. 5th Int. Symp. Trop. Root Crops, Manila, p. 697-699.
21. KARIAKARI, S. K. 1971. Cocoyam cultivation in Ghana. World Crops 23(3): 118-122.
22. LUCIANI, J. F. 1984. Mejoramiento de raíces y tubérculos. Maracay, Instituto de Agronomía, UCV, 46 p.
23. MAGOON, M. L. KRISHNAN, R., VIJAYA BAI, K. 1971. Evidence of the origin of edible aroids. Tropical Root and Tuber Crops Newsletter (Mayaguez) No. 4:25-27.
24. MORTON, J. R. 1973. Cocoyams (*Xanthosoma caracu*, *X. atrovirens*, and *X. higrum*), ancient root and leaf vegetables, gaining in economic importance. Florida State Hort. Soc. 35: 85-94.

25. OSISIOGU, I. W., VZO, J. C. 1973. Industrial potentialities of some Nigerian yam and cocoyam starches. *Trop. Sci. (Nigeria)* 15:355-360.
26. PATIÑO, V. M. 1964. *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial*. Cali, Imprenta Departamental, 304 p.
27. PEÑA, R. S. de la. 1970. The edible aroids in the Asian-Pacific area. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings. v. 1:156-140.
28. RASPER, V. 1967. Investigations on starches from some West African root crops. *Root Crops Symp.*, 40, p. 48-49.
29. ROSERO, A. 1975. El cultivo de la yautía en la zona de Uraba. Medellín, Asociación de Bananeros y Agricultores de Uraba. 27 p.
30. SAMUELS, G.; VELEZ, A. 1968. The influence of fertilizers on yields of tannia. *Proc. Caribbean Food Crops Soc., Trinidad, 6th Annual Meeting*, v. 6, p. 70-82.
31. SANCHEZ, N. F.; HERNANDEZ, I. 1977. Lye peeling of tanniers (*Xanthosoma* spp.) *Jour. Agric. Puerto Rico* 61:335-353.
32. SCHULTZ, Y. T. de. 1980. Estudio de algunos aspectos morfológicos y físico-químicos en ocumo criollo (*Xanthosoma sagittifolium*). Maracay, Universidad Central de Venezuela, 142 p. (Tesis Asistente, Facultad de Agronomía).
33. SPENCE., J. M. 1970. Growth and development of tannia (*Xanthosoma* spp.). *Symp. Trop. Root Crops, Honolulu, Hawaii. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings v. 1: 177.*
34. _____; AHMAD, N. 1969. Plant nutrient deficiencies symptoms and related tissue composition of tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). 1st Inter. *Symp. Trop. Root Crops, St. Augustine, Trinidad, Proc. St. Augustine, Univ. West Indies. v. 1(2):61-67.*
35. SPLITTSTOESSER, W.E. 1977. Protein quality and quantity of tropical roots and tubers. *HortScience* 12:294-298.
36. SZENT-IVANY, J. J. H. 1956. New insect pest and host plant records in the Territory of Papua and New Guinea. *Papua and New Guinea Agric. Jour.* 11(5): 82-87.
37. VENEZUELA, UNIVERSIDAD CENTRAL. INSTITUTO DE AGRONOMIA. 1969. Informe anual de investigaciones. Maracay. p. 44-45.
38. VOLIN, R.B.; ZETTLER, F.W. Cocoyam and taro production in Florida. *HortScience* 11:446.
39. _____; ZETTLER, F.W. 1976. Seed propagation of cocoyam, *Xanthosoma caracu* Koch and Bouche. *HortScience* 22-459-460.
40. WARID, W.A. 1970. Production and improvement of edible aroids in Africa. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings. v. 2:39-44.
41. WOLCOTT, G.N. 1955. Entomología económica puertorriqueña. Río Piedras, Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola. Bol. 125.

ÑAMES*

Dioscorea spp. - DIOSCOREACEAE

SINONIMIA Y NOMBRES VULGARES

Dioscorea alata (*D. atropurpurea*, *D. vulgaris*, *D. globosa*, *D. rubella*, *D. sativa*, *D. purpurea*, *D. espini*, *D. bicantaca*).

Ñame común, Ñame grande, Ñame asiático, Ñame de agua (Venezuela); Cabeza de negro, Tabena (Colombia y Panamá); Batatilla (Argentina); Iñame, Ñame, Ñangate (México); Ñame blanco, Tus (Costa Rica); Ñame chino (Cuba); Ñame de mina (Puerto Rico); Cará blanco, Cará cultivado, Cará de Angola, Inhame de India (Brasil); Ñapí (Suriname); Ignose (Antillas francesas); Ignose franche (Guayana francesa); Ignose blanche (Guadalupe); Ignose St. Martin (Martinica); Cambare rouge (La Reunión); Greater yam, Greater asiatic yam, Lisbom yam, Water yam, Winged yam (inglés); Dandaba (Senegal); Baba yassi (Africa Occidental); Sakourou (Dahomey-barida); Gbara-gué (Guinea-malinka); Khabi-gboueli (Guinea Soussou); Danda ba (Mali-bambara); Ubi (Filipinas); Uhi (Tahití); Ovy (Madagascar); Khoai mo, Cu cai-mo (Vietnam); Kodi-kalengu (Tamoul); Obbi, Oowi kelapa (Indonesia); Avase (Togo).

Dioscorea bulbifera (*D. tamifolia*, *D. tunga*, *Helmia bulbifera*).

Ñame congo, Ñame de mata, Ñame criollo (Venezuela); Ñame del aire (Colombia); Papa caribe, Papa del aire, Papa voladora (Costa Rica); Cará del aire, Cará de sapateiro, Cará de espincho, Cará de São Thomé, Inhame de São Thomé, Batata de rama (Brasil); Ignose pou-sse debout (Congo); Pousse en l'air (francés); Kadu-Karanga (India); Khadu (Birmania); Kattala, Uda ala (Ceylán); Khoinga (Cochinchina); Kodi-kelengu (tamoul); Dana, Danda (Guinea); Nbanioke (Togo-kabyé); Agbanio (Togotemou); Hoi (Tahití); Cambaré-marron (Mauricio); Ignose bois (Guayana francesa); Desmouen (Nueva Caledonia); Potato yam, Air potato (inglés); Ubi-Ubihan (Filipinas).

* En Mande (Africa), "nyam" significa comer.

Dioscorea cayenensis (*D. aculeata*, *D. berteriana*, *D. angustiflora*, *D. moma*, *D. occidentalis*, *D. rotundata*).

Ñame guineo (Venezuela y Puerto Rico); Ñame (Cuba); Mapuey morado (Puerto Rico); Ñame chomo (Panamá); Ñame negro (Costa Rica); Cará do Pará (Brasil); Igame guinée, Igame pays négre (francés); Yellow Guinea yam, Yellow yam, Twelve months yam (inglés); Yellow yam, Affou yam, Prickle yam (Trinidad); Fusaka (Mali-bambara); Ovihaso (Madagascar).

Dioscorea esculenta (*D. aculeata*, *D. fasciculata*, *D. spinosa*).

Ñame pequeño, Ñame asiático pequeño, Ñame azúcar, Ñame papa (América). Con frecuencia pero incorrectamente, conocido como Ñame chino. Este nombre es una desfiguración inglesa del Urdu "chini alu" = ñame azúcar.

Dioscorea trifida (*D. triloba*, *D. affinis*, *D. articulata*, *D. brasiliensis*, *D. goyazensis*, *D. palmata*, *D. quinquelobata*, *D. ruiziana*).

Mapuey* (Venezuela); Aje (Cuba); Ñame de la India (Costa Rica); Ñame yampi (América Central); Mapuey, Ñame morado, Ñame vino (Puerto Rico); Cará momoso, Cará doce (Brasil); Igame indienne (Guayana francesa); Yampee, Indian yam, Cush-cush (Antillas inglesas); Cousse-couche (Antillas francesas).

ORIGEN, HISTORIA Y GEOGRAFIA

El género *Dioscorea* es muy amplio; se encuentra representado con especies de importancia económica, en las regiones lluviosas de los trópicos; otras penetran en las regiones subtropicales y aún templadas.

Según Coursey (1967) este género tuvo una amplia dispersión mundial a fines del cretáceo; luego ocurrió una evolución con cursos posteriores diferentes en el viejo y nuevo mundo y se originaron distintos desarrollos en los dos hemisferios, secciones separadas del género, de las cuales ninguna está representada en ellos. La separación de las formas ancestrales asiáticas y africanas, opina este autor, ocurrió más tarde, en el mioceno.

Para Vavilov (1951) *D. alata* y *D. esculenta* se originaron en Burna y Assam. Chevalier (1946), señala para *D. cayenensis* su ori-

* Mapuey es voz chaima y cumana-gota (Venezuela) (en galibi-caribe de Cayena-mapi), que designa la batata; en el caribe "nápoi" es propiamente el mapuey.

gen en Africa, dado que aún hoy se le encuentra allí en estado silvestre.

D. trifida, mapuey, tiene su centro de origen en América Tropical (Antillas Menores y Venezuela).

Actualmente, la especie asiática *D. alata*, a través de diversos cultivares, ocupa la mayor superficie cultivada en los trópicos. Le siguen en importancia: *D. cayenensis*, *D. bulbifera*, *D. trifida* y *D. esculenta*.

El historiador Oviedo (1851) escribe: “ñame es una fructa extranjera e no natural de aquestas Indias, la qual se ha traydo a esta nuestra Isla Española e a otras partes destas Indias; e vino con esta mala casta de negros, e hace fecha muy bien”.

Respecto al ñame original de Sudamérica, *Dioscorea trifida*, Caulín (1779) dice: “al oriente del Río Unare, en Nueva Andalucía* hay mapueyes de color morado, y en esto se diferencian de los ñames africanos que son de color blanco”.

Da Silva (1971) cita a Hoehne, quien informa que la Comisión Rondón, a principios del Siglo XX, encontró tribus aisladas en el extremo noroeste del Matto Grosso, Brasil, cultivando Cará mimoso, Cará roxo, Cará bola y Cará rosado, con tubérculos “muy bonitos y voluminosos”.

BOTANICA

Morfología

Esta planta presenta tallo aéreo anual que puede o no llevar espinas. Hojas alternas u opuestas, largamente pecioladas. Tallos alados o de sección transversal ovalada. En algunas especies se forman tubérculos aéreos en las axilas de las hojas.

Flores pequeñas en racimos o panículas de 3 sépalos y 3 estambres. Muy escasa floración en casi todas las especies alimenticias cultivadas.

Rizomas que pueden ser solitarios o en grupo. Las yemas proximales del rizoma producen uno o más tallos aéreos. Las yemas laterales forman rizomas secundarios.

El peso de los rizomas va desde 50-100 gramos a 1 kg y en la especie *Dioscorea alata* alcanzan hasta 20 kg.

Taxonomía

El género es muy amplio y se ha dividido en secciones: las más

* Venezuela.

importantes son: *Enantiophyllum* (*D. alata*, *D. cayenensis*), *Combilium* (*D. esculenta*), *Osophyton* (*D. bulbifera*) y *Macrogynodium* (*D. trifida*).

Principales especies alimenticias tropicales

Dioscorea alata. Rizomas solitarios o agrupados de 2-4, redondos, cilíndricos, oblongos o de forma irregular, 0.40 a 1 m. Algunos rizomas pueden llegar a pesar 20-30 kg. Presencia de tubérculos aéreos. Tallos fuertemente alados, sin espinas, verdes o púrpuras. La torsión de los tallos es en sentido contrario al movimiento de los punteros del reloj. Hojas acorazonadas, simples, opuestas.

Originaria del Sudeste asiático. En la actualidad constituye la principal especie cultivada en los trópicos.

Dioscorea cayenensis. Rizoma solitario de 1-10 kg, es generalmente grueso y ramificado. Pulpa amarilla o blanca. Se almacena mal pues tiene corto reposo. Tallos cilíndricos, espinosos, que se arrollan a la derecha.

Hojas simples, enteras, opuestas o alternas, acorazonadas.

Especie muy cultivada en Africa Occidental y algo en América Tropical; sigue en importancia mundial a *D. alata*.

Dioscorea esculenta. Rizomas pequeños de 5-15 cm de largo; la planta produce varios en forma de racimo, ovoides y buenos al paladar.

Tallos cilíndricos, espinosos, que se arrollan a la izquierda.

Hojas simples, acorazonadas, generalmente más pequeñas que en otras especies comestibles.

Cultivada en el Sudeste de Asia y Africa.

Dioscorea bulbifera. Un solo rizoma por planta, blanco, globoso y un poco alargado, a veces amargo y no comestible. Tubérculos aéreos que suelen llegar a 1-2 kg y que se usan como alimento.

Tallos cilíndricos sin espinas. Hojas simples, enteras, grandes, alternas u opuestas.

Cultivada en el Sudeste de Asia, Africa y algo en las islas del Pacífico y en las Antillas.

Dioscorea trifida. Rizomas pequeños, no más de 15 cm de largo, redondos o cónicos. Pulpa blanca, amarilla o púrpura. Excelente calidad culinaria. Tallos cuadrangulares, alados, sin espinas. Torsión a la izquierda. Hojas palmadas, profundamente lobuladas, alternas, raramente opuestas.

Originaria y cultivada en América Tropical y algo en el Sudeste de Asia.

Clave para las especies alimenticias tropicales

Hojas enteras

Tallos alados *D. alata*

Tallos cilíndricos

Sin tubérculos aéreos

Se arrollan a la izquierda *D. esculenta*

Se arrollan a la derecha *D. cayenensis*

Con tubérculos aéreos *D. bulbifera*

Hojas divididas *D. trifida*.

Organos reservantes

El rizoma y las raíces principales del ñame brotan de una especie de cormo que aparece muy temprano en el ciclo de la planta; se encuentra localizado en la base del tallo. Algunos autores consideran al cormo como parte del rizoma, pero Onwueme (1979) considera que esto es erróneo, por estar localizado el cormo en el punto de conjunción del tallo, los rizomas y la raíz, a no ser que se dé una buena evidencia organográfica.

En todo caso, el ñame no posee tubérculos, ya que las yemas están localizadas en el extremo proximal, junto al punto de unión del cormo. En el tubérculo típico —la papa— las yemas están preferentemente localizadas en el extremo distal (apical). Como en el caso anotado para el cormo, y mientras no haya una evidencia organográfica adecuada, se designará como rizomas la estructura de reserva de carbohidratos y proteínas del ñame.

Fisiología

En Guadalupe, Degras (1979) estudia el crecimiento del ñame. Considera el caso de *D. trifida*, midiendo en un ciclo normal la curva de crecimiento de todos los órganos, número, tamaño, peso y sus relaciones.

Para esto se usó la variedad INRA 25, cultivada durante 10 meses en un suelo ferralítico fertilizado bajo fotoperíodo natural (13-11 horas), con 1933 mm de lluvia y bajo muestreo durante 39 semanas. Las plantas alcanzaron un valor IAF 9, con un peso fresco de 4.3 kg, lo que determinó un rendimiento de 3 kg. Se determinaron 5 fa-

ses de crecimiento: crecimiento de conjunto pre-tuberoso (13 semanas); comienzo de tuberización a floración o desaparición del tubérculo-semilla y su separación (5 semanas); floración a estructuración de los racimos de tubérculos (11 semanas); acumulación final de materia seca y translocación (5 semanas); maduración del tubérculo (8 semanas). Las diferencias de peso del tubérculo-semilla (70-180 g/planta) influencia los parámetros en varios sentidos; esto no siempre afecta en forma significativa el crecimiento total. El autor citado hace una comparación con la información publicada que lleva al modelo general de las conclusiones entre la planta-hija con el tubérculo-madre.

Otro interesante trabajo sobre fisiología de los ñames y sus implicaciones agrícolas fue realizado en Nigeria por Onwueme (1979), quien consideró especialmente: dormancia de los tubérculos, formación de los mismos y crecimiento, características de rendimiento y almacenamiento de los tubérculos.

CLIMA, SUELO Y FERTILIZANTES

Clima

Exigencias hídricas

Requiere una lluvia abundante para su máxima producción. Prain y Burkill (1936) indican para *D. alata* 1 500 mm de precipitación anual.

Waite (1961) observó una correlación positiva entre cantidad de lluvia, crecimiento de los tallos y rendimientos; además, indica que el período crítico para el mantenimiento de la humedad se da en los cinco primeros meses de desarrollo.

Martín (1976) señala para *D. alata* que se necesita una larga estación de lluvias para obtener un crecimiento vegetativo óptimo. Considera además que la plantación debe efectuarse al comienzo de la estación lluviosa, para que la estación seca corresponda con el período de días más cortos y de temperatura más bajas, convenientes al engrosamiento de los rizomas. En otro trabajo, Martín y Degras (1978) manifiestan que en Guadalupe es posible producir *D. trifida* todo el año mediante dos épocas de plantación o bien con riego suplementario. Barrett (1930) menciona que los ñames, si bien no toleran un mal drenaje, resisten las sequías mejor que cualquier otro cultivo de tuberosas, siempre que el suelo les permita un buen desarrollo en profundidad.

Temperatura

Para las especies comestibles tropicales la temperatura óptima de crecimiento está entre 25 y 30°C, la temperatura de 20°C se considera como mínima. Todas las especies mencionadas no soportan la helada.

Fotoperiodismo

Estudios de Allard (1946) indican, para las especies *D. batatas* y *D. alata*, que períodos de iluminación de 12.5 horas, aumentaron el largo de los tallos, mientras que menos de 12 horas de luz incrementaron la producción de bulbillos aéreos y rizomas reservantes.

Los suelos y su preparación

De acuerdo con Santos (1918) los suelos nuevos porosos, por la presencia de materia orgánica, se consideran mejores para ñames, no recomendando para ello suelos arcillosos.

Los mejores rendimientos se obtienen en suelos francos, orgánicos, profundos y fértiles, que estén bien drenados y bien manejados. Los suelos arenosos no son convenientes por no retener la humedad y permitir el lavado de nutrientes. Tolera un amplio rango de valores de pH, siendo lo óptimo entre 5 y 6. *D. cayenensis* soporta suelos más pobres que *D. alata*, la que generalmente requiere más ácidos.

Kang y Wilson (1979) estudian el efecto de la altura del montículo de tierra (aporque individual) y la aplicación de fertilizantes en ñames en tres tipos de suelos en Nigeria. La altura del montículo tiene un efecto más pronunciado en el rendimiento de rizomas que la fertilización, aún en suelos que estaban bajo cultivo en su segundo y tercer año, luego de una roza seguida a un barbecho con vegetación natural. El promedio de rendimiento en rizomas en las tres localidades estudiadas, sin aplicación de fertilizantes, fue de 7.83 t/ha en cultivo plano, comparado con 9.44 t/ha en montículos altos (30 cm). Con fertilizantes, los rendimientos fueron de 7.43 t/ha en cultivo plano contra 11.30 t/ha en montículo. De acuerdo con los autores citados, la reducción de rendimiento del cultivo en plano puede deberse en parte a factores relacionados con las condiciones físicas del suelo.

La plantación del ñame en montículos produjo rizomas comestibles más grandes y acertó la época de cosecha del cultivo. Gooding realizó en Barbados (1971, 1972) experimentos de fertilizantes en

ñames; determinó que NPK (22.4 kg N; 25 kg P₂O₅ y 57 kg K₂O) aumentan los rendimientos en un promedio de 1 135 kg sobre el testigo (promedio de 12 870 kg/ha). También se vio aumentado el rendimiento cuando la lluvia llegó a 1 000 mm y aumentó la densidad de plantas.

En Nigeria, Obigbesan, Agboola y Fayemi (1976) informan sobre el efecto de K en el rendimiento en rizomas y sobre los nutrientes del suelo absorbidos por el cultivo del ñame. Se aplicaron: 0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha de K₂O, obteniéndose los mejores rendimientos con 30 y 60 kg/ha de K₂O. La fertilización potásica aumenta el porcentaje de rizomas comerciales. Además fueron observadas diferencias en la proteína (5.3-8.3%) y contenido mineral. Los principales nutrientes extraídos del suelo por la cosecha de rizomas son N y K; variaron de 128-155 kg N; 16.9-19.4 kg P y 155-184 kg K por ha.

Fertilizantes

Cross (1968), en Trinidad, recomienda: 200 kg de sulfato de amonio, 200 kg de superfosfato triple y 125 kg de KCL por hectárea.

En Liberia, Girardot (1956) recomienda aplicar estiércol a razón de 15-25 t/ha.

Rouanet (1969) en trabajos con mapuey (*D. trifida*) en Guadalupe, obtuvo los resultados incluidos en los Cuadros 38 y 39.

Cuadro 38. Abonadura de mapuey (*D. trifida*) en suelos volcánicos en Basse-Terre (Guadalupe). Rendimiento t/ha.

Fórmula mineral	10 t/ha estiércol	Sin estiércol	Media
10: 10: 20 500 kg/ha	21.1	17.5	19.3
Sin fertilizante mineral	17.3	14.5	15.9
Rendimiento medio	19.2	16.0	

Fuente: Rouanet, 1969.

Cuadro 39. Abonadora de mapuey (sin estacas) en suelos volcánicos en Basse-Terre (Guadalupe). Rendimiento t/ha.

Fórmula mineral	15 t/ha estiércol	Sin estiércol	Media
10: 10: 10 700 kg/ha	21.2	20.0	20.6
Sin fertilizante mineral	16.5	15.3	15.9
Rendimiento medio	18.8	17.6	

Fuente: Rouanet, 1969.

Rouanet (1969) informa sobre diferencias significativas de rendimiento en rizomas tuberosos de mapuey entre los experimentos señalados en los Cuadros 38 y 39, cuando se compararon las parcelas con y sin fertilizante mineral; entre las parcelas con y sin estiércol no se manifestó esta diferencia.

En Nigeria, Irwing (1956) señala que los suelos tienen por general una baja capacidad de intercambio de bases y, cuando se ha perdido gran parte de la materia orgánica, la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes no tiene efecto. Debido a esta razón y dadas las fuertes lluvias, se recomienda aplicar el fertilizante en cobertura dos meses después de la plantación.

Rotación cultural

Por lo general, el ñame es un cultivo producido en pequeñas superficies por agricultores de escasos recursos y que carecen un plan de rotación adecuado.

Algunos tipos de rotación con ñames pueden ser: ñame-algodón-yuca; maíz-frijol-ñame-algodón-maíz-yuca.

Lo usual es que los agricultores planten el ñame asociado con maíz, con el propósito de abaratar los costos de la limpia y, al mismo tiempo, darle sostén a la planta. Esto no es recomendable por la competencia de luz a que se someterá al ñame. En Africa es común ver cultivos de ñames interplantados con melón, okra o maíz.

CULTIVO

Propagación

Como época de plantación se prefiere la inmediatamente anterior a la entrada de la estación lluviosa, pero si ésta es corta, es recomendable realizarlo anticipadamente.

El material de propagación más utilizado es la plantación de rizomas o secciones de ellos. Se prefiere como material los ñames pequeños llamados “ñames-semillas”. También puede propagarse por estacas herbáceas, pero por este método la producción es muy tardía, no apta comercialmente. En las especies en que es normal la producción de bulbillos aéreos (*D. bulbifera*), se propaga utilizando estos órganos. También se utiliza el cultivo de tejidos y semillas propiamente dichas.

Experiencias llevadas a cabo durante cuatro años en Campinas, por Camargo y Boock (1944), sobre el tamaño más adecuado del “rizomas-semilla”, utilizando “semillas” de 50-150 y 350 gramos, mostraron que los rendimientos superiores se obtuvieron por “rizomas-semillas” de 350 gramos.

Con una relación entre cantidad de “semilla” empleada y la cantidad de ñames cosechados, las “semillas” pequeñas demostraron ser más productivas que las grandes.

La reproducción por semillas verdaderas sólo es posible en *D. trifida* y *D. bulbifera*; las demás especies alimenticias tropicales no producen regularmente semillas. Este método de propagación es importante para fines de mejoramiento genético, pero no para la producción comercial de ñame.

La reproducción por estacas debe hacerse de plantas vigorosas de no más de tres meses de edad. Cada estaca debe tener por lo menos un nudo y se debe enraizar en agua u otra sustancia, antes de ponerse definitivamente en el campo. También pueden usarse como material de propagación tallos de no más de 6 semanas (Nwosu, 1975).

En Maracay (Venezuela), Mantilla y Vargas (1984) propagan ñame por el método de estacas herbáceas con hojas de un nudo, obteniendo a los 20 días buena brotación y enraizamiento. Los autores indican que es posible lograr entre 50 y 120 estacas de una hoja por planta adulta (8 meses).

La producción obtenida de las plantas de estaca es baja, pero este procedimiento es de utilidad cuando se requiere efectuar la propagación rápida de un material de valor genético. Los bulbillos aéreos se utilizan en la propagación de las especies *D. bulbifera*, *D. alata* y *D. cayenensis*. En estas últimas dos especies a veces es necesario provocar la formación de bulbillos por incisiones en la corteza del tallo.

El uso de bulbillos tiene la ventaja de la economía de rizomas; sin embargo, las plantas provenientes de bulbillos producen ñames más pequeños. En el caso de *D. bulbifera*, esto no siempre es problema, ya que por lo general se emplea esta especie para producción de bulbillos aéreos como alimento, más que para la producción de ñames. El cultivo de tejidos es de reciente introducción en la propagación de ñames y es utilizado por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical de Nigeria, IITA (1973).

Plantación

La plantación se hace en camellones o en montículos, a una profundidad de 15 cm o más, para evitar el encharcamiento y proveer a las plantas de un cubo de suelo apto para el fácil desarrollo de los rizomas.

Las distancias dependen del tipo de suelo, del tipo de labor (manual o mecanizada) y de la especie de que se trate. Para *D. alata* las distancias van de 0.80 a 1.50 m entre las hileras y 0.70 a 1 m sobre la hilera.

La plantación se hace normalmente a mano, pero si se hicieran surcos con tractor se podría distribuir la "semilla" en el campo y luego tajarla, pasándole una herramienta adecuada, tal como se hace con el cultivo de la papa.

El sistema de plantío más empleado es el manual, debido a que este cultivo está generalmente restringido a pequeños productores.

Brotación

Rouanet (1969), en Guadalupe, ha estudiado la precocidad de brotación de diversos ñames comestibles. Estableció el siguiente orden: *D. cayenensis*, *D. esculenta*, *D. trifida* y *D. alata*.

Estas especies presentan un período de latencia en los "rizomas-semillas" que generalmente alcanza hasta cuatro meses después de la cosecha (*D. alata*). Dicha latencia puede acortarse mediante el uso de sustancias tales como el carburo de calcio, el cual puede usarse poniendo las semillas en recipientes cerrados, pero que permitan el intercambio gaseoso, y distribuyendo entre las semillas bolsitas que contengan el producto químico. Barrios (1969), en Maracay, observó raíces reservantes de *D. alata*, recién cosechadas, que comenzaron a brotar a los 22 días cuando se trataron con carburo, mientras que otro lote almacenado en el suelo bajo sombra y tapado con paja tardó más de 90 días en iniciar la brotación. Ambos lotes estaban expuestos a la temperatura ambiente de 24.5°C.

En *D. alata*, según Martin (1976), la sección de "semilla" que corresponde a la corona tiene yemas y brota rápidamente; el extremo opuesto no brota bien y la sección media brota una vez que ha desarrollado yemas.

Aparte del carburo de calcio, la brotación puede acelerarse si se tratan las "semillas" a temperaturas de 40 a 60°C. por una hora. También es recomendable la solución de clorhidrato de etileno al 8% (2-cloroetano) que se aplica 4-6 semanas después de la cosecha; las "semillas" están en condiciones de plantación en 2-3 semanas.

Labores culturales

Estacado

Para facilitar un buen desarrollo del follaje se colocan soportes individuales en cada planta de ñame; otras veces, con este mismo propósito se intercala maíz. Las plantas de ñame trepan y forman una gran masa verde, necesaria para una eficiente fotosíntesis. Actualmente se está desarrollando, sobre todo en Trinidad (Haynes, s.f.) el alambrado de las plantaciones: se colocan dos postes resistentes de 3 m en los extremos del camellón, los que van anclados al suelo mediante vientos. Ambos postes se unen con dos hilos de alambre liso No. 10 ó 12. Se han de colocar estacas débiles en posiciones intermedias para mantener la tensión de los alambres. En otros lugares dejan que los ñames se extiendan en el suelo; pero con esta práctica se obtienen rendimientos bajos, si bien es cierto que se evita el gasto de estacado y alambrado.

Herbidas

Renaut y Merliet (1973) en Costa de Marfil, estiman que la mecanización del cultivo del ñame impone un solo método de lucha contra las malezas: los herbicidas.

Son utilizados los siguientes productos: alaclor, alaclor y diurón, ametrina, ametrina y 2,4D, aminotriazol y diurón, clorobromurón, CP44 939, cianazina diurón, glifosate, lenacil, linurón, linurón y monolinurón, linurón y terbacil, metabenztiaturón-metobromurón-metribuzín, monolinurón y paraquat, nitalina y terbutrina.

Los tratamientos deben efectuarse sobre la totalidad de la superficie del terreno y como preemergente.

Diurón en dosis de 3-3.5 kg/ha, asociado a 0.75-1 kg/ha de 2, 4, 5 TP (dominancia de dicotiledóneas) o asociado con 0.5 kg/ha de paraquat (dominancia de gramíneas), ha dado los mejores resultados, a pesar que la duración de la eficacia ha sido insuficiente. Otro

producto que parece promisorio es el metribuzín.

Kasasian y Seeyave (1969) reportan resultados obtenidos en Trinidad y Jamaica en control de malezas en *D. alata*. En Trinidad se hizo al cultivo un tratamiento de preemergencia con 3.5 kg/ha de diurón + 5.75 kg/ha de TCA, y a esto se siguió dos meses después con la primera desmalezadura manual (con azadón). La desmalezadura en adelante se efectuó cada mes, cada dos meses o cada tres meses. Los tres testigos fueron: 1) herbicida y desmalezado o mano; 2) herbicida pero no desmalezado; o bien 3) ni herbicida, ni desmalezado (Cuadro 40).

En Jamaica no se hizo tratamiento preliminar con herbicidas. El Cuadro 41 muestra los tratamientos y resultados.

Cuadro 40. Rendimiento en rizomas de ñame (*D. alata*) 6.5 meses después de la plantación.

Tratamiento	Rendimiento %
Herbicida y desmalezado	100.0
Herbicida y no desmalezado	79.7
Sin herbicida, sin desmalezar	37.0
Herbicida y desmalezado cada mes	105.6
Herbicida y desmalezado cada dos meses	81.4
Herbicida y desmalezado cada tres meses	72.6
D.M.S. 5%	22.7
Coefficiente de variación	23.7%

Fuente: Kasasian, 1969.

Cuadro 41. Rendimiento en rizomas de ñame (*D. alata*) ocho meses después de la plantación.

Tratamiento	Rendimiento %
Desmalezado (con azadón) cada mes	100.0
Desmalezado (con azadón) cada dos meses	63.4
Desmalezado (con azadón) cada tres meses	34.6
Desmalezado después de 6 y 12 semanas, luego cada tres meses.	97.8
Sin desmalezar	25.8
D.M.S. 5%	69.0
Coefficiente de variación	58.8

Fuente: Kasasian, 1969.

Se señala que en los dos experimentos la falta de desmalezamiento produjo reducciones de rendimiento de aproximadamente 70%. Cuando una aplicación de herbicida de preemergencia mantuvo las malezas bajo control por 8 semanas, la desmalezadora cada dos meses rindió 81%. En desmalezadura cada tres meses 73%; donde no se aplicó tratamiento de preemergencia (Jamaica) la desmalezadura bimestral rindió sólo 63% respecto a las desmalezadas mensualmente (100%); las desmalezadas cada tres meses 35%.

En general se puede destacar que un tratamiento de preemergencia es bastante efectivo y que luego es poco lo que hay que desmalezar.

Capado

Cuando la yema terminal de la planta de ñame deja de crecer y las hojas se ponen marrones, los agricultores hacen el “capado” del ñame (Uzcátegui, 1941). Esta operación consiste en cavar con cuidado en el costado de la planta y extraer el rizoma principal, el cual se envía al mercado para su venta. La planta se vuelve a aporcar para permitir a los ñames laterales alcanzar un tamaño comercial en uno o dos meses más de crecimiento. Esta operación se hace a los 10-12 meses.

Mecanización

Jeffers (1976) indica que se debe cumplir con ciertos requisitos para efectuar la mecanización del cultivo de ñame. Ellos son los siguientes: cultivo solo, no asociado; buena preparación del suelo y plantación de los tubérculos en hileras para poder usar la cosechadora. Se ha ensayado la plantación en camellones separados a 1.68 m. La máquina plantadora es sencilla; consiste en una barra doble con tres puntos de suspensión, a la cual van adheridos discos para abrir surquillos, cajones para las “semillas” y un asiento para el operador.

A través de un tubo de 15 cm de diámetro se depositan las “semillas” en el surquillo de plantación, que tiene 15 cm bajo la cresta del camellón. Se tapa la plantación con el paso posterior de una surcadora de discos liviana. Esta máquina planta 1-2 ha al día; requiere un tractorista y un plantador.

Cosecha

En *D. alata* la cosecha es una operación que se efectúa por lo general a los 12 meses; tradicionalmente se hace en forma manual. En *D. cayenensis* y *D. trifida* se hace una sola recolección a los 10-11 meses.

Se ensayó una arrancadora para cosechar los ñames, tanto los plantados a máquina a distancias de 1.68 m como otros plantados a mano a 0.84 m; se obtuvo en los primeros un rendimiento de 23.8 t/ha y en los otros 30.1 t/ha. También se observó el daño a la cosecha cuando se utilizó la arrancadora o cuando se hizo con instrumentos manuales.

Cuadro 42. Comparación de los métodos de cosecha en el daño a los ñames.

Método de cosecha	Distancia entre camellones (cm)	% daño
Manual	168	50
Arrancadora	168	19
Manual	84	33
Arrancadora	84	24

Se observó que el rendimiento de los ñames aumenta cuando la altura de los camellones decrece. En los camellones más grandes los rizomas eran mayores y de forma irregular; en los camellones más bajos, los rizomas eran menores y de forma más regular.

Hay una economía notable en la faena de cosecha mecanizada.



Fig. 9. Ñame mapuey (*Dioscorea trifida*), única especie de ñame comestible originario de América Tropical.

Rendimientos

Rouanet (1969) puntualiza que es necesario distinguir dos tipos de ñames:

Los dedicados al consumo humano, en los cuales no sólo hay que estudiar los componentes del rendimiento, sino también las diferencias que puedan existir entre clones y los factores susceptibles de ser modificados en ellos en cuanto a: apariencia exterior del rizoma (forma, corcho, ausencia de raicillas); calidad culinaria (textura, fibra, presencia de sabor amargo); calidad de almacenamiento y transporte.

Los ñames para la industria y alimentación de ganado. En éstos hay que considerar en primer lugar el rendimiento en materia seca total, la facilidad de cultivo y cosecha, conservación, ausencia de toxicidad y las condiciones de aptencia.

Rouanet (1969) da también algunos ejemplos de rendimientos obtenidos en Guadalupe con diversas especies:

<i>Dioscorea alata</i> (Pacala)	15–20	t/ha
<i>Dioscorea trifida</i> (White Cush-Cush)	15–20	t/ha
<i>Dioscorea esculenta</i> (Sweet Cush-Cush)	25–30	t/ha
<i>Dioscorea alata</i> (En bas bon)	30–40	t/ha

Coursey y Martín (1970) indican los siguientes rendimientos para ñames:

Especies	País	Rendimiento t/ha
<i>D. alata</i>	Malaya	42.5
<i>D. alata</i>	Trinidad	46.8
<i>D. alata</i>	St. Vincent	58.2
<i>D. alata</i>	Fiji	25.4
<i>D. esculenta</i>	Malaya	24.6
<i>D. esculenta</i>	Trinidad	32.2
<i>D. esculenta</i>	Irian Oeste	70.0
<i>D. cayenensis</i>	Ghana	20.8
<i>D. cayenensis</i>	Nigeria	16.2
<i>D. cayenensis</i>	Trinidad	31.5

GENETICA Y MEJORAMIENTO

El número básico de cromosomas de las Dioscoreaceas es $x = 9$ ó 10 . Darlington y Wylie (1955) señalan a *D. alata* con 40 cromosomas.

Martin y Ortiz (1963) observan que los contajes efectuados se han basado en células madres del grano de polen o en observaciones del extremo de raicillas, todos múltiplos de 10.

Para las especies de Africa, *D. cayenensis* y *D. rotundata*, Miège (1954) indica 36 y 54 cromosomas, correspondientes a tipos tetraploides y hexaploides.

Para *D. esculenta* se han efectuado pocos contajes cromosómicos; Martin (1974a) señala el número de 40 para esta especie, que sería un tetraploide; menciona además a Raghavan, quien ha hecho contajes de 90 y 100 cromosomas.

En *D. bulbifera*, las variedades asiáticas tienen números de cromosomas múltiplos de 20 (40, 60, 80 y 100); y las variedades africanas tienen contenido cromosomal de 36, 40, 54 y 60, basados en múltiplos de 9 y 10.

Martin (1974b) supone que en una muy temprana evolución de la especie, se perdió un cromosoma del progenitor de las variedades de 36 y 54 cromosomas.

Martin y Degras (1978) indican para *D. trifida* $2x = 18$ (diploides); $4x = 36$ (tetraploides) y $6x = 54$ (hexaploides).

Mejoramiento

Los cultivares actuales dentro de las principales especies alimenticias, en especial de *D. alata*, *D. cayenensis*, *D. trifida*, *D. esculenta* y *D. bulbifera*, han sido logrados por selección clonal efectuada a través de cientos de años, desde su domesticación. Al compararse los tipos silvestres y semisilvestres con los cultivares actuales, se puede apreciar que, pese a que no hubo intervención de mejoramiento sexual controlado, es posible notar cierto avance.

Se ha superado también esta falta de mejoramiento genético, con métodos de cultivo y fertilización adecuados, en cultivares seleccionados con capacidad para aprovechar estas características.

Este mejoramiento, sin embargo, ha sido muy lento, y hubo en general un decrecimiento en la producción de los ñames. Por lo anterior, se ha considerado valioso el estudio hasta donde es posible en estas especies, del mejoramiento genético.

Las únicas dos especies que florecen y producen semillas viables son *D. bulbifera* y *D. trifida*.

Sadik y Okereke (1975) han logrado con semillas ocasionales producidas por *D. rotundata* obtener buena germinación y, de esta

manera, un gran número de plantas.

Con *D. trifida* se ha avanzado en investigación básica de genética en Guadalupe, llevada a cabo por Degras, Arnolin y Poitout (1973).

Luciani (1984) señala que el mejoramiento genético por vía sexual comprende no sólo *Dioscorea rotundata* y *Dioscorea trifida*, sino también las especies *Dioscorea dumetorum* y *Dioscorea alata*.

Los investigadores del I.I.T.A., Nigeria, observan que se presenta una amplia diversidad genética en las plantas obtenidas de origen sexual en *Dioscorea*, como:

Altura y vigor de plantas, apareciendo hasta un 4% de plantas bajas que no requieren estacado para su cultivo.

Variabilidad vegetativa, que se manifiesta en color, tamaño y forma de hojas, tallos y rizomas.

Variabilidad reproductiva, representada por período de florescencia, tipos de flores, tamaño y forma de frutos y semillas.

Resistencia a enfermedades.

Coursey y Martin (1970) manifiestan que el mejoramiento de los ñames ofrecen grandes posibilidades ya que este trabajo —que recién se inicia— debe basarse en: selección de los mejores cultivares existentes; mejoramiento genético y extensión de los resultados de las investigaciones.

De acuerdo con estos autores, en el mejoramiento y la selección se debe dar importancia a los siguientes puntos:

Tamaño y forma de los rizomas para permitir una cosecha mecanizada.

Buenas características para procesamiento industrial.

Máxima respuesta a los fertilizantes.

Buen valor nutritivo, no sólo en lo referente a contenido en proteínas, sino a calidad de esta proteína.

Buenas condiciones de almacenamiento y baja actividad metabólica durante la conservación.

Amplia adaptación a condiciones climáticas.

ENFERMEDADES

Waitt (1963) señala que hay diferentes enfermedades que causan pústulas en las hojas; esto debido especialmente al efecto de hongos de los géneros: *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Gloesporium* y *Phyllosticta*.

Vegas (1984) estudia en Venezuela la antracnosis del ñame, enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides* o *Glomerella cingulata*, citada también en muchos países tropicales.

En las especies *Dioscorea alta*, *Dioscorea cayenensis* y *Dioscorea floribunda*, la enfermedad es generalizada en Venezuela y aparece en el campo desde que las plantas de ñame empiezan a brotar y persiste en el cultivo hasta el final de su ciclo, ocasionando quemazón, pérdida del follaje y, consecuentemente, una baja en el rendimiento de rizomas.

Miège (1954) y Ogundana (1972) señalan a *Bothryodiplodia theobromae* como causante de pudrición de rizomas. Además los hongos *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* se señalan en Japón como causantes de este fenómeno.

Waitt (1963) y Terry (1976) reconocen virosis para Africa y Adsuar (1955) la identifica para Puerto Rico.

PLAGAS

En Puerto Rico es frecuente el ataque del gusano blanco de la caña, *Lachnosterma* spp. y de *Diaprepes abbreviatus* a los rizomas de ñame. Estos nematodos se controlan por medio de una cosecha temprana o bien por aplicación de insecticidas al suelo.

Enyi (1970) cita a las larvas de *Heteroligus meles* como principal causa de horadación de los rizomas de ñame en Africa.

Para Evans (1952) los insectos más importantes que dañan a los ñames son: *Heteroligus* spp. en Africa Occidental y *Aspidiella hartii* en las Antillas menores.

Montaldo (1967) en una revisión de las plagas del ñame cita a las siguientes:

Coleoptera-Curculionidae: *Calandra oryzae*, *Diaprepes abbreviatus*, *Palaeopus costicollis* y *Pachnaeus marmoratus*, todas en las Antillas.

Coleoptera-Chrysomelidae: *Hermaeophaga cylindrica*, *Homo-phoeta aequinoctialis* y *Nodorota wolcottii*; Antillas.

Coleoptera-Scarabeidae: *Heteroligus meles*; Africa.

Coleoptera-Ipidae: *Xyleborus confusus*; Antillas y Sudamérica.

Lepidoptera-Tineidae: *Setomorpha insectella*; Antillas.

Homoptera-Coccidae: *Aspidiella hartii* y *Pseudococcus citri*,

en las Antillas; *Aspidiotus destructor*, Pantropical.

Homoptera-Diaspididae: *Pinnaspis strachari*, Hawaii.

Homoptera-Membracidae: *Ceresa vitulus*; Venezuela.

Hemiptera-Coreidae: *Chariesterus gracilocornis*; Antillas.

Hemiptera-Miridae: *Collaria oleosa*; Antillas.

Hymenoptera-Formicidae: *Atta sexdens*; Suriname.

Isoptera-Rhinotermitidae: *Copoptermes formosanus*; Hong Kong.

Tratamientos con insecticidas

En general no se utiliza tratamiento con insecticidas contra plagas causadas por insectos en los ñames. Son interesantes los resultados obtenidos en Nigeria por Ajibola Taylor (1969), quien determinó en la cosecha residuos de los insecticidas aldrin y dieldrin aplicados a los trozos de ñames-semillas en la plantación. Se encontró que este contenido era bajo en la pulpa hasta cerca del límite de tolerancia para consumo humano. Por el contrario en la cáscara el contenido en dieldrín excedió la tolerancia legal.

Nematodos

Bridge (1972) manifiesta que en Nigeria se han encontrado 34 especies de nematodos parasíticos asociados con ñame. *Scutellonema bradys* se tipifica como uno de los nematodos más importantes que ataca el ñame causando una pudrición seca. Se recomienda para su control la rotación de cultivos, uso de "semilla" sana y tratamientos químicos del suelo; si bien algunos de estos tratamientos resultan efectivos, por lo general son antieconómicos.

Este nematodo ha sido mencionado por Lordello (1959) para Pernambuco (Brasil); por Decker, Casamayor y Bosch (1967) en la provincia de Oriente (Cuba) y por Bridge (1973) en Nigeria. Otras especies parasíticas del ñame son: *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchus reniformis*.

ALMACENAMIENTO

En ciertas especies el almacenamiento de los ñames produce una considerable pérdida de peso. En algunas regiones se acostumbra cortar los rizomas de ñames en rebanadas, para luego secarlas al sol.

Entre las formas tradicionales de almacenamiento del ñame se encuentran: aperchados en estacas verticales en un almacén a la temperatura ambiente (25-30°C); en montones a la sombra, o colocados en una sola capa a la sombra.

Al almacenar ñames se debe tomar la precaución de eliminar todos los rizomas enfermos o dañados por los instrumentos de cosecha.

El Cuadro 43 muestra los resultados de un ensayo de almacenamiento realizado por Gooding en Trinidad (1960) en ocho cultivares de ñames; siete corresponden a la especie *D. alata* y uno a *D. esculenta*.

Cuadro 43. Almacenamiento de ñames durante ocho meses en condiciones naturales de ambiente. Gooding (1960)

Especie o cultivar	% pérdida de peso
<i>D. alata</i> :	
Hunte	9.7
Lisboa cuello de botella	7.3
Ginger	7.5
Lisboa coco	11.3
Lisboa blanco	7.7
Oriental	21.7
Moonshine	23.2
<i>D. esculenta</i> :	
Chino	24.6
Media	14.1

E.S. por parcela \pm 2.795 ó 19.8% (21 G.L.).

Fuente: Gooding, 1960.

El autor citado deja constancia de que todos los rizomas utilizados en ese experimento fueron seleccionados para ausencia de daño y no hubo durante el almacenamiento ataque de hongos o parásitos.

Coursey (1967) indica que la exposición de los rizomas de ñames en la cosecha al sol produce temperaturas internas de 45-50°C, lo que da origen a lesiones similares al "corazón negro" de la papa. Las temperaturas bajas provocan descenso en la respiración y producen a 5°C el "daño de enfriamiento", como en la batata.

Mozie (1968) utiliza con éxito 100 mg/l de solución de ácido indolacético para evitar la pudrición suave en ñames almacenados por un período de 14 semanas.

Otra forma de preservación de los ñames es el "curado" a 30°C, con una humedad relativa, de 90% por cuatro días. Con ésto se logra reducir las pérdidas por infecciones microbianas (González y Colla-

zo, 1972) y se pueden guardar los ñames hasta 4 meses a 16°C. y con 70% de humedad relativa.

Las pérdidas en mapuey (*D. trifida*) almacenado son altas y llegan hasta 30% en un período de dos meses. Ricci y Arnolín (1973) determinan que el principal causante de contaminación en Guadalupe de *D. trifida* es el hongo *Penicillium* sp., el cual penetra a través de las heridas a la cosecha. Se obtiene una buena conservación sometiendo los ñames, al día siguiente de la cosecha, a una inmersión en suspensión de tiabendazole (250 ppm ingrediente activo) por 10 minutos.

ANÁLISIS Y COMPOSICIÓN

Cuadro 44. Análisis proximal de rizomas de ñames (*D. alata* y *D. trifida*) (Uso animal).

Composición		<i>Dioscorea alata</i>		<i>Dioscorea trifida</i>	
		Como alimento	Seco	Como alimento	Seco
Materia seca	%	23.9	100.0	28.0	100.0
Materia orgánica	%	22.9	95.7	27.0	96.4
Cenizas	%	1.0	4.3	1.0	3.6
Fibra	%	0.8	3.5	0.3	1.1
Grasa	%	0.1	0.5	0.3	1.1
ELN	%	20.0	83.8	24.1	86.1
Proteína	%	1.9	8.0	2.3	8.2
dig. bov.	%	0.8	3.4	1.0	3.6
dig. capr.	%	1.1	4.6	1.3	4.8
dig. equin.	%	1.1	4.6	1.3	4.8
dig. ovinos	%	1.1	4.6	1.3	4.8
Energía					
ED bov.	Mcal/kg	0.8	3.33		
ED ovin.	Mcal/kg	0.9	3.75		
ED porc.	Kcal/kg	914	3 825	1 069	3 819
EM bov.	Mcal/kg	0.65	2.73		
EM ovin.	Mcal/kg	0.74	3.00		
EM porc.	Kcal/kg	863	3 610	1 009	3 603
NDT bov.	%	18.1	75.5		
NDT ovin.	%	20.3	85.1		
NDT porc.	%	20.7	86.8	24.3	86.6
Ca	%	0.10	0.40	0.02	0.07
P	%	0.05	0.23	0.04	0.14
Fe	%			0.05	0.18

Fuente: Latin American Tables, Florida, 1974.

Cuadro 45. Análisis proximal de rizomas del ñame (como porcentaje de materia seca).

Especie	m.s.	Prot. cruda	Fibra cruda	Extracto etéreo	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno	Energía bruta Mcal/kg	Referencias
<i>D. alata</i>	24.0	14.2	3.8	0.4	5.8	75.8	3.67	Devendra (1979)
<i>D. esculenta</i>	29.0	7.9	2.4	0.3	3.8	85.6	3.76	Devendra (1979)
<i>D. cayenensis</i>	16.6	6.1	2.4	0.4	3.2	87.8	—	Oyenuga (1959)
<i>D. bulbifera</i>	37.4	1.1	0.7	0.04	1.08	—	—	Winton y Winton (1935)
<i>D. trifida</i>	—	2.5	—	0.44	—	—	—	Bois (1927)

Fuente: Latin American Tables, Florida, 1974.

El Cuadro 46 muestra que los ñames son: altos en contenido de leucina y fenilalanina; medios en lisina, treonina y valina; regulares en isoleucina y tirosina, y bajos en metionina, triptófano y cistina.

Cuadro 46. Aminoácidos esenciales en cultivares de diferentes especies de ñames (gramos de aminoácido por 100 gramos de proteína).

Aminoácido	FAO	<i>D. alata</i> "Sweet"	<i>D. rotun-</i> <i>data</i> "Negro"	<i>D. escu-</i> <i>lenta</i> "Spin- <i>dle</i> "	<i>D. trifi-</i> <i>da</i> "Largo"	<i>D. bulbi-</i> <i>fera</i> "Hawai- <i>ian</i> "poison"
	referencia proteína					
Leucina	4.8	7.5	7.6	8.6	8.6	10.0
Lisina	4.2	5.2	5.4	4.0	4.6	4.3
Metionina	2.2	1.9	1.5	1.6	1.3	0.8
Cistina	2.0	0.5	1.8	0.5	1.6	2.2
Fenilalanina	2.8	5.8	6.1	5.9	5.2	6.2
Treonina	2.8	4.2	3.9	3.9	5.0	5.0
Tirosina	2.8	3.2	2.8	3.0	3.1	2.4
Valina	4.2	4.2	4.6	5.3	5.1	6.3
Isoleucina	4.2	3.7	4.2	4.3	3.9	4.8
Triptófano	1.4	0.6	0.3	1.1	0.2	0.2

Fuente: Martin y Degras, 1978.

Cuadro 47. Propiedad de algunos almidones de ñames tropicales.

Especies	Tamaño de los gránulos M_m	Temperatura de gelatinización (°C)
<i>D. alata</i>	5-50	69.0-78.5
<i>D. cayenensis</i>	3-25	71.0-78.0
<i>D. bulbifera</i>	5-45	72.0-80.0
<i>D. esculenta</i>	1-15	69.5-80.5
<i>B. trifida</i>	10-65	-

Fuente: Coursey, 1967.

Los gránulos más pequeños son los de *D. esculenta*, los de *D. cayenensis* y *D. bulbifera*. Los gránulos mayores son los de *D. trifida* y *D. alata*.

Rasper (1969) estudia las propiedades de los almidones producidos por las principales Dioscoreas comestibles que se producen en Africa Occidental, especialmente en Ghana, y obtiene las siguientes

conclusiones:

Se ha encontrado mucha variación entre las diferentes *Dioscorea* spp. *D. cayenensis* y *D. alata* forman gels de considerable firmeza, pero la viscosidad de almidón de la primera especie es mucho más alta. El almidón de *D. esculenta* produce gels con baja consistencia.

Los viscogramas de todos los almidones de *Dioscorea*, a determinada concentración, presentaron un mismo carácter. A este respecto, los almidones de *Dioscorea* se parecen a los de trigo y arroz y difieren de los de yuca y papa.

Otra característica de los almidones de ñames es que presentan altos porcentajes en amilosa al ser comparados con otros almidones, a excepción del producido por la especie *D. esculenta*.

Ferguson, Haynes y Spence (1980) examinaron la distribución de la materia seca, energía, N, P, K, Mg y proteína cruda en la pulpa y en la cáscara de dos cultivares de ñames (*D. alata*): Lisboa Blanco y Oriental. Se observaron gradientes fisiológicos positivos en concentración de nutrientes. La concentración de materia seca, energía, N, P, Ca, Mg y proteína cruda decreció, del extremo proximal (cabeza) al extremo distal (cola) de los rizomas; con K ocurrió lo contrario. Las concentraciones de K y Ca fueron mayores, en tanto que las de materia seca y N menores en la cáscara que en la pulpa. En los bulbillos, la pulpa y la cáscara era más alta en N y P, y más baja en Ca que en la pulpa y cáscara de los rizomas enteros de tamaño similar.

Lo anterior indica que para la preparación de harina de ñames utilizada en alimentación animal, conviene el empleo de rizomas enteros, es decir sin pelar.

UTILIZACION

Alimentación humana

Hasta ahora el uso principal del ñame ha sido como hortaliza cocida para la alimentación humana en los trópicos.

En Africa se ha dado preferencia al ñame en lugar de la yuca, el taro, el ocumo y los plátanos, en la preparación del “fufu”, alimento tradicional de esas poblaciones.

El “fufu” consiste en una masa elástica, preparada con ñame cocido, molido y amasado en un mortero de madera. Con esta masa se forman tortas que sirven como principal plato de la dieta.

Esta costumbre es muy común en los países de la “zona del ñame” (Costa de Marfil, Ghana, Togo, Dahomey y Nigeria), lo mismo que la preparación de harina de ñame.

También se está empleando el ñame en la confección de esca-

mas para purés, hojuelas y barras para papas fritas. Esto ha llevado al desarrollo de métodos de pelado de los rizomas, empleándose sistemas parecidos al utilizado en papa o frutas.

Rodríguez y González (1972) prepararon escamas de ñame con rizomas pelados con soda cáustica y cocidos al vapor por 5, 10, 15 y 20 minutos. Se determinó que mientras más largo fue el período de cocción, mayor fue el grado de destrucción del tejido celular. El grado de pegajosidad aumentó con tal incremento en almidón libre de las muestras de ñame molido que se prepararon con escamas reconstituidas. Todas las muestras tuvieron aceptabilidad.

Martin y Ruberté (1972) probaron 25 variedades, correspondientes a las especies: *D. alata*, *D. rotundata*, *D. bulbifera* y *D. trifida*, para preparar hojuelas y ñames "fritos a la francesa"; para ello pelaron, rebanaron y cocieron los rizomas en aceite de maíz a 208°C. Las hojuelas tuvieron dos evaluaciones; una momentos después de preparadas y otra después de una semana de almacenamiento. Se midió la dureza, grado de tostado, sabor y apariencia. Las hojuelas de calidad aceptable correspondieron a *D. alata*, variedad Forastero. La calidad de los ñames fritos calientes se relacionó estrechamente con la calidad de las hojuelas fritas.

Alimentación animal

Martin y Gallo (1973) estudiaron la digestibilidad y la energía metabolizante del ñame en cerdos.

La digestibilidad aparente del ñame fue 68.89%, los NDT 66.47%; la energía bruta 4.1 Mcal/kg; la energía digestible 2.5 Mcal/kg equivalente al 61.07% de la energía y la energía metabolizable 2.4 Mcal/kg.

En Puerto Rico, Campero, Randel y Martin (1978) estudiaron el efecto de la sustitución parcial del maíz por harina de ñame (*D. alata* y *D. esculenta*) en raciones isonitrogenadas e isocalóricas (16% P.E. y 3.0 Mcal EM/kg) sobre porcentaje de postura (P), consumo (g) de M.S./día (C), ganancia diaria (G), peso medio por huevo (H) y eficiencia de conversión de M.S. a huevo (E). Fue estudiado en 20 cuadros latinos de 3 x 3, balanceados para secuencia de tratamientos, con 60 gallinas Liorna Blanca. Las raciones contenían cal, sal, premezcla mineral vitamínica, melaza, grasa animal, harina de pescado y maíz. Este último fue reemplazado por 0, 17.5 y 35% de *D. alata* o *D. esculenta*.

Para P, G y H los niveles de *D. alata* no tuvieron efectos significativos, pero sí para C y E, donde Da-35% fue menos favorable ($P < 0.01$). El nivel máximo de *D. esculenta* fue inferior ($P < 0.01$) al testigo para todos los criterios menos E, mostrando también el nivel

intermedio de la misma tendencia. Al comparar las especies, fueron mayores P y C ($P < 0.01$) en las raciones de *D. alata* (82 contra 65, y 105 contra 91), pero no existieron diferencias significativas en los otros parámetros. Se concluye que la harina de *D. alata* es satisfactoria como fuente energética hasta niveles de 17.5% de la ración, mientras que *D. esculenta* presenta indicios de toxicidad y no es recomendable.

De lo anterior se desprende la amplia utilización que se puede obtener de los ñames.

Medicina y farmacología

Se ha encontrado que muchas especies de ñames silvestres contienen sustancias denominadas sapogeninas, cuya estructura química tiene la misma constitución que los corticosteroides (cortisona, hormonas sexuales, anticonceptivos) (Bartlett, 1910; Chakravarti, Chakravarti y Barúa, 1953; Fujii y Marsukawa, 1936; Martin y Gaskins, 1968).

De muchas especies de *Dioscorea* se han aislado tres clases diferentes de sapogeninas: la diosgenina, la botogenina y la criptogenina; todas éstas poseen estructuras muy semejantes a las de muchos compuestos hormonales de los animales, pero la más utilizada para la síntesis parcial de dichos productos es la diosgenina.

Algunas especies de *Dioscorea* y su contenido de sapogeninas con base en peso seco de los rizomas, de acuerdo con Coursey (1967), es:

Especie	(Sapogeninas) %Diosgenina (base seca)	
<i>Dioscorea balcanica</i>	1.5	2.0
<i>Dioscorea belizensis</i>	—	—
<i>Dioscorea composita</i>	0	13.0
<i>Dioscorea deltoidea</i>	2.3	3.7
<i>Dioscorea floribunda</i>	0.2	4.0
<i>Dioscorea friedrichsthalii</i>	—	—
<i>Dioscorea glauca</i>	0.2	2.5
<i>Dioscorea hondurensis</i>	—	—
<i>Dioscorea mexicana</i>	0.3	0.8
<i>Dioscorea prazeri</i>	2.1	—
<i>Dioscorea spiculiflora</i>	0.7	1.5
<i>Dioscorea sylvatica</i>	2.0	3.4
<i>Dioscorea villosa</i>	0.5	1.2

Con relación al aspecto de productividad, Martin y Gaskins (1968), en Puerto Rico, indican rendimiento para *D. floribunda* de 4 530 kg/ha de materia seca para plantas de 2 años, con 4% de diosgenina.

En plantas de 4 años de la misma especie acusan 10 487 kg/ha de materia seca con 7.9% de diosgenina. En *D. composita* de dos años de edad, los mismos autores obtuvieron hasta 4 275 kg/ha de materia seca con 3.8% de diosgenina, y en plantas de 4 años, los rendimientos fueron de 16 315 kg/ha de materia seca con 4.7% de diosgenina.*

ASPECTOS ECONOMICOS

La comercialización del ñame es local; por lo tanto las estadísticas resultan bastante irregulares y dispersas.

La producción de este cultivo fue incluida, hasta el año 1975, en las estadísticas mundiales de FAO, junto con la batata.

Enyi (1970) estudia los ñames en Africa, en especial en Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Togo y Dahomey, y observa que los ñames y la yuca contribuyen con el 80% de las calorías a la alimentación humana, correspondiendo el 50% a los ñames.

La importancia de los ñames en la economía de Africa Occidental (Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Togo y Dahomey) es obvia; esto se debe, probablemente, al hecho de que los ñames dan mejores rendimientos que los cereales bajo las condiciones de alta pluviosidad de estas áreas. El alto costo de producción de los ñames está provocando una disminución en el área cultivada.

Por otra parte, como cada vez más gente se moviliza desde el campo a la ciudad en busca de mejores condiciones de vida, no alcanzan los brazos en el campo para atender la gran cantidad de labor que necesita este cultivo.

El aumento de la población que consume yuca, arroz, pan y papa en Africa también está provocando una reducción en el consumo de ñame; a pesar de que en el futuro el consumo de ñame tendería a reducirse, existirá siempre demanda, debido a los hábitos alimenticios de la mayor parte de los africanos, que consideran a los ñames un alimento prestigioso.

Entre los países africanos, el principal es Nigeria con 73% de la producción mundial de ñames. En América, el ñame es sólo importante en Brasil, Colombia, Haití y Venezuela; su superficie de cultivo es reducida en Jamaica, República Dominicana, Panamá, Barbados,

* No existe una industria de almidón de ñames. Debido a su viscosidad y al alto costo de producción, considera Coursey (1967) que no parece posible la instalación comercial de extracción de almidón de ñame.

Puerto Rico y Santa Lucía.

Por el análisis de los rendimientos medios se puede ver que el cultivo es bastante eficiente en Colombia y Brasil, donde alcanza a 11.4 y 9.0 t/ha, y muy poco productivo en Venezuela y Haití, con valores de 5.7 y 3.3 t/ha.

Al comparar datos de rendimiento de América (Cuadro 48) de 7.3 t/ha, con los del resto del mundo, se verá que es el más bajo, frente a Oceanía con 13,8; Asia con 9.8 y Africa con 9.4 t/ha.

Cuadro 48. Area, rendimiento medio y producción de ñame (FAO, Anuario de Producción 1984).

Países	Superficie ha x 10³	Rendimiento medio t/ha	Producción t x 10³
Africa	2 344	9.4	22 238
Nigeria	1 500	11.0	16 625
Costa de Marfil	300	7.0	2 320
Ghana	110	4.0	450
América	91	7.3	689
Brasil	20	9.0	180
Colombia	15	11.4	172
Haití	36	3.3	120
Venezuela	6	5.7	34
Asia	16	9.8	160
Japón	8	15.5	135
Filipinas	9	2.9	25
Oceanía	15	13.8	210
Papúa-N. Guinea	11	14.9	168
N. Caledonia	2	7.0	12
Fijii	1	7.0	10
TOTAL	2 471	9.4	23 299

A manera de información, se presenta el costo de producción por hectárea de ñame, de acuerdo con datos del Boletín Técnico In-cora, Colombia, proporcionados por Acosta (1980).

Concepto	Número jornales	Valor en pesos colombianos	
Preparación de suelos			
1 aradura		900	
2 pases rastra		<u>600</u>	1 500
Labores culturales			
Hoyada	16	800	
Cortada de semillas	2	100	
Plantación	8	400	
1 aporque, 3 desmalezados	60	3 000	
Fumigación	<u>6</u> 92	<u>300</u>	4 600
Insumos			
Rizomas semillas (1.25 t)		2 500	
Fungicidas (1 kg. dithane M25)		60	
Insecticidas (1.5 kg dipterex SP80)		225	
Empaque (40 sacos ralos)		<u>600</u>	3 385
Cosecha			
Arrancada	16	800	
Ensacado y pesada	2	100	
Transporte y almacenamiento	4	200	
Transporte al mercado	1 23	<u>1 350</u>	2 450
Otros			
Arrendamiento 1 ha		1 000	
Imprevistos 5%		597	
Administración 5%		597	
Intereses 15% anual		<u>1 790</u>	3 984
Total costo producción 1 ha ñame		15 919	15 919
Valor producción: (20 t ñames a 2 000 pesos/t)			<u>40 000</u>
Utilidad			24 081

El autor citado no duda en afirmar que en buenas tierras en Colombia se puede producir 20 t/ha de ñames; pero en el caso anterior, en que no se ha fertilizado, ni se ha aplicado materia orgánica, se estima un poco optimista, por parte del organismo oficial Incora, dar la cifra de 20 t/ha como rendimiento medio.

Este cálculo con 12 t/ha, da un valor de producción de 24 000 pesos, lo que dejaría a favor del agricultor 8 081 pesos, lo cual co-

rrresponde aproximadamente a 187.93 dólares (43 pesos = 1 US\$ relación 1982).

POSIBILIDADES DE EXPANSION

El cultivo del ñame en forma comercial es muy costoso, debido al gran gasto de material de propagación (secciones de rizomas) y al empalado y alambrado que hay que hacerle al cultivo. Seguirá siendo un cultivo de “conuco” (campesino) en pequeña escala, y deberán estudiarse para él métodos de asociación de cultivo, para que le proporcionen sostén. El cultivo de las especies farmacológicas está actualmente ofreciendo mayores perspectivas en Centroamérica.



Fig. 10. Aspecto de un cultivo de ñame común (*Dioscorea alata*), provisto de alambrado de soporte entre las estacas. Maracay, Venezuela.

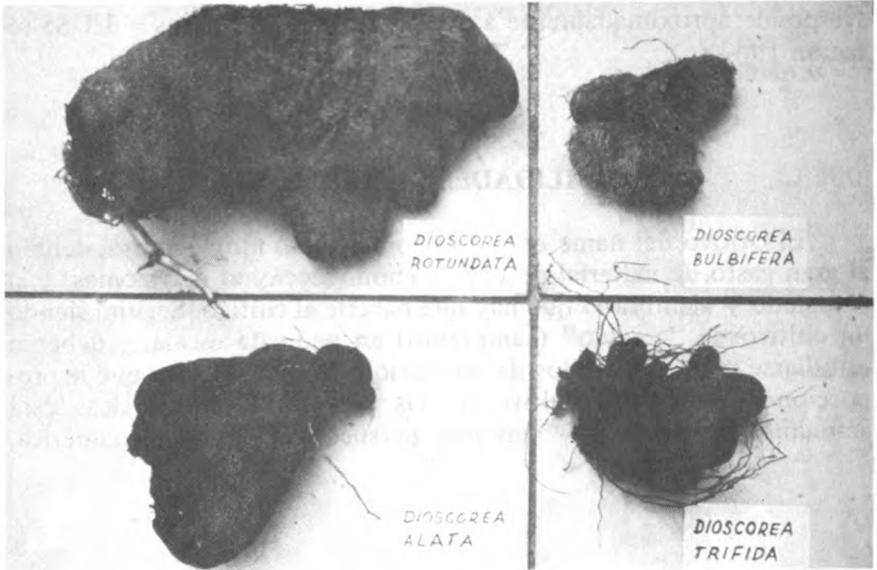


Fig. 11. Producción de rizomas de diversas especies de ñames.



Fig. 12. Desarrollo vegetativo de ñame guineo (*D. cayenensis*).



Fig. 13. Producción de tubérculos aéreos de ñame congo (*D. bulbifera*).



Fig. 14. Rizomas producidos por variedades de *Dioscorea trifida*, mapuey.



Fig. 15. *D. floribunda* proveniente de semilla a los 16 meses de ciclo. Maracay, Venezuela.

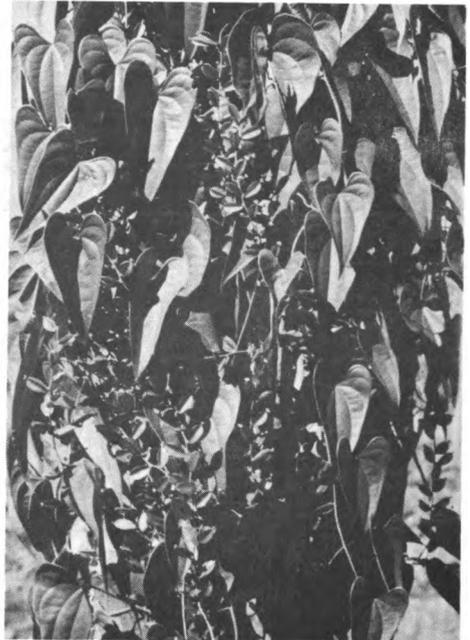


Fig. 16. *D. floribunda* con frutos en formación.



Fig. 17. *D. floribunda* con sus inflorescencias en pleno desarrollo.



Fig. 18. Planta masculina de *D. floribunda* mostrando la producción de ñames farmacológicos a los 12 meses.

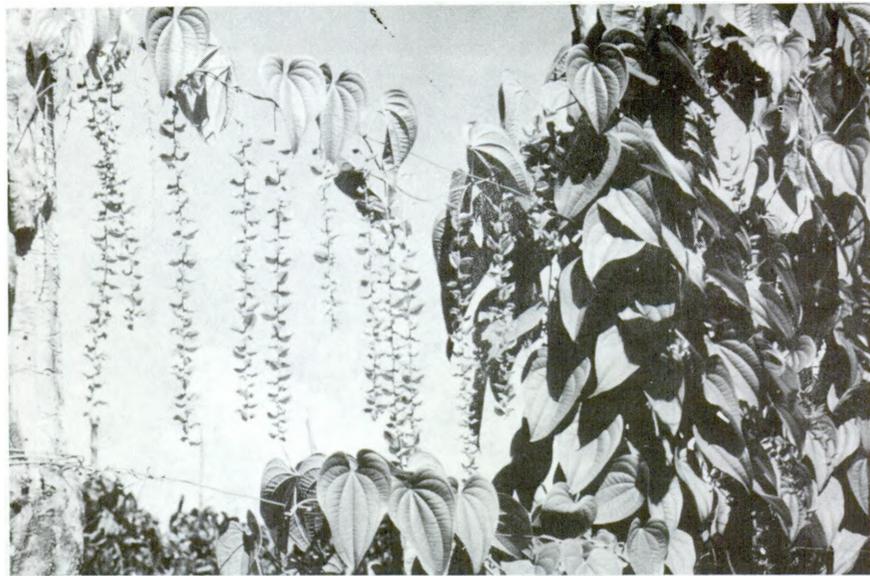


Fig. 19. *D. composita*, planta femenina con flores y frutos en formación.



Fig. 20. *D. friedrichsthalii*, plantas femeninas y masculinas con flores y frutos en formación.

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, C. 1980. El cultivo del ñame (*Dioscorea* spp.) Colombia, Temas de Orientación Agropecuaria, Edición número 145. 79 p.
2. ADESUYI, S.A. 1973. Advances in yam storage research in Nigeria. Ibadan, 3th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops, p. SPUF/1.
3. ADSUAR, J. 1955. A mosaic disease of the yam, *Dioscorea rotundata*. In Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 39:111-113.
4. AGBOOLA, A. A., 1976. FAYEMI, A.A.A. Effect of potassium on tuber yield and nutrient uptake of yams. Cali, 4th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops, p. 104-106.
5. AJIBOLA TAYLOR, R, 1969. Insecticide residues in yams treated against yam beetle infestation in Nigeria. Jour. East African Sci. Assoc. 13 (2): 140-145.
6. ALLARD, H.A. 1946. Some behaviours of yams (*Dioscorea*) Castanea 10: 8-13.
7. BARRETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural. 525 p.
8. BARRIOS, J. R. 1969. Notas sobre el cultivo del ñame en Venezuela, Maracay, Instituto Agronomía 19 p. (Mecanograf.).
9. BARTLETT, H. H. 1910. The source of the drug *Dioscorea*, with a consideration of the *Dioscorea* found in the United States. U.S. Department of Agriculture. Bulletin no. 189. 29 p.
10. BOIS, D. 1927. Plantes alimentaires. Paris, Paul Lechevalier.
11. BRIDGE, J. 1972. Nematode problems with yams in Nigeria. PANS 18(1): 89-91.
12. ————. 1973. Nematodes as pests of yams in Nigeria. Meded. Fac. Landbouw., Rigksuniv. Gent. 38(3): 841-852.
13. BRUCHER, H. 1968. Sudamerika als Herkunftstraum von Nutzpflanzen. In W. Junk (ed.), Biogeography and Ecology in South America. Vol. 1, p. 251-300. Junk N.V. Publishers, La Haya.
14. BURKILL, I.H. 1960. The organography and the evolution of Dioscoreaceae, the family of the yams. Jour. Linn. Soc. London (Botany) 56(367): 319-412.
15. CAMARGO, A. P. de.; BOOCK, O. J. 1944. Influencia do tamaho do "tubérculo-semente" na produção do cará. Bragantia (Brasil) 4:627-640.
16. CAMPERO, J.; RANDEL, P.F.; MARTIN, F.W. 1978. *Dioscorea alata* y *Dioscorea esculenta*. Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal, México p. NR-56.
17. CAULIN, A. 1779. Historia corographica natural y evangélica de la Nueva Andalucía, Provincias de Cumaná, Guayana y vertientes del Río Orinoco. Madrid, Juan de San Martin, Impresor de la Secretaría de Estado y del Despacho Universal de Indias, 482 p.
18. COURSEY, D. G.. 1967. Yams. Londres, Longmans, 230 p.
19. ————. 1967. Post-harvest problems of the yams (*Dioscorea*). In International Symposium on Tropical Root Crops. St. Augustine, Trinidad, April 2-8, Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University.
20. ————; MARTIN, F. W. 1970. The past and future of the yams as crop plants. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings. v. 1, p: 87-90.
21. CROSS, L. 1968. Yams and sweet potatoes. Trinidad. Central Experiment Station. Farm Bulletin no. 4. 4 p.
22. CHAKRAVARTI, R. N., CHAKRAVARTI, D.; BARUA, A.K. 1953. Utilization of Indian *Dioscorea* plants for preparation of cortisone. Indian Medical Gazzette 88(8): 422-428.
23. CHEVALIER, A. 1946. Nouvelles recherches sur les ignames cultivées. Revue Internationale de Botanique Appliquée et Agriculture Tropical 26 (279-280): 26-31.
24. DARLINGTON, C.D.; WYLIE, A.P. 1955. Chromosome atlas of flowering plants. London, Allen & Unwin, p. 393.

25. DECKER, H., CASAMAYOR, R.; BOSCH, D. 1967. Observaciones sobre la presencia del nemátodo *Scutellonema bradyi* en el tubérculo del ñame en la provincia de Oriente (cuba) Bol. Cienc. Tecnol. (Las Villas) 2:67-70.
26. DEGRAS, L. 1979. The yam growth from *Dioscorea trifida* case. Manila, 5th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops, 1 p.
27. _____; ARNOLIN, R.; POITOUT, R. 1973. Sélection de l'igname cousse-couche (*Dioscorea trifida* L.). Ibdan. 3rd. Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops.
28. DEVENDRA, C. 1979. Malaysian feedingstuffs. Mardi, Malaysian Agricultural Research and Development Institute, 145 p.
29. ENYI, B. A. C. 1970. Yams in Africa. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings. v. 1:90-93.
30. EVANS, J.W. 1952. The injurious insects of the British Commonwealth (except the British Isles, India and Pakistan); with a section on the control of weeds by insects. London, Commonwealth Institute of Entomologist. 242 p.
31. FAO. Anuarios de Producción. Roma.
32. FERGUSON, T. U.; HAYNES, P.H.; SPENCE, J. A. 1980. Distribution of dry matter and mineral nutrient in tubers of two cultivars of *Dioscorea alata* L. Tropical Agriculture 57(1): 61-67.
33. FUJII, K.; MARSUKAWA, T. 1936. T. Saponins and sterols. VIII. Saponin of *Dioscorea tokoro* (in Japanese). Pharmaceutical Society Japan Journal 56:408-414.
34. GIRARDOT, L. V. 1956. Planting and fertilization experiments with yams. Suakoko, Liberia. Central Agricultural Experiment Station. Note no. 9. 18 p.
35. GONZALEZ, M.A.; COLLAZO, A. 1972. Storage of fresh yam (*Dioscorea alata* L.) under controlled conditions. Jour. Agric. Puerto Rico 56(1): 46-56.
36. GOODING, E. 1971. Effects of fertilizing and other factors on yams in Barbados. Exp. Agric. 7(4): 315-319.
37. _____ . 1972. Effects of fertilizing and other factors on yams in Barbados. Barbados Sugar Industry Rev. 11:16-20.
38. GOODING, H. J. 1960. West Indian *Dioscorea alata* cultivars. Tropical Agriculture 37:11-30.
39. HAYNES, P.H. s.f. Yams as a commercial proposition. Trinidad Texaco in Agriculture. pp. 8-9.
40. I.I.T.A. International Institute of Tropicals Agriculture, Nigeria. 1973. Report 1973. Root and Tuber Improvement. Ibadan.
41. IRWING, H. 1956. Fertilizer experiments with yams in Eastern Nigeria. Tropical Agriculture (Trinidad) 33:67-68.
42. JEFFERS, J.P.W. 1976. Mechanization of yam and sweet potato in Barbados. Cali 4th. Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops, p. 275-276.
43. KANG, B. T.; WILSON, J. E. 1979. Effect of heap size and fertilizer application on yam (*Dioscorea rotundata*) in southern Nigeria. Manila, 5th. Symp. Soc. Trop. Root Crops. 1 p.
44. KASASIAN, L.; SEEYAVE, J. 1969. Weed control in root crops grown in the West Indies. In International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, April 2-8, 1967. Proceedings, St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies. v. 2 (4): 20-26.
45. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. Gainesville, Univ. Florida, Inst. Food Agric. Sci., Center Trop. Agric., Dept. Animal Sci. 509 p.
46. LORDELLO, L. G. E. 1959. A nematosis of yams in Pernambuco, Brazil caused by a new species of the genus *Scutellonema*. Rev. Brasileira Biol. 19(1): 35-41.
47. LUCIANI, J. E. 1984. Mejoramiento de raíces y tubérculos. Maracay, Instituto de Agronomía, UCV. 46 p.
48. MANTILLA, J.E.; VARGAS, G. 1984. Propagación del ñame (*Dioscorea alata* L.) a partir de estacas herbáceas. Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alc. 33:385-396.
49. MARTIN, A.; GALLO, J. T. 1973. Digestibilidad y energías digestibles y metabolizables del azúcar de caña (*Saccharum officinarum* L.) y del ñame (*Dioscorea alata*) en cerdos. Rev. ICA (Colombia) (8(2): 105-156.
50. MARTIN, F. W. 1974. Tropical yams and their potential. Part 1. *Dioscorea esculenta*. Washington, USDA. 18 p. (Agric. Handbook 457).

51. MARTIN, F.W. 1974. Tropical yams and their potential. Part 2. *Dioscorea bulbifera*. Washington, USDA. 20 p. (Agric. Handbook 466).
52. ———. 1976. Tropical yams and their potential. Part 3. *Dioscorea alata*. Washington, USDA. 40 p. (Agric. Handbook 495).
53. ———; SADIK, S. 1977. Tropical yams and their potential Part. 4 *Dioscorea rotundata* y *Dioscorea cayenensis*. Washington, USDA. 36 p. (Agric. Handbook 502).
54. ———; DEGRAS, L.L. 1978. Tropical yams and their potential Part 5. *Dioscorea trifida*. Washington, USDA. (Agric. Handbook 522). 26 p.
55. ———; GASKINS, M.H. 1968. Cultivation of the sapogeninbearing *Dioscorea* species. U.S. Department of Agriculture. Progress Research Report no. 103. 19 p.
56. ———; ORTIZ, S. 1963. New chromosome numbers in some *Dioscorea* species. *Cytologia* 31(1): 105-107.
57. ———; RUBERTE, R. 1972. Yams (*Dioscorea* spp.) for production of chips and french fries. *Jour. Agric. Puerto Rico* 56(3): 228-234.
58. MIEGE, J. 1954. Nombres chromosomiques et répartition géographique de quelques plantes tropicales et équatoriales. *Rev. Cytol. Biol. Veg.* 15:327-344.
59. MONTALDO, A. 1967. Plagas más comunes de las raíces, tubérculos, rizomas y cormos alimenticios tropicales. In *Bibliografía de Raíces y Tubérculos Tropicales*. Rev. Fac. Agron. Maracay, Dic. 1967. Alc. 22. p. 521-539.
60. MOZIE, O. 1968. The use of hormones to suppress soft rot on white yams in storage. *Nigeria Jour. Sci.* 2(1):31-34.
61. NWOBU, N.A. 1975. Recent development in vegetative propagation of edible yam (*Dioscorea* species). *Proc. Agric. Soc. Nigeria* 12:15.
62. OBIGBESAN, G.O.; AGBOOLA, A.A.; FAYEMI, A.A.A. 1976. Effect of potassium on tuber yield and nutrient uptake of yams. Ibadan, 3er Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops. p. 104-107.
63. OGUNDANA, S.K. 1972. Botryodiplodia leaf spot of yams. *Trop. Root and Tuber Newsletter* 6:26-28.
64. ONWUEME, I.C. 1979. Tuber physiology in yams (*Dioscorea* spp.) and its agricultural implications. Manila, 5th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops. 1 p.
65. OVIEDO y VALDEZ, G. FERNANDO de. 1851-1855. Historia general y natural de las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Océano (Original 1535). Madrid, Ed. Amador de los Ríos.
66. OYENUGA, V.A. 1959. Nigeria's feedingstuffs. Ibadan, University Press.
67. PRAIN, D.; BURKILL, I.H. 1936. An account of the genus *Dioscorea* in eastern Calcutta. Annual Report Royal Botanical Garden. 14 (1).
68. RASPER, V. 1969. Investigations on starches from some West African root crops. In International Symposium on Tropical Root Crops. St. Augustine, Trinidad, April 2-8, 1967. Proceedings, St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, v. 2(6):48-61.
69. RENAULT, G.; MERLIET, H. 1973. Lutte contre les mauvaises herbes en culture mécanisée de l'igname. Ibadan, 3th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops, p. 1-14.
70. RICCI, P.; ARNOLIN, R. 1973. Fungicidal treatment of cushcush yam tubers useful against storage decay. Ibadan, 3th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops. p. CP/19.
71. RIVERA, J.M.; GONZALEZ, M.A. 1972. Lye peeling of fresh yam *Dioscorea alata*. *Jour. Agric., Puerto Rico*, 56(1): 57-63.
72. RODRIGUEZ, E.J.; GONZALEZ, M.A. 1972. Preparation of yam (*Dioscorea alata* L.) flakes. *Jour. Agric. Puerto Rico* 56(1): 39-45.
73. ROUANET, G. 1969. Experiments on yams in Guadeloupe. In International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, 1967. Proceedings, St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies. v. 1(3):152-158.
74. SADIK, S.; OKEREKE, O.U. 1975. Flowering, pollen grain germination and seedling development of white yam, *Dioscorea rotundata* Poir. *Ann. Bot.* 39:597-604.
75. SANTOS, F. 1918. Culture of ubi, nami and tuqué in different soils as an intercrop with some permanent planting. Philippines, College of Agriculture. (Tesis).
76. SILVA, A.A. da. 1971. Cultura do cará da costa. Fortaleza, Ceara, Banco do Nordeste. 66 p.

77. TERRY, E.R. 1976. Incidence, symptomatology, and transmission of a yam virus in Nigeria. Cali, 4th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops. p. 170-172.
78. UZCATEGUI, L. 1941. El cultivo del ñame. *Agricultor Venezolano* 6(64): 5-10.
79. VAVILOV, N. I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Waltham, Mass., *Chronica Botanica*. 364 p. (*Chronica Botanica*, v. 13, No. 1-6).
80. VEGAS, 1984. Antracnosis en ñames (*Dioscorea* sp.). *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* Alc. 33:345-384.
81. VENEZUELA, UNIVERSIDAD CENTRAL. INSTITUTO DE AGRONOMIA. 1969. Programación en raíces y tubérculos. Maracay. 10 p. (Multigraf.).
82. WAITT, A. W. 1961. Yams Report of Department of Agricultural Research of Nigeria 1959-1960:16-19.
83. ————. 1963 Yams, *Dioscorea* species. *Field Crops Abstracts* 16:145-157.
84. WILSON, J.E. 1979. Present and future roles of yams (*Dioscorea* spp.) in West Africa. Manila, 5th Int. Symp Soc. Trop. Root Crops, 1 p.
85. WINTON, A. L.; WINTON, K.B. 1935. The structure and composition of foods. New York, Wiley.

YUCA O MANDIOCA

(*Manihot esculenta*—EUPHORBIACEAE)

SINONIMIA Y NOMBRES VULGARES

(*Manihot utilissima*, *Manihot tyri*, *Manihot edulis*, *Manihot aipi*, *Manihot dulcis*, *Manihot manihot*, *Manihot flabellifolia*, *Manihot diffusa*, *Manihot sprucei*, *Manihot flexuosa*, *Manihot melanobasis*, *Manihot digitiformis*, *Mandioca aipi*, *Mandioca utilissima*, *Mandioca edulis*, *Jatropha manihot*, *Jatropha dulcis*, *Jatropha stipulata*, *Jani-pha manihot*).

Yuca (Venezuela, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Centroamérica y Antillas); Guacamote (México); Caxcamote (Guatemala); Mandioca (Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil); Macaxeira (Brasil); Aipim, Aipi (Brasil, sólo para cultivares de raíces dulces); Mañoco (Puerto Rico); Yucuta (antillano); Kasabi (arawak); Rumu (Perú); Manioc (francés y alemán); Cassava, Tapioca, Manioc, Brazilian arrowroot (inglés); Cassave (holandés); Cassade (Africa Occidental); Bedé, Agba (Costa de Marfil); Kute, Agbeli (Togo); Mangahazo, Bafafanpaka, Delahazo (Madagascar); Kelala, Ubi singkong (India); Obi kajoe, Kaspe (Indonesia); Cu san tau, Kaoai mi (Vietnam); Mayaca, Moutsiantso (Congo); Tentu, Maskok, Mamusa, Kamóteng-Kahoi mi (Vietnam); Macaca, Moutsiantso (Congo); Tentu, Maskok, Mamusa, Kamóteng-kahoi (Filipinas); Manan, Djambalan, Banan'gou, Banankou, Goulu manankoi (Guinea); Banankou (Malí); Rogo (Nigeria); Dion-a oukis, Bantara Kétié, Gniambi (Senegal).

ORIGEN, HISTORIA Y GEOGRAFIA

La gente que acompañaba a Gonzalo Pizarro en la expedición al Oriente ecuatoriano en busca de la canela, una vez construido el bergantín en que desertó Orellana halló alguna yuca después de muchas semanas de privaciones (Cieza, 1884). Ido Orellana, envió Pizarro exploradores por diversas partes a buscar salida y mantenimientos. Gonzalo Díaz de Pineda entró por un gran río, en el cual, después de andar diez días halló “muchas y muy espesas labranzas de yuca, tan grandes que los árboles que salían de sus raíces parecían una pequeña montaña, y esta yuca estaba allí de unos indios que pocos años había, vivían en aquella comarca, y unos, sus vecinos, con guerra que les dieron, los hicieron retraer más adentro en unas montañas, y con esta causa aquella yuca que tenían sembrada tuvo lugar de crecer é pararse tan grande como décimos; que no fue poco alivio ni conorte para los desabridos (desaviados?) españoles. Y como los que iban en las canoas ciertamente conocieron la yuca, hincaron las rodillas en tierra y dieron muchas gracias a Dios, nuestro Señor, por tan gran merced como les había hecho, y comenzaron de arrancar y cargaron en dos canoas que llevaban; y de que ya las tuvieron llenas de la yuca, se volvieron adonde había quedado Gonzalo Pizarro, que ya los españoles estaban tan descaecidos y desmayados que ninguno pensaba escapar con la vida. Y, como vieron las canoas supieron lo que traían, todos lloraban de placer diciendo: “bendito sea el Señor, Dios nuestro, que así se acordó de nosotros”; e hincábanse de rodillas, poniendo los ojos en el cielo, y le daban gracias por aquella merced que no tenían ellos por poco grande (. . .) Aquella yuca que allí trujeron se se repartió, no aguardaban a la lavar ni a limpiar, así con su tierra luego se la comían; y como supieron todos que la yuca estaba cerca de allí. . . se pasaron al otro lado del río. Y se dieron mucha priesa a caminar, pasando aquellos esteros e pequeños ríos, hasta que llegaron donde estaba la yuca; é todos como iban tan desabridos por no haber comido había tantos día cosa alguna, no hacían sino arrancar de la yuca, é con la tierra que sacaban, arrevuelta de las raíces, se la comían; y allí asentaron el Real y estovieron ocho días. . . aquellos días que allí estovieron, como el servicio, como el servicio les había faltado, ellos mismos, de unos árboles que en aquellos montes se criaban, que echaban de sí unas púas muy agudas, con ellas rallaban la yuca é hacían de ella pan, teniéndole por más sabroso que su fueran blancas roscas de Utrera. . . fué grande e provechosa aquella yuca que los españoles hallaron en aquella parte, que otra cosa no hay que montañas muy espesas é seborucos muy malos, é como los indios antiguamente habían vivido en aquellas llanadas, é su principal mantenimiento fuese aquesta yuca, tenían muy grandes sementeras de ella que duraban más de cuarenta leguas, é dándoles sus ene-

migos comarcanos guerra, hasta lanzarlos de allí, quedóse toda aquella yuca para que los españoles pudiesen restaurar sus necesidades, que traían, con ella (. . .) Allí en aquel yucal murieron dos españoles de la mucha yuca que comieron. . .” Patiño (1964).

A la llegada de los conquistadores españoles, la yuca era cultivada, según Oviedo (1815), en toda América Tropical.

Jones (1959) afirma que los colonizadores portugueses de Brasil, recién llegados a este país adoptaron la yuca en su alimentación y la introdujeron en sus plantaciones; luego la llevaron hacia la costa, desde donde la distribuyeron a otras regiones, principalmente a las costas de Africa.

Piso (1948) ya en 1648 dice: “Varias regiones de las Indias, carecen hasta los tiempos actuales del trigo, pero la benigna naturaleza no quiso que le faltara a los hombres y a los animales el sustento de la vida. Así, la raíz sativa o alimenticia llamada ‘mandioca’ por los salvajes, reducida a harina, hace las veces de trigo. Ahora los habitantes de Angola, La Hispaniola y de otras Indias (donde, según Monardes, llaman a esta raíz ‘huicca’ y cuando preparada y reducida a harina ‘cassavi’) consumen esa planta, natural del Brasil, donde se cultiva con gran esmero”.

También dice Piso que hay varias especies en este arbusto llamado Maniiba y Manduba; éstas son: Mandiibparati, Mandiibabuara, Mandiibumana, Aipi, Tapecima, Arpipoca, Mandijupeba y Macaxera.

La primera mención del transporte de la yuca desde América fue hecha, según Bethune (1847) por Hawkins, quien, al mencionar la captura de un barco portugués en el Atlántico, en 1593, y describir la carga, dice que se encontraba “*harina de yuca*”, que los portugueses llaman “*Farinha de pao*”. Se llevaba como mercancía a Angola, para la alimentación de la tripulación y de los negros en el viaje de retorno.

De las costas de Africa Occidental, su cultivo se expandió rápidamente al interior del continente (Jones, 1959). Hacia finales del siglo XVI los portugueses la llevaron a Goa (India). Los franceses en 1735 la buscaron en Brasil para introducirla a Cabo Verde, Mauricio y la isla Reunión; a Madagascar pasó en época relativamente reciente, alrededor de 1800.

El cultivo de esta nueva planta alimenticia ha provocado en parte el abandono del cultivo base de los africanos: el ñame y el de otras raíces tuberosas, como sucede en las islas del Pacífico y en el Sudeste Asiático.

Otras rutas que han podido trazarse de esta planta americana son las correspondientes a su movimiento desde Mauricio en 1740, hacia Indonesia y Ceylán, y su llegada a Calcuta hacia 1790.

De Candolle (1883) señala el origen americano de *M. esculenta* e indica el Este de Brasil como su área original. Vavilov (1951) apoya

esta hipótesis. Sauer (1951) considera que el sitio de origen de esta especie serían las sabanas de Venezuela, por su evidencia etnológica y botánica.

Rogers (1965) estima que esta especie tiene dos centros geográficos de dispersión: uno en México y en América Central, y otro en el Nordeste de Brasil, que alcanza al oeste hasta Matto Grosso e incluye partes de Paraguay.

Con respecto al origen de este cultivar en el Este de Brasil, Rogers (1963) señala que el pueblo que llevó la yuca al cultivo, era en su mayoría del oeste de Sudamérica, y que los cultivos se desplazaron al este. La evidencia arqueológica más antigua, según Sauer (1951) se encuentra en Perú; según Willey (1960), en la parte norte de Sudamérica, Colombia y Venezuela.

Los fragmentos de alfarería peruana fueron hechos por pueblos que habitaron esas regiones hace 4 000 años. En Colombia, Reichel-Dolmantoff (1961) encontró fragmentos usados para cocer yucas que se cree son de 1 000 años a.C.

Galvão, citado por Rogers (1963), del Museo Goeldi de Belem, establece que una cultura de cierta extensión ocupó la isla de Marajó, en la boca del Amazonas y que hay evidencia indirecta del cultivo de yuca entre los años 600 y 1 000 d.C. Esta cultura desapareció completamente desde entonces.

MacNeish (1958) encontró en las cuevas de la Sierra de Tamaulipas, en el nordeste de México, semillas y restos de hojas de yuca en la cultura La Laguna, de hace cerca de 2 100 años. El descubrimiento de MacNeish sirvió a Rogers para reafirmar su hipótesis de que México debe considerarse como una de las más importantes áreas del cultivo original de la yuca.

Actualmente, los cultivares de *Manihot esculenta* se encuentran distribuidos principalmente en las tierras bajas y calientes de los trópicos; sin embargo, hay algunos cultivares de *Manihot esculenta* en tierras altas y frías de Bolivia.

BOTANICA

Taxonomía

El género *Manihot* tiene alrededor de 180 especies (Rogers, 1963). En el género hay árboles de más de 15 m de alto. Entre los árboles hay algunos que producen caucho de poco valor industrial. El género se compone principalmente de arbustos y está confinado al Nuevo Mundo, desde Arizona, en EE.UU., hasta Argentina.

Rogers y Appan (1970) encontraron tres grupos de especies que tienen gran afinidad morfológica con la especie cultivada. Se encuen-

tran en México, en América Central, en las Guayanas, en Brasil, en Paraguay y en Argentina, y cada grupo tiene varios representantes. Las especies de México y América Central son: *Manihot aesculifolia* y *Manihot rubricaulis*. Entre las especies de las Guayanas está *Manihot tristis* subsp. *saxicola*. Las especies afines de Brasil, Paraguay y Argentina son: *Manihot pilosa*, *Manihot leptopoda*, *Manihot caerulescens* subsp. *caerulescens*, *Manihot zehntneri* y *Manihot grahami*.

Manihot esculenta y sus especies afines son todos arbustos de regiones tropicales bajas. (Fig. 21).

Rogers y Appan (1973), de acuerdo con estudios taxonómicos efectuados, encuentran que varias especies son sinónimos de *Manihot esculenta*. Entre éstas se incluyen: *M. utilissima*, *M. aipi*, *M. dulcis*, *M. flexuosa*, *M. flabellifolia*, *M. diffusa*, *M. melanobasis*, *M. digitiformis* y *M. sprucei*.

La distinción entre yuca dulce y yuca amarga que se encuentra en algunos trabajos antiguos no es valedera, ya que el contenido en el glucósido linamarina, que genera ácido cianhídrico (que las distingue) es muy variable, y depende en parte de las condiciones ecológicas del cultivo.

Se ha observado que existe gran variación entre los diversos cultivares de *Manihot esculenta*. Rogers y Appan (1970) sugieren respecto a esta planta (que ha sido por tan largo tiempo multiplicada por vía asexual, y muchos de cuyos cultivares son estériles), usar una clasificación dentro de la especie con ayuda computacional basada solamente en los caracteres morfológicos. Esta clasificación permite identificar varios tipos morfológicos dentro del complejo de la especie, merced a los cuales investigadores de distintos lugares pueden relacionar sus plantas con las colecciones de otras áreas.

Morfología y anatomía

La yuca es un arbusto de tamaño variable de 1-5 m de altura. Los cultivares se agrupan según su tamaño en:

1. Bajos (hasta 1.50 m)
2. Intermedios (1.50-2.50 m)
3. Altos (más de 2.50 m)

La estaca plantada da nacimiento, preferentemente en su extremo apical, a uno o a varios tallos. Cada tallo puede ramificarse, a cierta altura del suelo, constituyendo en esta división la ramificación primaria; pueden encontrarse también varias otras ramificaciones.

Las variedades, según el número de ramificaciones primarias se clasifican en:

1. con ninguna ramificación;
2. con dos ramificaciones;
3. con tres o más ramificaciones.

El tipo que predomina en la yuca cultivada es el de tres ramificaciones.

Desde el punto de vista agronómico, un carácter importante, especialmente para efectuar labores de escardas y limpias durante los 2-4 primeros meses del cultivo, es el nivel de ramificación primaria del tallo, y así se consideran los siguientes tres grupos:

1. nivel de ramificación bajo (menos de 50 cm);
2. nivel de ramificación intermedio (50-100 cm);
3. nivel de ramificación alto (más de 100 cm).

Se prefieren las variedades de ramificación alta, que hacen más fácil las labores del cultivo.

La posición de los tallos puede ser:

1. erecta;
2. decumbente;
3. acostada.

Otro carácter importante es el grosor del tallo; se le ha indicado como asociado directamente con un alto rendimiento en raíces reservantes.

En el Banco de Germoplasma Samán Mocho, Venezuela, Montaldo (1981), al estudiar el grosor del tallo, determinó por su diámetro a 20 cm del suelo, en variedades de:

1. tallo delgado (menos de 2 cm);
2. tallo intermedio (2-4 cm),
3. tallo grueso (más de 4 cm).

El color del tallo, a los 6-8 meses de desarrollo se manifiesta como: rojo claro; rojo; rojo oscuro; marrón; verde oscuro; verde; verde claro y amarillo.

Según Cours (1951), el color del tallo en las yucas que se cultivan por dos años varía debido al resquebrajamiento de la corteza debido al crecimiento.

Otro carácter del tallo se refiere a la longitud de los entrenudos. Se ha visto que este carácter está condicionado por el medio en que se desarrolla el cultivo.

Para una condición determinada se han dividido las yucas, de acuerdo con el largo de sus entrenudos, en variedades de entrenudos:

cortos (hasta 8 cm);
intemedios (8-20 cm);
largos (más de 20 cm).

La determinación debe hacerse en un lugar establecido de la planta; se ha elegido efectuarla inmediatamente debajo de la ramificación de tallo. En las variedades que no se ramifican, la determinación se hace a 75 cm del suelo.

El tallo muestra una corteza y un cilindro central. La corteza está dividida en: corteza externa, que comprende la epidermis y el súber o corcho, y lleva colores variados asociados al color de las raíces reservantes, y el felógeno. Viene después la corteza media o felodermis, llena de un látex ácido, generalmente verde o algunas veces roja; está atravesada por tejido de sostén y esclerénquima. La corteza interna está formada de parénquima cortical, floema primario y floema secundario y es de color blanco. El cilindro central está compuesto de xilema secundario y de médula, que es un tejido esponjoso.

Las hojas de la yuca son alternas, simples y tienen vida corta (1-2 meses). Son de forma palmipartidas, con 5-7 lóbulos, que pueden tener forma ovalada o linear. El tamaño de la hoja se determina por el largo del lóbulo medio; por lo general es de 14-17 cm. El color de la cara superior de las hojas puede ser: verde, verde marrón y verde claro.

Los pecíolos son largos y delgados, de 20-40 cm; sus colores son: rojo; rojo verdoso; verde rojizo y verde.

Las hojas de la yuca son bifaciales y poseen una epidermis superior brillante, con una cutícula bien marcada. Se puede diferenciar en la defoliación: (estación seca) sin follaje; retienen algo de follaje; retienen gran parte del follaje (sobre el 60% de las hojas).

Según Indira y Kurian (1973) en las estacas de yuca se forman (previo a las raíces), callos en el extremo distal a una semana de la plantación; de allí se originan las raíces dentro de dos o tres días.

Las raíces así formadas, debido a diferenciación, manifiestan un crecimiento secundario de la región vascular, que comienza a las tres semanas, dando origen a las raíces reservantes. Un corte transversal de una raíz reservante de yuca muestra dos divisiones principales; la corteza y el cilindro central o pulpa.

La corteza comprende la corteza externa, la corteza media y la corteza interna.

La corteza externa, llamada también súber o corcho, está compuesta de una serie de células aplastadas, entrelazadas las unas con las otras, derivada de un felógeno que produce continuamente tejidos que se suberizan y desprenden. Forman el 0.5-2.0 del total de la raíz.

En la colección del Banco de Germoplasma de Samán Mocho, Venezuela, Montaldo (1972, 1981), se distinguen los siguientes colo-

res de la corteza externa de la raíz; marrón; marrón claro; bronceado; rosado, amarillo y blanco.

Las variedades de yuca se han clasificado como de corteza externa, de adherencia fuerte o débil. Para la industria del almidón y de las harinas se prefieren las variedades de adherencia débil.

Sigue hacia el interior el felógeno, que es un meristema que diferencia feloderma y floema (cambio del corcho).

La corteza media está formada por felodermis que no lleva esclerénquima como en el tallo. El felodermis puede ser de color rosado, amarillo, crema, blanco o violáceo. El espesor de la corteza media va de 2-3 mm en las raíces nuevas hasta 10 mm en las adultas. Según Cours (1949) la proporción de la corteza media e interna con relación al resto de la raíz va de 9-15%. El contenido en almidón es bajo y alto en principios cianogénéticos. Produce un látex ácido que se coagula al contacto del aire.

La corteza interna está formada por parte del parénquima de la corteza primaria, floema primario y floema secundario.

El cilindro central, estela, pulpa o región vascular está separado de la corteza interna por el pericio o zona generatriz de varias capas de células que, posteriormente, dan origen al cambio vascular. La parte principal del cilindro central la constituye el xilema secundario, formado de parénquima, de vasos y de fibras, y es el principal tejido de almacenamiento. Así, la expansión del xilema secundario, seguido por el depósito de almidón, representa el primer estado de las raíces reservantes.

La raíz reservante no tiene médula. Posee tres tipos de coloración y son: raíces de pulpa amarilla; raíces de pulpa crema y raíces de pulpa blanca.

A veces la pulpa de las raíces recién cosechadas presenta manchas irregulares de aspecto ferrugíneo, que pueden deberse a deficiencias de nutrientes o a otras causas aún no determinadas.

El número de raíces reservantes por planta va de 2-3 hasta 10 ó más.

Se clasifican para fines del mercado hortícola fresco inmediato en raíces domésticas y en raíces no domésticas. Las domésticas tienen más de 20 cm de largo y más de 5 cm de diámetro: las no domésticas no cumplen los requisitos anteriores. El principal factor de las raíces para uso industrial es el rendimiento total y el contenido en materia seca; su tamaño no es de primera importancia.

El rendimiento de raíces por planta es normalmente de 1-3 kg; puede llegar bajo buenas condiciones ecológicas y con cultivo con tecnología mejorada a 5-10 ó 20 kg por planta.

De acuerdo con el tipo de inserción de la raíz con la planta de yuca se clasifican en: 1) Sésiles, que prácticamente no tienen pedicelo; 2) pedunculadas, con una inserción hasta de 10 cm de largo por

2-3 cm de diámetro; 3) largamente pedunculadas, con inserción de más de 10 cm de largo.

En las raíces pedunculadas y largamente pedunculadas la unión de la raíz a la planta está compuesta de un tejido fibroso compacto que se prolonga en la raíz, lo que dificulta su rallado en las fábricas de harina. Las plantas que producen raíces largamente pedunculadas deben desecharse por la cantidad de tierra que se necesita remover para su cosecha.

De acuerdo con la dirección de crecimiento de las raíces, éstas pueden ser: horizontales, oblicuas o verticales. Entre los tipos cultivados se seleccionan los tipos horizontales u oblicuos.

Otro factor es la profundidad de enraizamiento, directamente relacionada con la tarea de cosecha

La yuca tiene su producción de 0 a 30 cm de profundidad. Se prefieren los tipos que acumulan su producción en los primeros 15 cm del suelo.

Las formas predominantes de las raíces de yuca son: cilíndricas, cónicas, fusiformes e irregulares.

Fases de desarrollo de la yuca.

La planta de yuca sigue cuatro fases principales de desarrollo: brotación de las estacas, formación del sistema radicular, desarrollo de los tallos y hojas; engrosamiento de las raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos.

Cours (1949) hace un prolijo estudio de estas fases en Madagascar, bajo una temperatura promedio de 20°C y precipitación de 1 140 mm, en plantaciones de yuca en ciclo de cultivo de dos años.

Para tener un mejor conocimiento del progreso del engrosamiento de las raíces reservantes de la yuca y de la acumulación de almidón, bajo las condiciones de Venezuela, Montaldo (1971) realizó un experimento de cosechas sucesivas entre los 10 y 17 meses.

En cada una de estas cosechas se registró el peso total de raíces reservantes (cualquiera que fuese su tamaño), el peso de las raíces domésticas (de más de 5 cm de diámetro) y el porcentaje de materia seca total en las raíces.

El experimento se realizó en el Asentamiento Campesino Manzanito, Sabana de Londres, Estado Lara, situado a 10° latitud N y 69°5' longitud O. El cultivo se hizo sin riego, con distancias de plantación de 1.40 m entre las hileras y 1 m sobre la hilera, con las limpias y escardas necesarias. Densidad de plantas: 7 140 por hectárea. Se utilizaron las variedades amargas: UCV-2078 y UCV-2194, y las variedades dulces UCV-2062, UCV-2106, UCV 2112 y UCV-2191.

Los resultados indican que el cultivo de la yuca para la zona

ecológica de Manzanito, Estado Lara, con época de plantación en plena estación de lluvias, los máximos rendimientos en raíces tuberosas, el mayor porcentaje de materia seca total en las raíces y la máxima producción de materia seca total por hectárea, ocurre en las seis variedades estudiadas entre los 15 y 17 meses. Se indica, asimismo, que la variedad con más alto rendimiento en raíces reservantes fue UCV-2078 con 67.79 t/ha, a los 16 meses. Cuando se comparan las producciones de cada uno de los meses de cosecha, UCV-2194 aparece como la más precoz en rendimiento en raíces, con 31.39 t/ha y 12.40 t/ha de materia seca total a los 10 meses. La variedad con más alto porcentaje de materia seca total es UCV-2078 a los 15 meses con 46%, y el más alto rendimiento en materia seca total es también de UCV-2078 a los 16 meses con 27.32 t/ha.

Estos resultados indican la necesidad de estudiar las fases de desarrollo de la yuca en cada una de las diversas zonas ecológicas potenciales de producción.

CLIMA, SUELO Y FERTILIZANTES

Se analizarán los factores (clima, suelo, fertilizantes) desde un punto de vista ecológico.

Hay que considerar variaciones locales de clima, suelo, características de las variedades, estado de desarrollo del cultivo y prácticas culturales.

Clima

Lluvia

Se deberá calcular la evapotranspiración potencial y el balance hídrico del cultivo.

García y Montaldo (1971) estudian en Maracay, Venezuela las exigencias hídricas de la yuca, y determinan (Cuadro 49) que la condición subhúmeda sería la más conveniente al cultivo para esa situación.

Cuadro 49. Índices agroclimáticos que corresponden a la intensidad de la humedad (excesos) y de la seguridad (deficiencias) en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*).

Deficiencias de agua (mm)	Excesos de agua (mm)	Denominación
1000	0	Muy seco
1000-700	0	Seco
1000-700	0-100	Seco con estación húmeda
700-300	0	Subhúmedo seco
700-300	0-100	Subhúmedo seco con estación húmeda
300-0	0-100	Subhúmedo
100-0	100-200	Subhúmedo húmedo con estación seca
0	100-200	Subhúmedo húmedo
100-0	200-300	Húmedo con estación seca
0	200-300	Húmedo
0	300	Muy húmedo

Fuente: García y Montaldo (1971)

Para precipitación pluvial se da la siguiente información general:

800-1000 mm en 10-12 meses de ciclo

Temperatura

Optima	26-28°C
Buena	19-26°C
Regular	17-19°C
Restringida	16-17°C
No apta	Menos de 16°C

Radiación solar

En la franja intertropical el valor de la radiación es de 400 Langley por día. (1 Langley = 1 caloría/cm²).

El rendimiento potencial de los trópicos es de 60 t/ha de materia seca al año; la mitad corresponde a rendimiento económico. Es decir, con yuca, cultivada adecuadamente, pueden esperarse 30 t/ha de materia seca, que corresponde a 90 t/ha de raíces frescas, al año. La agricultura del trópico está favorecida, en cuanto a radiación respecto a la de zona templada, por los siguientes factores: la inclina-

ción del eje de la tierra expone a los trópicos a una mayor radiación; la atmósfera que deben atravesar los rayos solares es más delgada; la época de crecimiento de los cultivos de ciclo largo es todo el año.

Fotoperiodismo

La duración del período de iluminación en el trópico va desde 12:10 horas, a 0 grado de latitud, hasta 13:30 horas en verano astronómico y 10:40 horas en invierno astronómico; en cambio, en la zona templada el largo del período iluminado en verano alcanza a 16:20 horas. De ahí la ventaja de los cultivos de ciclo corto como el maíz en las zonas templadas, donde logran rendimientos de hasta 5 t en 135 días; en el trópico no pasan de 1.5 t en igual período.

Cuadro 50. Duración máxima y mínima del día (salida y puesta del sol) en diferentes latitudes (horas).

Latitud	Máxima	Mínima
0° (Quito)	12:10	12:10
5° (Bogotá)	12:30	11:50
10° (Caracas)	12:40	11:30
15° (Nazca)	13:00	11:10
23.5° (Antofagasta)	13:30	10:40
40° (Valdivia)	15:00	9:20
50° (Vancouver)	16:20	8:00
65° (Yukón)	22:00	3:30

Suelos

Topografía

Este factor tiene especial importancia en la preparación o no preparación de los suelos para la plantación de yuca.

Buena	Terreno plano o ondulado suave (0-8% pendiente).
Regular	Ondulado suave a ondulado (8-20%).
Restringida	Ondulado a ondulado fuerte (20-45%).
No apta	Ondulado fuerte, montañoso, escarpado (sobre 45%).

Profundidad efectiva del suelo

Está relacionada con el almacenamiento de agua y con el nivel hasta el cual pueden penetrar las raíces de la planta de yuca libremente.

Buena	El substrato rocoso o las capas endurecidas de arcilla están a más de 80 cm de profundidad.
Regular	El substrato rocoso o capas endurecidas están entre 50-80 cm.
Restringida	El substrato rocoso o las capas endurecidas están entre 30-50 cm.
No apta	El substrato rocoso o la capa endurecida están menos de 30 cm.

Textura

Se relaciona con capacidad de retención de humedad, permeabilidad, capacidad de intercambio de cationes y arabilidad del suelo.

Buena	Textura media. 15-35% arcilla en primeros 80 cm. Clases (con menos de 35% arcilla): franca, franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa y (con + 15% arcilla): franco-arenosa.
Regular	Textura: arcillosa, arcillo-arenosa y franco-arcillosa, + 35% arcilla en primeros 80 cm. Predominantemente arcillas silicadas 1:1 y sesquióxidos.
Restringida	Texturas: arcillosa, arcillo-arenosa y franco-arcillosa, + 35% arcilla en primeros 80 cm. Arcillas silicadas 2:1 y además textura franco-arenosa (menos 15% arcilla).
No apta	Textura arenosa, arenosa-franca y aún cascajeta (suelos con + 15% de cascajo en mayoría de horizontes perfil).

Drenaje

Bueno	Suelos bien drenados, sin excesos de agua.
Regulares	Suelos moderadamente drenados.
Restringidos	Suelos imperfectamente drenados, pero que pueden mejorarse sin grandes gastos.

No aptos Suelos excesivamente drenados (arenas) o mal drenados, difíciles de drenar por sus condiciones, por su posición y situación en el paisaje.

Fertilidad

El índice de fertilidad es evaluado a través del resultado del análisis del perfil del suelo:

Fertilidad	V%	S m/E 100 g	Al ⁺⁺⁺ %	CES mmhos/cm	Na %	pH
Buena	80	6	30	0.5	1.0	6.5-5.5
Regular	50-80	3-6	30-50	0.5-1.0	1.0-2.5	5.5-5.0
Restringida	50	3	50	1.0-1.5	2.6-6.0	5.0
No apta	50	3	50	1.5	6.0	7.5 0.5-7.5

V% = saturación de bases 100 Al/Al + S = saturación de Al
 m/E 100g = suma de bases intercambiables Na% = saturación de Na
 CES mmhos/cm = conductibilidad eléctrica.

Erosión

La erosión del suelo depende de la pendiente, de las condiciones físicas del suelo y del grado de protección del suelo por el cultivo.

Buenos (resistentes) Suelos planos o pendientes hasta 8%. De buenas propiedades físicas. Erosión controlable con prácticas culturales.

Regulares Pendientes 8-12%. A veces menos, con condiciones físicas muy desfavorables.

Restringidos Pendiente 8-20%. A veces menos, con condiciones físicas muy desfavorables.

No aptos Suelos con pendientes sobre 20%.

Aptitud de los suelos para la mecanización de las labores

Buenos Empleo de máquinas casi todo el año. Pla-

nos o con pendientes hasta 8% . Tierras profundas o medianamente profundas. Rend. tractor 90-100% .

Regulares	Empleo máquinas casi todo el año. Ondulados con pendiente máxima 20% , o topografía más suave (en caso de presencia de otros impedimentos: piedras, escasa profundidad, arena o arcilla o grandes cárcavas de erosión y por drenaje imperfecto). Rend. tractor 75-90% .
Restringidos	Empleo de máquina sólo algunos períodos año. Ondulados a fuerte ondulado. Rend. tractor 50-75% .
No aptos	Sólo máquinas simples a tracción animal. Superficies onduladas 20-45% , o montañosas + 45% .

La exposición anterior está basada en el trabajo de Lemos *et al.* (1981), y en observaciones personales del autor de este libro. Es necesario realizar, para cada región yuquera importante de América, un trabajo de zonificación ecológica.

Fertilizantes

Acción de los elementos N-P-K¹

Normanha, Pereira y Freire (1968), en Brasil, resumen el trabajo realizado en fertilización de la yuca de la siguiente forma: los resultados más promisorios fueron proporcionados por la aplicación de los tres nutrientes esenciales (N, P, K) en surcos laterales al momento de plantación, o por la abonadura con P y K en la plantación, completada más tarde con la aplicación de N en cobertura.

En Corrientes, Argentina, Orioli *et al.* (1967) estudiaron la acumulación de materia seca, N, P, K, Ca en *Manihot esculenta* en diversas partes de la planta que crecieron en un suelo abonado mensualmente y en otro sin abono. Los análisis se realizaron sobre cinco plantas de cada tratamiento; encontraron que el ritmo de acumulación de materia seca y de los elementos analizados es lento en los dos primeros meses, intenso en los dos meses siguientes, para luego bajar en el siguiente período de dos meses. Las curvas de crecimiento son muy similares para cada variante, es decir, que el ritmo de acumulación es independiente de la riqueza mineral del suelo, si bien la canti-

dad absoluta acumulada fue mayor en las plantas que crecieron en medios abonados.

Cours, Fritz y Ramahadimby (1964) estudiaron la aplicabilidad del método de la diagnosis foliar para determinar deficiencias de fertilidad del suelo, especialmente de potasio, en el cultivo de la yuca y, además, el efecto de N, P, K en el rendimiento de raíces reservantes y materia seca total de esta planta.

Respecto a la diagnosis de deficiencias, concluyen que el análisis del feloderma del tallo principal es el método más seguro, especialmente para el potasio.

Cours, Fritz y Ramahadimby (1964) constatan una correlación negativa significativa entre los rendimientos en raíces y el contenido en nitrógeno; igualmente, una correlación negativa significativa entre el contenido en materia seca de las raíces y el contenido en nitrógeno.

Una correlación negativa significativa entre los rendimientos en raíces y contenido en fósforo; igualmente, una correlación negativa significativa entre el contenido en materia seca de las raíces y el contenido en fósforo.

Una correlación positiva significativa entre los rendimientos en raíces y el contenido en potasio; igualmente, una correlación positiva significativa entre el contenido en materia seca en las raíces y el contenido en potasio.

Da Silva y Freire (1968), en São Paulo, usaron con yuca tres dosis de N, P, K, en tierras arenosas de baja fertilidad y en tierras rojas bastante fértiles (alfisol). En las tierras arenosas, los efectos de N y P fueron muy reducidos; en cambio la respuesta al potasio fue elevada.

En las tierras rojas, las respuestas de los tres elementos fueron pequeñas y se notó una interacción negativa P x K. Cuando faltaba uno de estos elementos, especialmente K, se notaron aumentos apreciables de rendimiento.

Mohan Kumar (1978) describe los suelos y los requerimientos de fertilizantes para yuca en Kerala, India. Gran parte del área ocupada por este cultivo está en suelos lateríticos, de precipitación pluvial y temperaturas altas. Los principales problemas son la lixiviación, la acidez del suelo y la consiguiente inmovilización del P y una rápida pérdida de la materia orgánica. Se han obtenido buenos resultados con 100 kg de N y 100 kg de K_2O /ha/año, y al año por medio con 100 kg de P_2O_5 y 2 t de CaO ; también se tuvo una respuesta significativa a aplicaciones de Zn, Mo y S.

Howeler (1979) indica que, a pesar de que la yuca se desarrolla en suelos pobres y ácidos, este cultivo responde bien a la fertilización y de hecho tiene un requerimiento alto en P. En los Llanos Occidentales de Colombia se ha encontrado que el P es el elemento limitante;

aumentan al triple los rendimientos con aplicaciones de P. El mismo autor (Howeler, 1979) afirma que la yuca extrae grandes cantidades de K y este elemento puede agotarse por el cultivo continuado de yuca. En comparación con otros cultivos, la yuca tiene menor o igual requerimiento de nitrógeno. El exceso de N provoca crecimiento de follaje y reduce la síntesis del almidón. Por último, Howeler considera que mediante la selección dentro de un gran número de variedades, por su tolerancia a condiciones adversas de suelo, tales como acidez o poca disponibilidad de P, será posible obtener material genético que está excepcionalmente bien adaptado para desarrollarse en suelos pobres con un mínimo de fertilización.

Gomes y Howeler (1980) estudiaron la productividad de la yuca en suelos de baja fertilidad de Brasil; encontraron que la planta produce los mayores rendimientos con la aplicación de P. Las investigaciones de Brasil demuestran que aunque la absorción de N es alta, no siempre provoca aumentos de rendimiento. En algunos casos la productividad se ha reducido.

El contenido de P es bajo en muchos suelos yuqueros brasileños; cuando se ha aplicado, ha sido responsable de grandes aumentos en rendimiento de raíces.

Las aplicaciones de K producen pequeños incrementos de rendimiento pero son más efectivas que el N.

Generalmente los aumentos de rendimiento debidos a K y N se presentan más frecuentemente cuando el P está disponible.

Por último, Gomes y Howeler (1980) afirman que bajo las condiciones de Brasil, el contenido en almidón se ha incrementado consistentemente por la aplicación de fertilización, especialmente potásica.

Otro aspecto muy importante es el que se refiere a la fertilización del material de propagación en los "semilleros" para estacas. Keating, Evenson y Edwards (1979) hacen la observación de que mientras la prefertilización de la yuca 6 semanas antes de la cosecha de las estacas para propagación no tuvo efecto en el número final de esquejes que emergen de una plantación horizontal de 10 cm, por otra parte redujo significativamente el tiempo necesario para alcanzar el 90% de la emergencia final de 28.3 a 18.4 días.

El rendimiento de raíces frescas a los 233 días de ciclo fue significativamente aumentado de 14.7 a 17.5 t por este tratamiento.

Nitrógeno

El exceso de nitrógeno provoca el aumento de las sustancias proteicas en las raíces reservantes, en detrimento del contenido en almidón. Esto sería importante para la producción de harinas integrales de raíz de yuca para la alimentación animal, no en cuanto se refiere a la producción de almidones para uso industrial.

También el exceso de nitrógeno prolonga el ciclo del cultivo, lo que resulta útil en la producción de material de propagación (esquejes) o para la industria de harina de follaje de yuca.

Yingchol (1970), en Tailandia, estudia la aplicación de diversas dosis de N: 0-50-100-150 kg/ha. Todas las aplicaciones produjeron rendimientos superiores en raíces reservantes que en el caso del testigo sin N, pero 100 kg/ha de N fue la más adecuada.

En general se acostumbra a aplicar el N en dos dosis: la mitad con la plantación y el resto con la primera limpia o aporque. También hay una tendencia a la aplicación de N orgánico en lugar de mineral.

Albuquerque (1972) recomienda, para plantaciones de yuca en el nordeste brasilero, aplicaciones de 20 toneladas de estiércol por ha.

Holmes y Wilson (1979) estudian el efecto del suministro de N en el primer crecimiento en el desarrollo y en la actividad de nitrato reductasa de los cultivares de yuca.

Describen el crecimiento foliar, desarrollo y actividad de nitrato reductasa (ANR) de dos cultivares de yuca en relación con el suministro de N. Se encontraron diferencias en actividad de nitrato reductasa entre los cultivares y variaciones en actividad enzimática con ontogenia de hojas y planta. Ocurrieron disminuciones significativas en actividad de nitrato reductasa al tiempo de la iniciación del engrosamiento de las raíces, y fue coincidente con reducción en el coeficiente de crecimiento de los brotes.

El crecimiento de las hojas fue estimulado con alto suministro de N y la actividad de nitrato reductasa estuvo correlacionada con el coeficiente de crecimiento foliar y tamaño final de la hoja.

Los autores citados sugieren un rol regulador de la ARN en la distribución del asimilado.

Fósforo

La presencia del fósforo es necesaria para el proceso de fosforilación, básico en la síntesis del almidón. La deficiencia de este elemento afecta el desarrollo de las plantas; provoca enanismo y el follaje adopta un color verde oscuro. Debe hacerse una abonadura con fósforo, pues este elemento es muy bajo en los suelos tropicales, a pesar de que la cantidad que necesita la planta no es muy alta.

Cadavid (1980) estudia en Carimagua, Llanos Orientales de Colombia, el uso de diversas fuentes de P en el cultivo de la yuca. Usa cuatro niveles de P: 0-50-100-400 kg/ha, a base de rocas fosfóricas, superfosfato y escorias Thomas. Encontró una respuesta positiva hasta 100 kg/ha de P.

Potasio

Su presencia es fundamental en la fotosíntesis y en la traslocación de los carbohidratos. La deficiencia en K ocasiona una coloración bronceada en las hojas, seguida de una quemadura de los bordes.

Ashokan y Sreedharan (1980), en India, investigan el efecto del potasio en el cultivo de yuca. El máximo rendimiento se obtuvo con 112.5 kg/ha de K_2O . La materia seca y el almidón fueron afectados favorablemente por la fertilización potásica. El K produjo un descenso en la proteína cruda y en el contenido en HCN y mejoró la calidad de la yuca a la cocción.

Rajendran, Nair y Mohan Kumar (1976) trabajan en suelos laterítico-ácidos; encuentran que 100 kg de K_2O fue la dosis óptima de aplicación por hectárea. Se comprobó que al aumentar la dosis de N se aumenta la absorción de K, y que existe una correlación positiva entre rendimiento en raíces y absorción de NK.

Chan y Lee (1979) estudian las relaciones entre el rendimiento en raíces reservantes, contenido en almidón y rendimiento en almidón en yuca, con el contenido en K en el fertilizante, en el suelo y en las hojas.

Se obtuvieron correlaciones significativas entre el potasio aplicado y el potasio del suelo soluble en agua, y entre el potasio aplicado y el potasio contenido en las hojas. Sin embargo, el potasio en las hojas fue mejor índice de contenido de almidón que el potasio del suelo soluble en agua.

El óptimo de potasio en las hojas para máximo rendimiento en almidón fue de 2.11%. El coeficiente de fertilización de K para obtener este grado óptimo puede depender de los métodos de aplicación.

Acción de otros elementos

Calcio

El calcio está presente en los suelos tropicales como un catión intercambiable derivado de varios minerales calcáreos. Los valores de calcio intercambiable son generalmente bajos. La falta de calcio en el cultivo de la yuca afecta el desarrollo de las plantas; llega a provocar la muerte del brote terminal.

Manganeso

La deficiencia en manganeso provoca clorosis y es más frecuente en las áreas ocupadas por ultisoles y oxisoles, los cuales son pobres en nutrimentos. El manganeso está relacionado con el proceso de foto-

síntesis de la planta.

Los elementos menores

La deficiencia en los elementos: boro, zinc, cobalto y cobre, es rara en los cultivos de yuca y también en otros cultivos en los trópicos.

Aluminio

Oliveira (1979) estudia el comportamiento de la yuca sometida a 0—5—10 ppm de aluminio en solución nutritiva. Los primeros síntomas visibles de toxicidad son inhibición de crecimiento radicular y desarrollo anormal de las raíces. El aluminio redujo el número de hojas, la altura de las plantas, el área foliar y el contenido en materia seca total de la planta. La presencia de aluminio disminuyó el contenido en fósforo en la parte aérea y lo aumentó en el sistema radicular. Los efectos depresivos del aluminio sobre los contenidos de potasio, calcio y magnesio fueron mayores en el sistema radicular que en la parte aérea.

Cobre

En Malasia, Chew, Ramli y Joseph (1978) han observado deficiencias en cobre en plantas de yuca cultivada en suelos de turba. Estos suelos contienen 6 ppm de cobre. La deficiencia se corrige con aplicaciones de 2-10 kg/ha de sulfato de cobre. Las plantas con deficiencias en cobre presentan clorosis y deformidad de las hojas nuevas.

Materia orgánica

Los suelos tropicales dedicados al cultivo de la yuca son, en general, muy bajos en contenido de materia orgánica (entre 1% y 2%).

Micorriza

Zaag (1979) estudia los requerimientos de fósforo en la yuca tanto en presencia de micorriza vesicular-arbuscular, como en suelos donde la micorriza fue eliminada por fumigación.

El porcentaje de hojas de plantas de yuca no micorrizógenas (fumigadas) contenían invariablemente menos fósforo que las de las plantas micorrizógenas. En la parcela con bajo contenido en P, el P foliar disminuyó de 0.30 a 0.11% cuando se evitó la formación de micorriza. De igual manera las concentraciones de K y S en las hojas disminuyeron en un 30% y el Zn en un 10%; no hubo evidencia que la

micorriza promoviera la absorción de calcio. Según Zaag (1979) estos resultados dan una base para explicar por qué los requerimientos de la yuca en cultivo en solución nutritiva son tan altos, mientras que la yuca no responde a la fertilización con fósforo en el campo.

Edwards y Asher (1979) estudian el efecto de la esterilización del suelo y de la inoculación de micorriza en el crecimiento, la absorción de nutrientes y la concentración de fósforo en la yuca, con los siguientes resultados:

Estacas de yuca inoculadas y no inoculadas con micorriza, se cultivaron tanto en un suelo oxisols esterilizado con bromuro de metilo, como no esterilizado, el cual había recibido 8 niveles de P (0 a 16 t/ha).

Todas las plantas sin aplicación de P fueron extremadamente deficientes en P, ya fueran tratadas o no con micorriza. Aplicación de P de 0.5; 1 y 2 t/ha en plantas inoculadas aumenta significativamente el crecimiento vegetativo y la producción de materia seca, especialmente en el suelo esterilizado. Las plantas inoculadas cultivadas en el suelo esterilizado permanecieron extremadamente deficientes en P, aun con 2 t/ha de este elemento, debido a la ausencia de la asociación micorriza.

En el suelo esterilizado, la inoculación aumentó tanto la materia seca y el P absorbido por cerca de 50% a 0.5 t/ha de aplicación. La asociación micorriza fue efectiva en aumentar los rendimientos con aplicaciones intermedias de P de 0.5-2 t/ha.

CULTIVO

Tumba del monte y proporción de suelos

Limpia del rastrojo alto: 24 jornales, por hectárea.

Limpia del rastrojo bajo: 15 jornales, por hectárea.

El campesino de la costa del Ecuador planta directamente las estacas de yuca en suelo sin preparar, haciendo un hoyo y removiendo la tierra. Esta es una buena práctica en los suelos con pendiente para evitar la erosión. En suelos planos se hace necesario preparar el suelo; las labores que se realicen dependen del clima, tipo de suelo, topografía y grado de mecanización. En suelos arenosos las labores serán mínimas. En suelos franco-arcillosos es conveniente efectuar una rotura y cruzar con arado 30 días antes de la plantación para enterrar vegetación y semillas de malezas y airear el suelo; también es la oportunidad de aplicar cal. Las labores de preparación de suelo se completan con uno o dos rastrajes con discos; algunas veces es conveniente efectuar una micronivelación.

En el caso de que el campo que será plantado con yuca sea una

pradera de varios años, es necesario efectuar un subsolado para destruir la capa comprimida por efecto del pisoteo del ganado. Como última labor se realiza el rayado, con el propósito de facilitar la plantación manual en línea de las estacas de yuca.

Leesburg (1985) muestra (ver Fig. 22) el cultivo de yuca en un suelo con 10% de pendiente, condición ésta bastante frecuente en las regiones yuqueras del trópico americano. La yuca en monocultivo tuvo los cuatro primeros meses una fuerte erosión; posteriormente el cultivo cubrió el suelo y ésta se detuvo. En la yuca intercalada ocurrió en el primer período igual fenómeno, pero se acentuó con las tres limpias practicadas a los cultivos acompañantes.

Cuadro 51. Pérdida de suelo y sus componentes debida a erosión por producción de yuca, con una preparación tradicional comparada con un sistema mejorado de cultivo. Tomate 30%. Sta. Rosa, Cauca, 1980-1982.

Sistema de	Pérdida de suelo (t/ha)*	MO**	PERDIDA kg/ha			
			Ca	K	M/g	P
Preparación tradicional (área total) no fertilizada	33.4	9 800	14	3	2	0.2
Preparación en franjas con barreras de grama, fertilizada	7.4	1 800	7	1	0.5	0.1

* = suelo seco ** = materia orgánica.

Altitud 1 700 msnm. Lluvia 1 500 mm/año. Temp. m. 18°C. Suelo muy ácido, bajo en P, alto en MO. Yuca 18 meses ciclo.

Fuente: CIAT. Informe Anual 1982-83.

Resultados del CIAT (1982-83), en cultivos de yuca en suelos con 30% de pendiente, muestran lo inconveniente de esta labor efectuada en la forma tradicional. Se provocó una pérdida total de suelo de 33.4 t/ha, comparado con el cultivo de la yuca en franjas con barreras de grama fertilizada, en que la pérdida fue sólo de 7.4 t/ha. También ocurren grandes pérdidas en el contenido en materia orgánica (Cuadro 51).

El caso extremo de cultivo de la yuca en suelos con 45% de pendiente, es indicado por Howeler (1984) en Agua Blanca, Cauca, Colombia. La Fig. 23 muestra que en esta situación lo más conveniente es no preparar todo el suelo, sino solamente el hoyo de plantación de la estaca.



Fig. 21. Distribución geográfica del género *Manihot*. (Rogers y Appan, 1973).

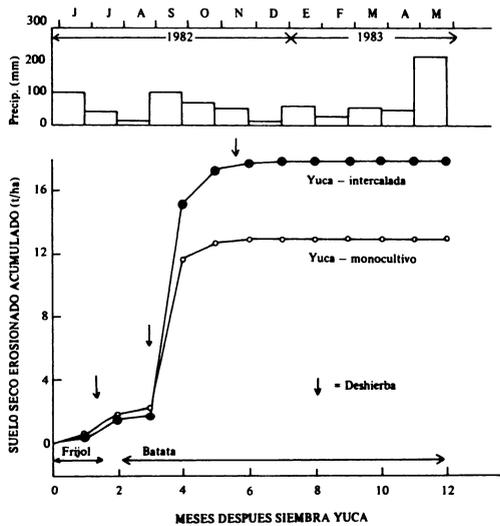


Fig. 22. Pérdida acumulada de suelo en yuca monocultivo y en yuca intercalada con frijol habichuela, seguida por batata, en un suelo con 10% de pendiente en Monción, República Dominicana. Arriba se muestra la distribución de la lluvia durante el ciclo de crecimiento.

Fuente: Leesburg, 1985.

Propagación

Almacenamiento en las estacas

Diversas investigaciones, sumadas a la experiencia de los agricultores y campesinos, han mostrado que en el almacenamiento de estacas de yuca los mejores resultados se obtienen con material de estacas frescas, en lo posible recién cosechadas, pero cuyo material esté maduro.

Esto no siempre resulta posible, ya que por ser la yuca un cultivo de secano —hasta ahora— es necesario esperar el comienzo de la estación de lluvias para iniciar la plantación.

Para conservar las estacas de yuca se han utilizado diversos métodos, cuyos resultados son aproximadamente: bajo arena, 80% de brotación; a la sombra en posición vertical, 70% ; a la sombra en posición horizontal, 50% ; en cámara fría, 20% . (Leihner y Andrade, 1982). La calidad de las estacas almacenadas depende del estado sanitario, la pérdida de reservas por brotación y de la deshidratación.

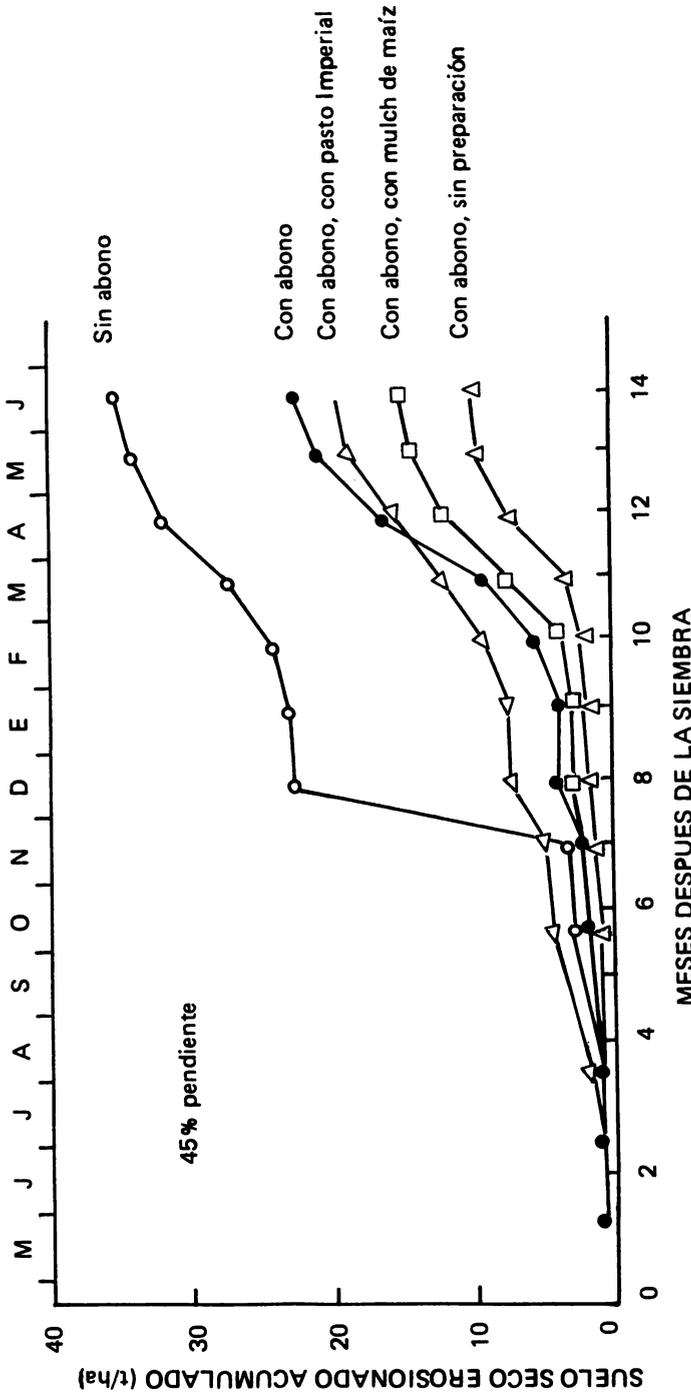
Lo mejor es conservar el material de propagación en forma de estacas largas, o estaciones, para evitar la deshidratación, y darle al ambiente un 80% de humedad relativa. Es posible, bajo buenas condiciones, almacenar estacas hasta por 5 meses.

Longitud de las estacas

La dimensión más utilizada es de 20-30 cm, con 4-6 yemas y grueso adecuado. Con nuevas introducciones o variedades obtenidas por mejoramiento genético se ha tenido éxito en el empleo de estacas de 1-2 yemas, a las cuales se hacen varias cosechas de plantitas en forma sucesiva; pero esto sólo es posible realizarlo en estaciones experimentales, donde se cuente con facilidades de viveros y de personal especializado. En el campo se logra una baja brotación; resultan muy susceptibles a una rápida deshidratación y fácilmente son invadidas por patógenos.

La producción de brotes en la cama de propagación fue mayor que bajo neblina intermitente. La humedad relativa fue la misma en ambos casos, pero la temperatura varió de 22.8–45.1°C en la cama de propagación y de 20.2-32.2°C bajo la neblina intermitente. La propagación de la yuca bajo el sistema de 1 y 2 yemas y en camas de propagación ofreció la oportunidad de producir hasta 18 000 estacas en un año, partiendo de una planta.

Fig. 23.—Pérdida acumulada de suelo por erosión debido a varias prácticas culturales en yuca sembrada en Agua Blanca, Cauca, 1982-1983.



Fuente: Howeler, R.H. Prácticas conservación suelos. 1984.



Fig. 24.—Sistema rústico de almacenamiento de estacas para propagación.

Cuadro 52. Efecto del ambiente y largo de las estacas en la producción de brotes a los 40 días de vegetación. (Variedad: M Col 1438).

Largo de estacas	Neblina	Intermi- tente	AMBIENTE Cama de propagación corriente		Promedio	
	Brotos por estaca	Brotos por nudo	Brotos por estaca	Brotos por nudo	Brotos por estaca	Brotos por nudo
1 nudo	0.9	0.9	1.1	1.1	0.9	1.1
2 nudos	1.4	0.7	2.9	1.4	2.2	1.1
10 cm	1.8	0.5	3.1	0.9	2.5	0.7
20 cm	3.0	0.5	4.2	0.9	3.6	0.7
Prom.	1.8	0.6	2.8	1.1	2.3	0.9

D.M.S. (0.05): Entre largos de estaca = 0.22

Brotos x nudo: Entre ambientes = 0.15

Fuente: Wholey y Cock, 1973.

Desinfección de las estacas

Para el éxito de una plantación de yuca es conveniente emplear estacas sanas, tanto en cuanto a ataque de enfermedades como de insectos y ácaros.

En todo caso, para prevenir cualquier tipo de enfermedad o ataque de insectos se recomienda tratar las estacas antes de la plantación, durante 5 minutos, en un baño compuesto de fungicidas e insecticidas.

El CIAT (1982) recomienda el siguiente tratamiento:

PRODUCTO		DOSIS
Nombre comercial	Nombre técnico	Gramos de producto comercial por litro de agua
Dithane M-22	Maneb	2.2
Antracol	Propineb	1.25
Vitigran 35%	Oxicloruro de cobre	2.00
Malation PM 4%	Malatión*	5.00

* Si se usa CE 57% utilizar 1.5 cc.

Los fungicidas dan protección contra los hongos del suelo durante dos meses, aceleran y aumentan la brotación de las estacas, e inducen el enraizamiento.

Métodos de plantación

En los suelos con pendiente está generalizada la práctica de trazada y hoyada. Se remueve el suelo con pico o azadón en forma circular, en un diámetro de 30 cm. Esto ocupa 8 jornales por hectárea. En los suelos con pendientes inferiores a 8% y en los planos, existen diversos métodos de plantación. En plano, se raya el suelo y se plantan las estacas —casi siempre en forma horizontal—; posteriormente se tapan y se completa la labor con el pase de un rastrón de madera grueso. Es conveniente ejecutar la plantación en plano en suelos arenosos o en suelos de consistencia media, cuando la plantación se efectúa a finales de la estación seca, para evitar —debido a la menor superficie de exposición del suelo— una gran evaporación. El método de plantación más utilizado es en camellones; se les da a las plantas un mayor cubo de tierra para el desarrollo de las raíces reservantes o yucas; también evita la humedad excesiva provocada por las lluvias, especialmente en suelos pesados donde existe daño a las raíces, ya que facilita el drenaje. También se recomienda utilizar camellones en suelos poco profundos. Algunas veces, cuando hay exceso de lluvia, es conveniente hacer el cultivo de la yuca en platabandas convexas de 1.60-1.80 de ancho, que abarquen dos hileras de plantas.

La plantación puede ser manual, como se ha indicado para los suelos con pendiente, o bien mecánica. Las máquinas plantadoras pueden abarcar 1-2-3 ó 4 hileras y hacen conjuntamente las labores de rayado, surcado, abonado, plantación de las estacas y aporque. Es conveniente tener preparado bastante material de estacas y de abono para no paralizar la labor. De esa forma es posible plantar 10 o más hectáreas por día, ocupando 8 operarios. La ventaja de la plantación mecánica, aparte de las señaladas, es que deja una distancia uniforme entre las hileras, lo que permite posteriormente el tratamiento de plagas y malezas, y la cosecha mecanizada.

Posición de las estacas

Las estacas pueden colocarse horizontales, oblicuas o verticales, ya sea en el fondo del surco, sobre el camellón o bien en suelo plano.

El sistema horizontal es el más indicado cuando se planta en la estación seca, porque así se evita la deshidratación de las estacas y se puede utilizar la máquina plantadora. Por lo general, en este sistema se emplean estacas cortas (15 cm) que se colocan 5-6 cm bajo la superficie del suelo. Una o dos yemas de la estaca dan origen a tallos aéreos; al nivel de los nudos nacen raicillas fibrosas, las que también aparecen en los cortes y heridas de las estacas.

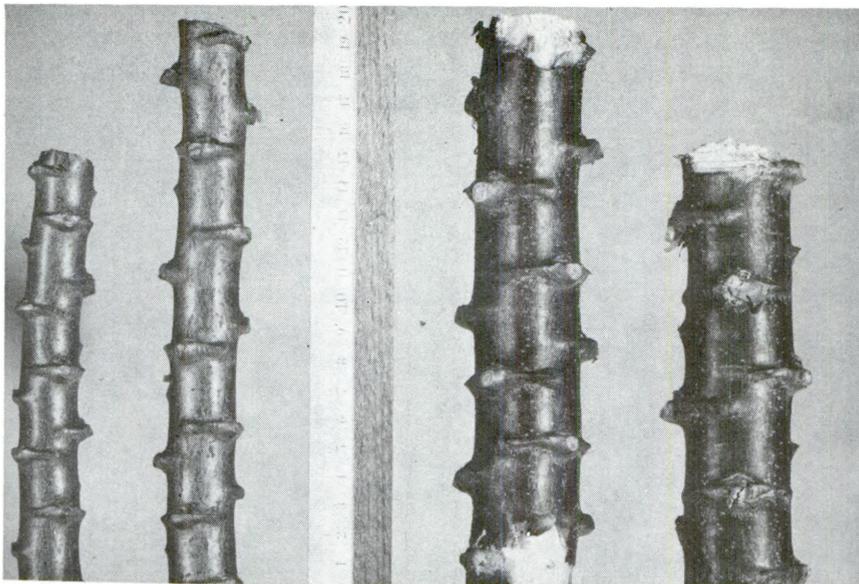


Fig. 25. Estacas o esquejes de yuca de 20 cm de largo y con un corte limpio en bisel (izquierda), apropiadas para plantación. Lado derecho: estacas inapropiadas.



Fig. 26. Sistema de plantación de yuca oblicua, con labor manual. Se usa a 12 entradas de la estación de lluvias.

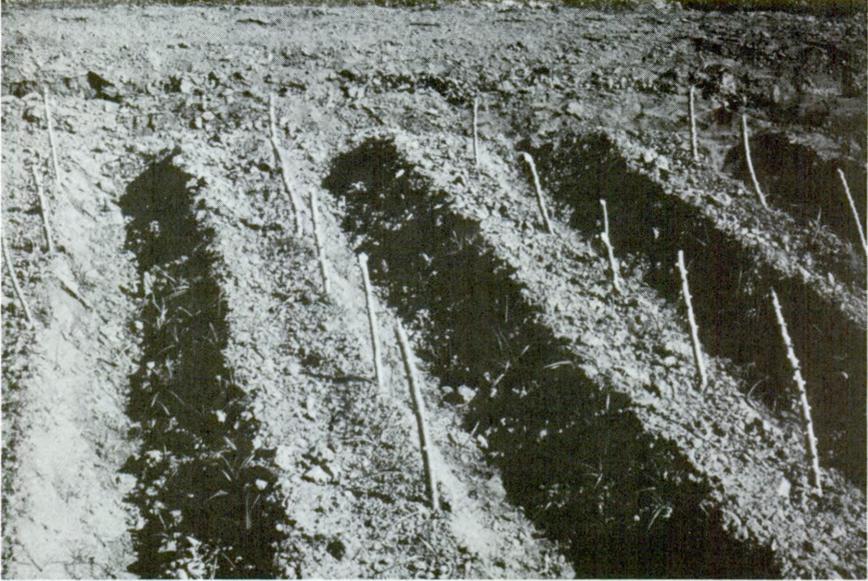


Fig. 27. Sistema de plantación de yuca oblicua, con labor manual. Se usa a la entrada de la estación de lluvias.



Fig. 28. Sistema de plantación de región amazónica venezolana. Roza del bosque y quema. Después se abren hoyos individuales en los lugares en que se colocarán estacas de yuca.

En los sistemas vertical e inclinado se dejan 2-3 yemas fuera del suelo.

Normanha y Pereira (1964) recomiendan para Brasil estacas de 20-25 cm, plantadas horizontalmente en el fondo del surco a 10 cm de profundidad.

Madurez de las estacas

Las estacas se clasifican en basales, medias y apicales, según su ubicación en el tallo de las plantas que les dan origen; esto corresponde a estacas de madera madura, medio madura y tierna.

Existe una indicación general sobre la conveniencia en el uso de las estacas maduras y medio maduras, las que darían plantas más vigorosas que las de la parte apical.

Chan (1969), en Malasia, al utilizar estacas provenientes de diversas ubicaciones del tallo obtuvo los resultados señalados en el Cuadro 53.

Cuadro 53. Rendimiento en raíces reservantes frescas (t/ha) provenientes de estacas de diversas ubicaciones.

Ubicación en el tallo	Largo de la estaca (cm)			Promedio
	7.5	15.0	21.5	
Basal	35.46	32.01	41.89	36.45
Medio	33.88	36.21	40.08	36.72
Apical	35.41	36.67	39.27	35.79
Promedios	34.92	35.64	40.40	36.33

DMS (0.05) entre largo de estacas = 3.33 t

DMS (0.05) entre ubicaciones del tallo = 3.33 t

CV = 10.9%

Fuente: Chan, 1969.

El análisis del Cuadro 53 muestra que el largo de la estaca de 21.5 cm fue el mejor; no hubo diferencias significativas entre las estacas según fuera su ubicación en el tallo de la planta original.

Los antecedentes anteriores nos hacen concluir que las mejores

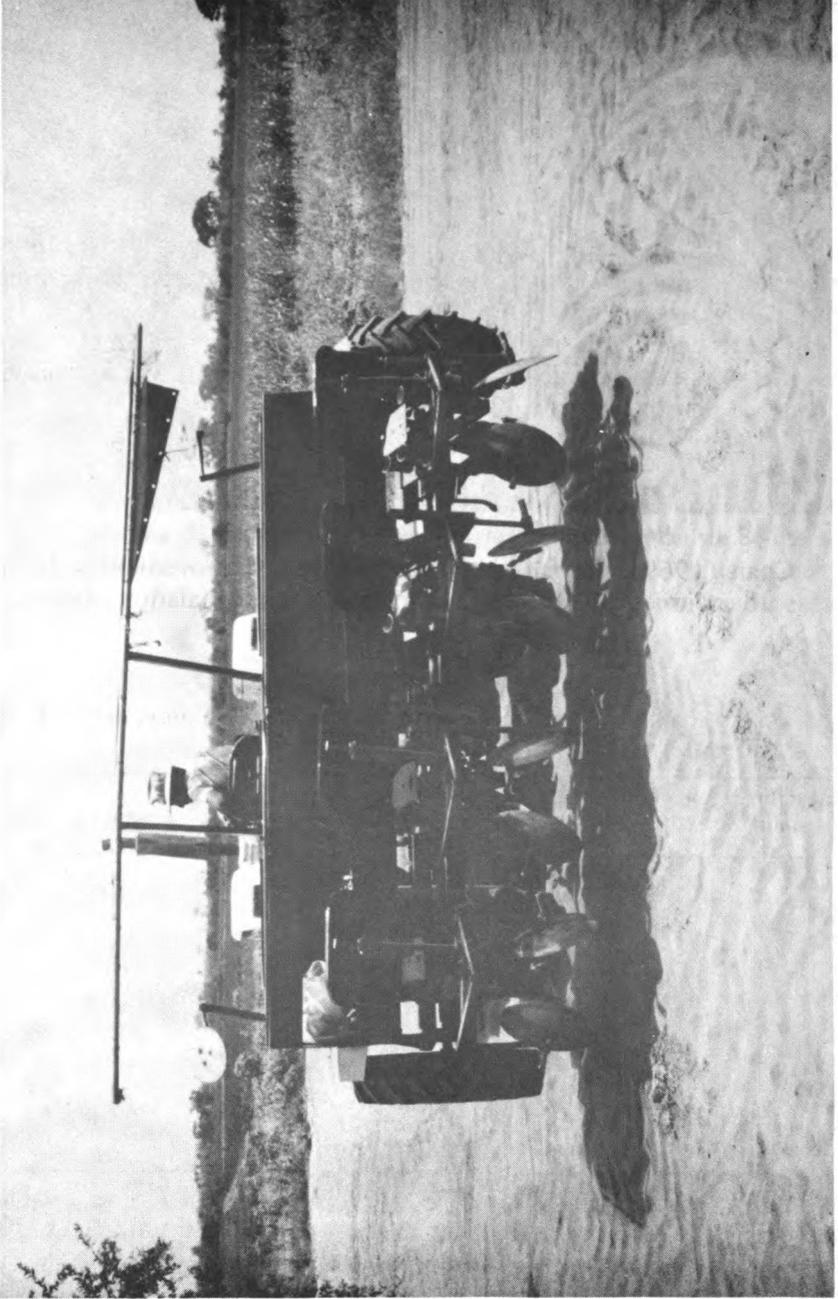


Fig. 29. Plantadora-abonadora de yuca de 4 hileras.

estacas son las maduras, vigorosas y sanas, que permitan una buena nutrición de los brotes y una resistencia a períodos de escasez de agua y presencia de plagas, especialmente hormigas del género *Atta*.

Épocas de plantación

La época de plantación más adecuada para la yuca es el comienzo de la estación de lluvias. A veces es necesario producir material de propagación, razón por la cual se debe modificar la época normal de plantación y complementarse el cultivo con riegos cuando sea necesario. También se modifica la época óptima de plantación cuando es necesario producir por una larga temporada para abastecer una fábrica de harina de yuca o de almidón. Cuando la lluvia está repartida todo el año, o hay dos períodos lluviosos, la época de plantación podrá modificarse de acuerdo con las demandas del mercado o los planes de la industria yuquera.

Tongham *et al.* (1978) estudian en Tailandia las épocas de plantación más adecuadas y establecen que la mejor es la entrada de lluvias; idénticos resultados son obtenidos por Castro (1980) en los Departamentos del Meta y Magdalena, en Colombia.

En el supuesto de que en el área a plantar en una finca hubiera diversos tipos de suelos, los sueltos y arenosos deberían plantarse primero.

Algunas veces la época de plantación se ve limitada por la disponibilidad de material adecuado de propagación.

Profundidad de plantación

Da Silva (1970a) plantó estacas a 5, 10 y 15 cm de profundidad. Los mejores rendimientos en raíces reservantes se obtuvieron de las plantas provenientes de estacas plantadas a 5 cm. Los resultados de Da Silva permiten suponer que la profundidad de plantación debe estar directamente relacionada con la textura del suelo. En suelos francos, con una mejor estructura, y por ende una mejor aireación, la profundidad de 5 cm puede ser la mejor. En suelos más livianos se puede llegar a 10 cm, buscando mejor arraigamiento de la planta y una mayor disponibilidad de agua para los períodos secos.

Número de estacas por punto de plantación

Conviene colocar una sola estaca sana en cada punto de plantación. En ciertas localidades los campesinos usan 1-2-3 estacas por ho-

yo de plantación y eliminan luego las que dan origen a plantas débiles; esta práctica es de dudosos resultados.

Poblaciones

En Colombia, CIAT (1970) en un ensayo en que se plantaron 2 000 y 8 000 plantas por hectárea de yuca, se encontró que las diversas variedades tienen distintas densidades óptimas de plantación, que van de 5 000 a 9 000 plantas por hectárea. Furtado (1980), que trabajó en Brasil en un latosol rojo, recomienda las distancias de 1.0 x 0.60 m para los cultivares erectos. Se estima, como recomendación general, para la producción de raíces reservantes de yuca para la industria, utilizar poblaciones de 8 300 (1.20 x 1.00 m) o 10 375 (1.20 x 0.80 m) plantas por hectárea; para la producción semimecanizada para elaboración de casabe y almidón, poblaciones de 12 500 (1.00 x 0.80 m). En los cultivos campesinos la población dependerá de la asociación de cultivos, del hábito de crecimiento de la planta de yuca y de la fertilidad del suelo.

Replantación

Cuando el porcentaje de brotación de las estacas no es uniforme, debido a la mala calidad del material de propagación, o por exceso de lluvias, puede ser conveniente hacer una replantación. Esta operación no debe ir más allá de un mes de la fecha original de plantación. Se recomienda efectuarla con estacas en posición inclinada y algo más larga que las normales. En todo caso el factor económico determinará si la labor se efectúa.

Reabonamiento

Cuando el campo de yuca se presenta débil y con manchas cloróticas en los primeros estados del desarrollo, es necesario efectuar un reabono con 100-150 kg de urea. En los cultivos industriales es conveniente efectuar esta labor en forma aérea, debido a la mayor efectividad y el menor costo.

Aporque

En cultivos no mecanizados se acostumbra a realizar un aporque al cultivo a los 2-3 meses de vegetación, con el objeto de formar jun-

to al pie de la planta un cubo de tierra donde las raíces reservantes puedan desarrollarse en buena forma. En los cultivos mecanizados, que por lo general están en camellones, lo que se hace es una limpia y escarda del camellón.

Hormonas

Algunas veces se recomienda el tratamiento de las estacas con hormonas sintéticas u otras sustancias, para provocar una mejor brotación. También se acostumbra a dar algunos cortes a la capa epidérmica de las estacas, con el propósito de provocar mayor formación de raíces desde los tejidos internos.

Cuadro 54. Tratamiento de estacas con hormonas.

Estacas de 40 cm	Largo de las raíces a los 60 días de plantación (cm)
Acido idolacético, 800 ppm	20.6
Acido naftalenoacético 800 ppm	27.9
Sacarosa 10%	28.0
Agua	14.3

Fuente: Montaldo, 1972.

En la experiencia reseñada en el Cuadro 54 se puede ver las ventajas de sacarosa y ácido naftaleno acético en cuanto al largo de las raíces a los 60 días de plantación.

Control de malezas

La eliminación de las malezas durante el primer desarrollo de la yuca constituye una práctica de primera importancia. Esto es muy necesario, pues la plantación, cuando es posible, se efectúa a la entrada de la estación de lluvias, ocasión en que las semillas de las malas hierbas encuentran condiciones muy adecuadas de humedad y temperatura para germinar.

Una baja frecuencia de malezas se obtiene por medio de un buen esquema de rotación de cultivos y con una oportuna y adecuada preparación de los suelos.

El uso de herbicidas de aplicación preemergente es efectivo en este cultivo. Esta práctica ha obligado a cambiar los sistemas de plantación y secuencia de las labores.

Cuadro 55. Herbicidas para control de malezas en yuca.

Nombre técnico	%	Nombre comercial	Dosis producto comercial	Momento aplicación	Tipo de malezas
Diurón	28	Karmex DL	2 kg	PE	anuales
Linurón	50	Lorox, Afalón	2 kg	PE	anuales
Fluometurón	80	Cotorán 80 PM	2 kg	PE	anuales
Alaclor	45	Lazo	4-6-1	PE	gramíneas
Dalapón	74	Dowpón, Basfapón	8 kg	PsE	gramíneas

Del contenido del Cuadro 55 puede deducirse que la aplicación de herbicidas debe hacerse de preemergencia en plantaciones efectuadas con estacas horizontales.

Los mejores productos mencionados son: diurón, linurón y fluometurón en dosis de 2 kg/ha. Debe considerarse la indicación de Albuquerque (1971) sobre la acción desfavorable de las triazinas. Otro punto que debe tenerse en cuenta es el resultado económico del tratamiento con herbicidas, especialmente en localidades donde haya abundante mano de obra desocupada.

Un problema grave, es la continua invasión del coquito o corociilo, *Cyperus rotundus*, presente en las diversas regiones yuqueras del continente, que no es controlado eficientemente y en forma económica por los herbicidas corrientes.

Cuadro 56. Control de postemergencia de malezas en yuca. Efecto de la desmalezadura entre hileras y entre plantas, comparado con control completo y sin desmalezar en los parámetros de rendimiento. Caribia, Costa Norte de Colombia.

Tipos de control	Largo raíces (cm)	Perímetro raíces (cm)	Número de raíces comerciales por planta	Rend. total raíces (t/ha)
Completo	22.0* a	22.3 a	8.9 a	23.4 a
Entre plantas	22.7 a	22.2 a	7.6 b	18.4 b
Entre hileras	22.5 a	20.5 a	5.6 c	12.5 c
Sin desmalezar	17.3 b	17.2 b	1.9 d	2.5 d

* = Prueba Duncan P = 0.05

Plantación en camellones

Fuente: CIAT, Informe Anual 1982-83.

Cuadro 57. Rendimiento en raíces de yuca en tres localidades con cinco tratamientos de control de malezas de postemergencia comparado con el proceso sin desmalezar.

Sistemas de control de malezas en yuca	Palmira		Carimagua		Caribia	
	Orden	t/ha	Orden	t/ha	Orden	t/ha
Cultivadora tractor	3	51.9 ab*	5	14.9 b		
Desmalez. a mano	4	52.9 ab	1	20.6 a	1	28.0 a
Herb. 2: 1 agua-glifosato	4	51.1 ab	4	17.6 ab	2	23.9 ab
Herb. bajo volumen 3 l/ha goal (oxifluorfen) + 1 l/ha gramoxone en 30 l de líquido	1	58.3 a	2	19.4 ab	3	18.9 bc
Herb. igual anterior a alto volumen en 400 l de líquido	5	47.9 b	3	18.0 ab	4	15.4 c
Sin desmalezar	6	47.3 b	6	9.5 c	5	1.4 d

Cultiv. tractor: 15 y 45 días después plantación

Desmalez. mano: 2-3 azadón hasta cierre hilera. Cosecha: 12 meses

* = prueba Duncan. P < 0.05.

Fuente: CIAT, Informe Anual 1982-83.

Control de plagas y enfermedades

Larvas taladradoras de los esquejes. Se controlan al momento de preparar los esquejes para la plantación. Se eliminan las estacas con signos de estar perforadas y habitadas por larvas. Las estacas seleccionadas como sanas se sumergen en una solución insecticida-fungicida.

Cachudo de la hoja, Cachón o Vívora, se le llama a la larva del lepidóptero *Erinnyis ello*. Cuando se presenta en cantidad causa fuertes pérdidas en el follaje de las plantas. Para cultivos industriales aplicar en forma aérea algún insecticida. Algunas veces son necesarias dos aplicaciones. Plaga ocasional; no se presenta todos los años.

Trips. Los adultos y las ninfas atacan las hojas nuevas, observándose áreas cloróticas. En caso de ataques intensos pueden llegar a morir los brotes o a detener el desarrollo de las plantas. Se controla con clorobencilato o bien agua a presión.

Hormigas o Bachacos, *Atta sexdens* y *Acromyrmex octospinosus*. Causan defoliación en las plantas de yuca. Se debe aplicar a la entrada de los hormigueros mirex 10 g/m² u otro producto adecuado.

Acaros. Son varias especies y se presentan especialmente en la esta-

ción seca; causan deformaciones en las hojas. Se controlan con clorobencilato.

Contra las enfermedades causadas por virus, bacterias y hongos no se hace ningún control sistemático por no existir, en las diversas zonas de producción, una evaluación económica de las pérdidas que ocasionan.

Hasta ahora se recomiendan algunas variedades de yuca con resistencia genética a algunas de ellas.

Riego

Los antecedentes sobre riego en el cultivo de la yuca son escasos; sin embargo por la importancia que está adquiriendo el cultivo, especialmente en su fase industrial, es posible que a corto plazo se utilicen buenos suelos bajo riego para esta planta.

En el Cuadro 58 se presentan los resultados obtenidos por Sena y Campos (1973) en Brasil, al cultivar yuca en un suelo latosol de textura arcillo-arenosa. El cultivo estuvo sometido a las siguientes frecuencias de irrigación: 10 días, 14 días, 18 días y testigo sin riego.

Cuadro 58. Distribución comparativa del sistema radicular de la yuca a diversas profundidades en un suelo latosol, sometido a diversos períodos de riego. Rendimiento en raíces y porcentaje de este valor.

Profundidad cm	Período de riego							
	10 días		14 días		18 días		Sin riego	
	Peso g	%	Peso g	%	Peso g	%	Peso g	%
0-10	2 051.2	97.56	3 004.5	90.96	1 925.1	98.41	179.4	28.81
10-30	44.7	2.13	243.6	7.37	22.8	1.17	387.6	64.01
30-60	5.6	0.31	43.3	1.31	8.2	0.42	25.9	4.18
60-90	—	—	12.0	0.36	—	—	7.0	1.13
90-120	—	—	—	—	—	—	7.7	1.24
120-140	—	—	—	—	—	—	3.8	0.62
	2 102.5		3 303.4		1 956.1		621.4	

Fuente: Sena y Campos, 1973.

Se puede observar en el Cuadro 58 que el 97.56% ; 90.96% ; 98.41% y 28.81% de la producción de raíces frescas se localizan en la capa superficial comprendida entre 0–10 cm, y que las plantas no regadas produjeron el 64.1% en la capa inmediatamente inferior de 10–30 cm. El máximo rendimiento se produjo con una frecuencia de riego cada 14 días, seguido del riego a 10 días y 18 días, respectivamente. Las parcelas sin riego rindieron aproximadamente el 20% de lo obtenido en las parcelas regadas cada 14 días.

Poda

Algunos cultivadores podan la vegetación de la yuca a 10 a 15 cm del suelo, después que ésta cumple el primer ciclo de desarrollo de los 8 a 10 meses; sin embargo, no está clara la conveniencia de esta práctica. La poda se justifica en caso de un intenso daño del cultivo por insectos taladradores y también en las regiones en que hiela, donde es necesario guardar esquejes para propagación en buenas condiciones para la siguiente temporada de plantación (Henaín y Cenoz, 1971).

En un trabajo realizado por Montaldo (1976), en Maracay, se vio que la poda de la yuca a los 8 meses, en cultivares que se cosechan normalmente a los 12 meses, permite una mayor cosecha de follaje para ser utilizado como fuente de proteína en la alimentación animal, sin deterioro aparente de la producción de raíces reservantes.

Rotación de cultivos

Con el desarrollo de los cultivos mecanizados de yuca para usos industriales, actualmente se emplean varios sistemas de rotación en que la yuca entra como cultivo individual. Los más utilizados son: maíz, maní, banano o plátano (2 años), yuca.

Tipos de rotación:

pasto guinea – yuca – maíz – pasto guinea – arroz – leguminosas – algodón – yuca – maíz – hortalizas (riego) – yuca – caña de azúcar – leguminosa forrajera – ñame u ocumo asociado con maíz – yuca – leguminosa granífera.

El largo de los períodos vegetativos y el lapso de ajuste de estos cultivos variará de acuerdo con las estaciones en que se establezcan, sean éstas seca o húmeda, o a las disponibilidades de riego artificial complementario, por lo cual no se han indicado períodos de años.

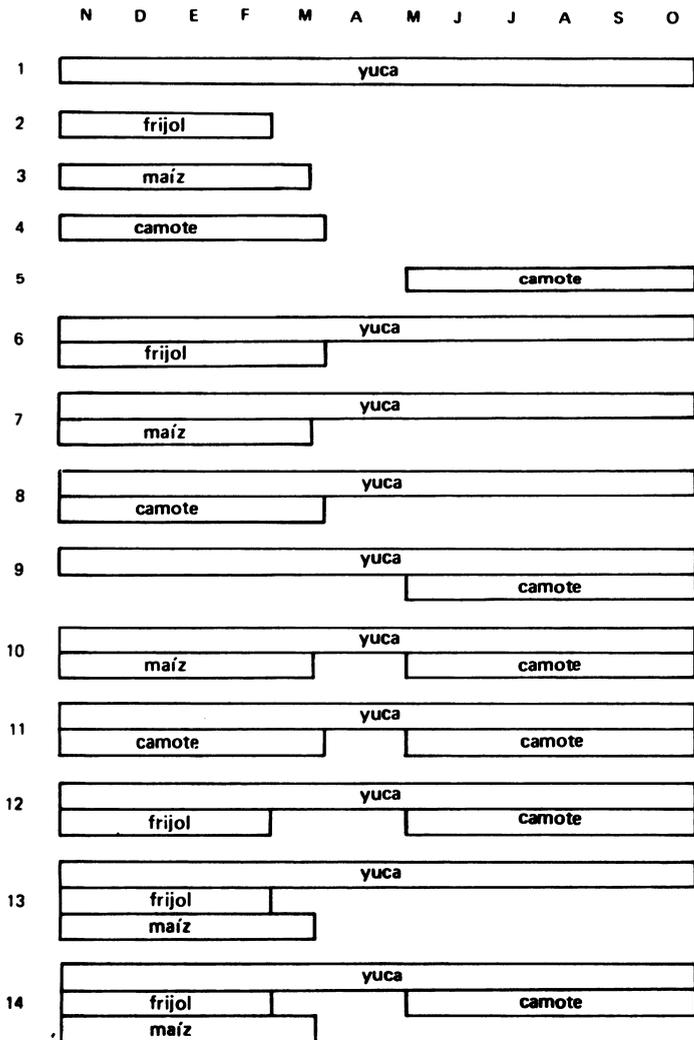
En caso de disponibilidad de suelos, se pueden efectuar rotacio-

nes más largas, incluyendo un cultivo de leguminosas de cobertura, en lugar de barbechos descubiertos. Estos destruyen la materia orgánica y desmejoran la estructura del suelo.

Arraudeau (1969), al referirse al uso de abonos verdes en el cultivo de la yuca en las Filipinas, recomienda las especies *Crotalaria*, *Tephrosia* o *Vigna*.

En alguna parte se emplea la yuca como sombra temporal para el establecimiento de plantaciones de café o cacao.

Asociación de cultivos



Cuadro 59. Yuca. Rendimiento por cultivo solo o asociado (t/ha)

Cultivos	Yuca					Carnote			% del cultivo solo			RET
	Yuca	Frijol	Maíz	Camote-1	Camote-2	Y	F	M	C-1	C-2		
Y	16.8					100					1.0	
F		1.4					100				1.0	
M			2.9					100			1.0	
C-1				10.5					100		1.0	
C-2					4.7					100	1.0	
Y + F	15.2	1.4				90.5	104.2				1.95	
Y + M	7.8					46.4		93.6			1.40	
Y + C-1	9.7		2.7	6.2		57.7			59.6		1.17	
Y + C-2	18.6				4.1	110.9				88.4	1.99	
Y + C + C-2	8.6		3.4	5.5	3.6	51.6		117.6		76.2	2.45	
Y + C-1 + C-2	11.4				3.5	68.3			52.7	74.1	1.95	
Y + F + C-2	18.5	1.2			1.9	110.3				40.5	2.42	
Y + F + M	11.0	0.7	2.9			65.8	90.6				2.20	
Y + C-1 + C-2	7.8	0.7	2.9		3.8	46.5	55.1			81.0	2.82	

RET = Relación de equivalencia de tierra

Y = yuca F = frijol M = maíz

C-1 = Camote en plantación conjunta con yuca

C-2 = Camote a los 5 meses finales ciclo yuca

Cuadro 60. Especies, variedades, distancias de plantación y densidad en asociación de cultivo.

Especie	Variedad	Distancias de plantación		Densidad de plantas
		En la hilera	Entre hileras	
Frijol (<i>P. vulgaris</i>)	CATIE-1	0.5	x 0.2	100 000
Maíz (<i>Z. mays</i>)	Tuxpeño	1.0	x 0.5	40 000
Camote (<i>I. batatas</i>)	G-15	0.5	x 0.4	50 000
Yuca (<i>M. esculenta</i>)	Valenca	1.0	x 0.5	20 000

Fuente: Moreno y Hart, 1978.

El cultivo de la yuca, en los tres primeros meses de su desarrollo, no utiliza bien los factores de crecimiento: luz, agua y nutrientes; por lo tanto, es conveniente intercalar un cultivo de ciclo corto. Igualmente el cultivo de yuca, en los últimos meses, no intercepta toda la luz incidente; no absorbe gran cantidad de nutrientes y agua. Aquí también conviene intercalar otro cultivo de ciclo corto.

Algunos tipos de asociaciones

Yuca ciclo largo

Yuca – Maíz

El maíz en la entrelínea al momento de la plantación de yuca. A la cosecha (130 días, maíz) es posible esperar 600 kg de maíz y 10-15 t de yuca (300-360 días).

Yuca – Frijol (*Vigna sinensis* (caupí))

El frijol se siembra en el mismo surco que la yuca después de la primera desmalezadura.

Rendimientos esperados: 200 kg de frijol y 20 t de yuca.

Yuca – Camote (*Ipomoea batatas*)

Yuca – Taro (Papa china) (*Colocasia esculenta*)

Plantación conjunta. Cosecha camote a los 5-6 meses. Taro, 8 meses.

Yuca ciclo corto

Caña de azúcar –	Yuca
Cacao –	Yuca
Palma africana (<i>Elaeis guineensis</i>) –	Yuca
Caucho (<i>Hevea brasiliensis</i>) –	Yuca

En general hay poco rendimiento en yuca cuando los cultivos permanentes han pasado su fase inicial.

Cosecha

El engrosamiento de las raíces reservantes es visible en el exterior por grietas o cuarteos que se forman en el suelo, alrededor del cuello de las plantas. Esto ocurre, en general, entre los 8-12 meses, ocasión en que se pueden cosechar las raíces.

Para extraer almidón, elaborar harina o fabricar casabe es necesario que las plantaciones lleguen a su madurez total. Si las raíces son extraídas con mucha anticipación, son abundantes en látex y no se pueden consumir.

Para uso familiar, en la finca, se recomienda hacer una cosecha escalonada, pues las raíces de yuca se conservan mal al ambiente. A pesar de que las raíces muy viejas se lignifican y son inapropiadas para el consumo directo, pueden servir para la preparación de harina.

Para la industria del almidón se cosecha de 14 a 24 meses, y algunas veces, cuando el mercado está saturado, a los 2 ó 3 años de ciclo. Lo que determina la época de cosecha industrial de la yuca es la madurez de la planta. La madurez industrial se determina por: alto rendimiento en raíces reservantes por planta, con alto contenido en almidón, y éste con un máximo diámetro de los granos, para lograr una fácil decantación en la industria.

Estas tres máximas rara vez se producen al mismo tiempo. En la práctica, a veces es preciso modificar la mejor época de cosecha industrial, debido a pudriciones o por parásitos diversos que impiden llegar a la plena madurez industrial.

En Africa, en las regiones más frescas, el mayor porcentaje de almidón se presenta a los 22 meses; sin embargo, los cultivadores que son al mismo tiempo industriales no cosechan sino después de los dos años, lo que permite a los granos de almidón llegar a la dimensión máxima.

En las regiones calurosas africanas la cosecha se hace a los 15-18 meses, con rendimientos en raíces reservantes tan altos como los obtenidos en regiones frescas a los dos años, pero sus granos de almidón no tienen gran diámetro; por lo tanto el rendimiento industrial es bajo.

En Maracay, Montaldo (1985) hace plantaciones y cosechas sucesivas de seis cultivares de yuca y encuentra que, para los 12 meses de ciclo, existe una ligera tendencia hacia un mayor contenido en ma-

teria seca total para las cosechas efectuadas al comienzo de la estación de lluvias (Mayo).

Cuadro-61. Porcentaje de materia seca total en cultivares de yuca cosechados a igual ciclo (12 meses) desde comienzo de la estación de lluvias hasta la estación seca. Macaray, Venezuela.

Cultivar	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.
UCV-2062	38	30	38	37	36	36	22
UCV-2106	41	41	40	40	40	35	41
UCV-2112	39	—	32	37	39	42	36
UCV-2078	41	34	40	37	41	40	40
UCV-2191	36	39	37	24	34	30	30
UCV-2194	43	40	41	42	35	36	39

En todo caso, la yuca presenta la ventaja, que no tienen otros cultivos, de que su cosecha puede esperar precios adecuados en el mercado o disponibilidad de mano de obra para efectuarla.

La forma tradicional de cosechar es arrancar las raíces, tarea que resulta fácil en suelos arenosos y ligeros, y difícil en los de textura pesada. Antes de cosechar se cortan los tallos con machete a 15 cm del suelo, y a veces es necesario hacer un descalce de la tierra junto al cuello de la planta. Una semimecanización de la cosecha consiste en abrir con arado surcos a ambos costados del camellón, para aflojar la tierra.

Actualmente hay en producción comercial máquinas arrancadoras, y arrancadoras-elevadoras. La cosecha con máquina implica algún porcentaje de raíces rotas, cortadas o peladas, pero si el producto va a la industria de harina, almidón o alcohol, esto no constituye problema.

Rendimientos

Se considera que un rendimiento fácilmente lográble, con un paquete tecnológico adecuado, es de 30 t/ha de raíces a los 12 meses de ciclo, que corresponde a 2.5 t/ha/mes.

Singh (1970) indica rendimientos de 55 y 62 t/ha en material de híbridos a los 11 meses. Montaldo (1972) registra, con la variedad UCV-2078, 68t/ha a los 16 meses y con UCV-2194, 31 t/ha a los 10 meses. Un estudio del CIAT (1982) indica que es posible obtener, con 22-28°C de temperatura, precipitación de 1 000 mm o mejor distribuida, a los 12 meses de ciclo, con fertilidad alta del suelo, rendimientos de 35 o más t/ha en promedio.



Fig. 30. Rendimiento de yuca cultivada en seco sólo con lluvia los cuatro primeros meses de su ciclo. Portoviejo, Ecuador.



Fig. 31. Rotativa para eliminar follaje de yuca y malezas antes de la cosecha mecanizada.

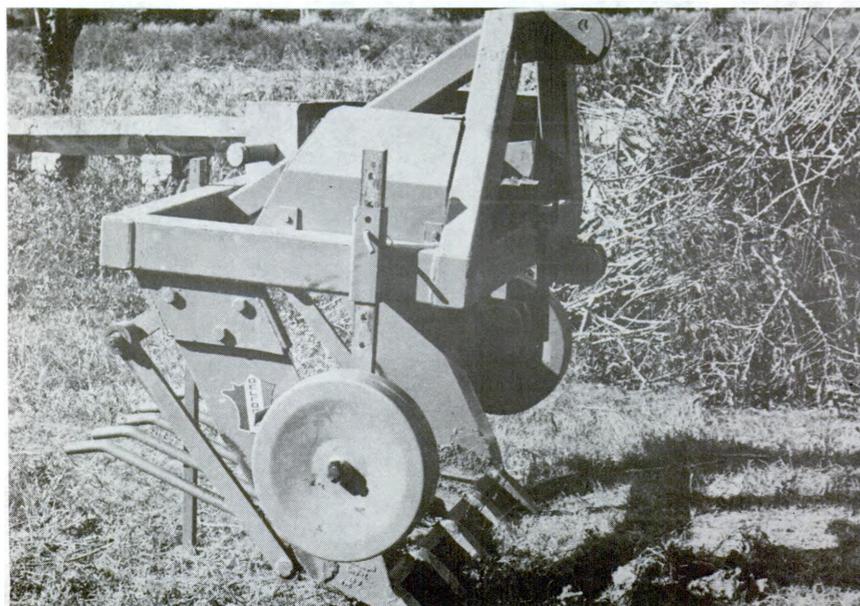


Fig. 32. Cosechadora de yuca para cultivos industriales.

Almacenamiento de la cosecha

Las raíces de yuca no se conservan bien una vez cosechadas. Diversos autores indican, como método apropiado de conservación, rebanarlas y secarlas al sol, almacenándolas en un lugar seco. También se acostumbra enterrarlas en cajones con arena fresca y húmeda, refrigerarlas a 0–2,5°C y 95-90% de humedad relativa, o bien desecarlas hasta dejarlas con un 10-12% de humedad.

Normanha y Pereira (1967) aconsejan impedir que las raíces se asoleen durante la cosecha.

Averre (1969) estudia la causa, las condiciones de desarrollo y los métodos de control del rayado vascular de la pulpa de la raíz de yuca, y sugiere su naturaleza enzimática.

Las pérdidas postcosecha pueden evitarse por refrigeración, por el uso de inmersión en agua caliente antes del almacenamiento, por el almacenamiento de las raíces sumergidas en agua (condición anaeróbica) a la temperatura ambiente; también se ha empleado el recubrimiento de las raíces con una capa de cera similar a la que se utiliza en la conservación de huevos. Wheatley (1980) estudia la naturaleza fisiológica del rayado vascular de las raíces. Observa que la práctica de los campesinos, que podan la parte aérea antes de extraer la yuca, da a las raíces mejor conservación, pero al mismo tiempo provoca una disminución en el contenido en almidón. Estudios bioquímicos efectuados por Wheatley (1980) indican la existencia de un fenol “escopoletina” que aparece en los tejidos frescos de la raíz de yuca unas cuantas horas después de la cosecha y se acumula rápidamente, provocando la característica coloración negro-azulada. Se ha visto que éste es un proceso enzimático. Esta coloración es producida por la oxidación de los polifenoles por la enzima oxidasa de polifenol. La oxidación da origen a quinonás que forman complejos coloreados con los aminoácidos, los cuales, al depositarse en los haces vasculares de la raíz, producen el deterioro negro-azulado. A esto sigue posteriormente una deterioración bacteriana.

Según una investigación de TDDR/CIAT (1984), se puede reducir el deterioro tratando las raíces con el fungicida tiabendazol al 0.4% ; se las deja secar a la sombra por 30 minutos y se las empaza en bolsas de polietileno que se sellan. Este tratamiento ha probado ser efectivo hasta 3-4 semanas después de la cosecha.

GENETICA Y MEJORAMIENTO

Genética

Se trata de una planta monoica que presenta dicogamia. Las flo-

res son unisexuales y localizadas en inflorescencias racimosas. Cada inflorescencia posee 50-60 flores monoperiantadas. Las flores femeninas están en la base de la inflorescencia y son pocas. Las flores masculinas son abundantes. La proporción es de 6-10 flores masculinas por una flor femenina.

Graner (1935) y Capinpin y Bruce (1955) determinan $2n = 36$ cromosomas. Graner (1944) observa tetraploides y octoploides en algunos clones de los cultivares "Paulista" y "Vassourinha".

Esta planta presenta problemas de esterilidad y fertilidad tanto en el polen como en el óvulo.

Herencia de caracteres

La yuca presenta caracteres con herencia cualitativa (1-2 pares de genes), y caracteres con herencia cuantitativa (acción de varios genes e influencia del ambiente). Entre los caracteres cualitativos está el color de la película de la cáscara de la raíz tuberosa. Graner (1942) determinó que el color blanco es dominante sobre el marrón. Los caracteres de herencia cuantitativa son los de mayor interés agronómico. Estudios realizados en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (1975), de Nigeria, indican:

$$H = \frac{\textcircled{g}}{\textcircled{g} + \textcircled{A}}$$

H = Porción de la variancia total que corresponde al genotipo.

\textcircled{A} = Variancia ambiental \textcircled{g} = variancia genotípica.

Cuadro 62. Valores de heredabilidad usando componentes de variancia.

Caracteres	H %
Resistencia al mosaico africano	44
Resistencia a la bacteriosis	48
Contenido HCN en hojas	43
Forma de raíz tuberosa	48
Longitud del pedúnculo de la raíz	36
Número de raíces tuberosas	11
Rendimiento en raíces tuberosas	0.38
Tamaño de raíces tuberosas	37

Fuente: IITA, 1975.

Las características de resistencia a enfermedades, de contenido en principios cianogenéticos en las hojas, de tamaño y forma de las raíces, tienen valores relativamente altos de heredabilidad, en compa-

ración con el rendimiento y número de raíces tuberosas. Es más fácil trabajar o seleccionar los caracteres con alta heredabilidad; en cambio, los caracteres con valores más bajos resultan difíciles de seleccionar, y es necesario hacer pruebas en diferentes ambientes por varias temporadas.

Los trabajos realizados en Colombia por el CIAT indican que existe muy buena correlación entre los valores de padres y sus hijos (F_1), en características tales como índice de cosecha, contenido en materia seca en la raíz y el grado de pudrición de la raíz (rayado marrón). La correlación en rendimiento de raíz es baja en comparación con las características señaladas anteriormente. Además la resistencia a enfermedades como bacteriosis y cercosporiosis, se transmite de manera relativamente fácil a las progenies cuando los genotipos con resistencia están incluidos en los cruces.

Todas estas informaciones sugieren que en yuca muchas de las características de importancia agronómica son altamente heredables y el efecto de genes aditivos es muy significativo.

El hecho que la yuca se propague en forma vegetativa y por el tipo de herencia de los caracteres importantes, hace que el mejoramiento y selección pueden ser bastante sencillos.

Martin (1970) esbozó el siguiente programa genético para la yuca:

Probar la forma de herencia de caracteres como rendimiento en raíces reservantes, tamaño y forma de la planta y otros caracteres agronómicos.

Probar los efectos de la endocría y cruzamientos en el rendimiento.

Determinar los vectores del polen y el grado de cruzamiento natural.

Desarrollar y caracterizar una serie de líneas endocriadas.

Usar genes individuales para mejorar las líneas endocriadas existentes.

Desarrollar poblaciones de polinización abierta con una amplia base genética.

Usar la técnica de la selección masal para modificar gradualmente tales poblaciones.

Seleccionar en todas las generaciones individuos de valor poten-

cial.

Hibridar *Manihot esculenta* con otras especies de *Manihot* poseedoras de caracteres de valor.

Introducir caracteres nuevos y favorables dentro de las líneas endocriadas y poblaciones de polinización abierta.

Mejoramiento

Objetivos

Resulta fácil hacer una descripción de una variedad ideal de yuca, pero las posibilidades de producirla son muy escasas. La variedad ideal se basa específicamente en los aspectos morfológicos que se han observado en las variedades del pasado y bajo esas condiciones. Por lo tanto, el fitotecnista debe, en primer lugar, decidir qué atributos son los más importantes en sus nuevas variedades y cuáles deben dejarse de lado por su importancia secundaria; debe seleccionar su material para esos caracteres importantes, si es posible con repeticiones para cada condición ecológica donde se proyecta expandir el cultivo por 10 años, a lo menos.

Además, se debe tener especial consideración sobre el grado tecnológico actual y futuro del cultivo, tanto para condiciones campesinas como empresariales.

Los objetivos pueden estar limitados por la disponibilidad de padres con los caracteres deseados o por problemas de esterilidad entre los padres.

Los objetivos de mejoramiento en yuca pueden agruparse en tres grandes rubros:

Rendimiento en raíces reservantes y en contenido en materia seca total expresados en producción por hectárea y por mes.

Calidad.

Resistencia a enfermedades o plagas.

Un alto rendimiento se puede lograr por mejoramiento de las prácticas agronómicas o por mejoramiento genético.

Entre las prácticas agronómicas pueden mencionarse el uso de un buen material de propagación, rotación de cultivos, preparación de suelos, uso de herbicidas, densidad de plantación, fertilización,

riego, control de plagas y enfermedades, épocas de plantación y de cosecha, etc.

El mejoramiento genético debe enfocar un tipo que pueda plantarse a distancias cortas, pero que al mismo tiempo haga un eficiente uso de la luz.

En el mejoramiento de la calidad se debe tener presente el destino de la cosecha. Como alimento humano se usa la raíz en forma directa cocida o sancochada, o bien procesada como casabe, gari o algún tipo de harina. Como alimento animal se la utiliza cruda, cocida o procesada en harinas, en raciones, como sustituto de la harina de sorgo o maíz. También se usa el follaje (tallos y hojas) en harina como alimento animal, y las hojas tiernas como alimento humano, como sucede en algunas tribus de la Amazonía y en muchas comunidades de Africa.

Métodos

Mejoramiento asexual. La selección clonal es el primer método aplicado al mejoramiento de la yuca por el hombre. Consiste en la reproducción vegetativa de un cultivar, que lo mantiene libre de impurezas (mezcla de cultivares o mutaciones) y de enfermedades.

Mejoramiento sexual. Autofecundaciones. Las dificultades para obtener líneas de yuca endocriadas son: la diferencia de tiempo de la madurez de las flores masculinas y femeninas de la misma planta y la reducción de vigor que produce una disminución de floración. Abraham (1970) considera que el cruzamiento de líneas endocruzadas es el mejor método de mejoramiento en la yuca.

Cruzamientos. Cruzamientos intervarietales. Estos pueden provenir de polinización abierta o al azar, o de polinización controlada. En la polinización artificial controlada el porcentaje de éxito no es superior al 40% .

Cruzamientos polivarietales. Arraudeau (1962) sugiere el método de policruzamiento, en que cada cultivar que intervenga reciba, en lo posible, polen de todos los otros cultivares que se establezcan en el campo.

Cruzamientos interespecíficos. Algunos de los primeros trabajos realizados fueron los de Koch (1934), en Indonesia, al cruzar *Manihot esculenta* con *Manihot glaziovii* y *Manihot dichotoma*. Hahn, Howland y Terry (1974) comunican haber utilizado el cruzamiento convergente modificado propuesto por Mackey, que según ellos proporciona más oportunidades para retener buenos complejos de genes y combinaciones ya presentes en los cultivares seleccionados y para la

inclusión de cualquier porcentaje de un germoplasma inadaptado en poblaciones de mejoramiento. Este tipo de cruzamiento ha sido utilizado por los autores mencionados en el mejoramiento para incorporar resistencia de la especie *Manihot glaziovii*, tanto al mosaico africano como a la pudrición bacteriana, en las variedades comerciales de yuca. Hahn (1978) manifiesta también haber empleado el híbrido de 3 líneas en lugar del cruzamiento simple, con buenos resultados, para la introgresión de nuevo germoplasma en poblaciones de mejoramiento.

Producción de poliploides. Abraham (1964) logra producción de poliploides en yuca por el tratamiento de los brotes axilares con colquicina al 1%. Algunos tetraploides se mostraron de un aspecto muy promisorio, no así en las subsiguientes pruebas de rendimiento, en que fueron inferiores a los diploides.

Programas de mejoramiento genético en yuca. En las siguientes instituciones existe en desarrollo un programa genético de mejoramiento de yuca de importancia:

Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Ibadan, Nigeria.
 Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Cruzadas Almas, Bahía, Brasil.
 Central Tuber Crops Research Institute; Trivandrum 10, Kerala, India.

PLAGAS

Mosca de la fruta *Anastrepha* sp. Díptera-Tephritidae

Ataca el fruto y también el tallo de la yuca, construyendo galerías. Se ha observado disminución de brotación en estacas dañadas, hasta un 15% (Belloti y Van Schoonhoven, 1978).

Control:

- Uso de estacas sanas.
- Desinfección de las estacas.
- Prácticas culturales.
- Uso de variedades con resistencia genética.
- Empleo de sustancias atrayentes.
- Control biológico (Bracónido).

La bacteria *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, que se encuentra

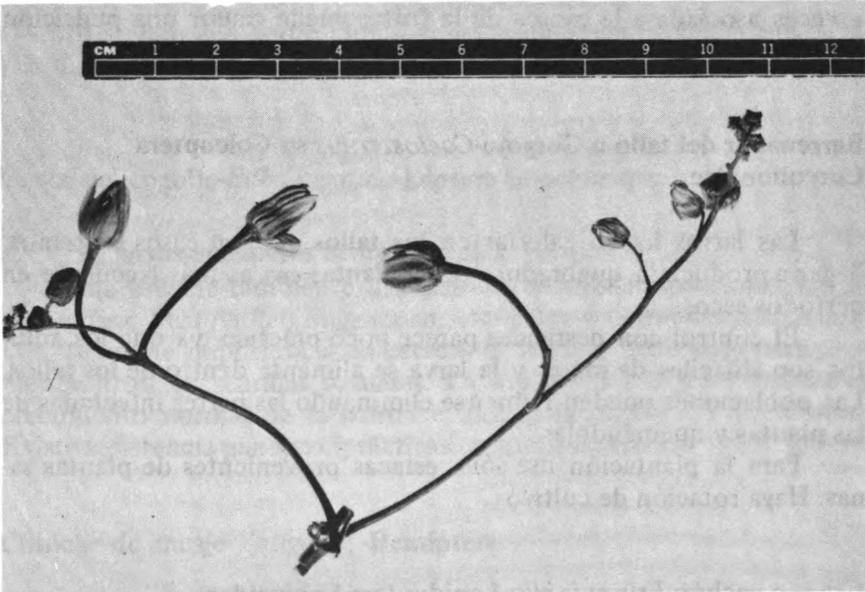


Fig. 33. Flores masculinas de yuca. Cada una posee 10 estambres dispuestos en verticilos.

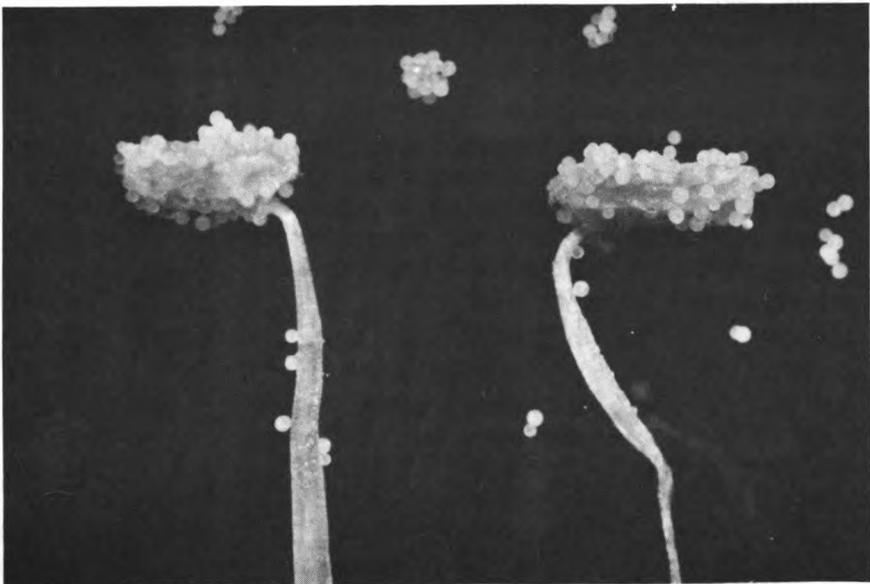


Fig. 34. Estambres y granos de polen de yuca.

a veces asociada a la mosca de la fruta, puede causar una pudrición seria del tallo.

Barrenador del tallo o Gorgojo-*Coelosternus* sp Coleoptera Curculionidae

Las larvas hacen galerías en los tallos que, en casos extremos, llegan a producir la quebradura de la planta; eso es más frecuente en períodos secos.

El control con pesticidas parece poco práctico, ya que los adultos son difíciles de matar y la larva se alimenta dentro de los tallos. Las poblaciones pueden reducirse eliminando las partes infectadas de las plantas y quemándolas.

Para la plantación use sólo estacas provenientes de plantas sanas. Haga rotación de cultivos.

Gusano cachón-*Erinnyis ello*-Lepidoptera SpHINGIDAE

Sólo ataca las hojas de yuca; hay casos de daños severos. No tiene importancia en las estacas maduras para propagación ni en las semillas sexuales.

Se manifiesta preferentemente al inicio de la estación de lluvias, pero es una plaga errática que puede estar ausente por uno o más años.

Control:

Una buena preparación de suelos destruye larvas y pupas.
Existe control biológico.

La aplicación de productos químicos no es recomendable pues altera el control biológico del sistema.

Mosca de las agallas - *Iatrophobia basiliensis*-Diptera Cecidomyiidae.

Sólo ataca las hojas de yuca. No tiene importancia en estacas maduras para propagación.

Control:

Empleo de variedades de yuca resistentes.
Recolectar y destruir hojas muy afectadas.
Control biológico por varias especies.

El ataque en plantas muy jóvenes podría tener repercusión en el resultado del cultivo.

Mosca del cogollo-*Silba pendula*-Diptera Lonchaeidae

Las larvas atacan los brotes apicales.

Esta especie también causa daño en *Mammea americana*, *Mangifera indica*, *Inga feullei*, *Eugenia* sp., *Atrus* sp. y *Capsicum frutescens*.

No tiene importancia en estacas de madera lignificada para propagación, ni en semillas sexuales. La muerte del cogollo retarda el crecimiento normal de la planta e induce la formación de retoños. Existe resistencia genética, prácticas culturales (fecha plantación).

Chinche de encaje-*Vatiga* sp. -Hemiptera

Ataca las hojas de las plantas de yuca en las que aparecen manchas amarillentas que, posteriormente, se vuelven de color marrón rojizo; su daño se confunde con el de ácaros.

No tiene importancia en estacas para propagación, ni en semillas sexuales. El ataque ocurre en la estación seca. Su daño no ha sido evaluado.

Trips: *Corynothrips* sp.- *Scirtothrips* sp. y *Frankliniella* sp.

Atacan las hojas y la yema terminal. Se presentan en las hojas manchas amarillentas irregulares, heridas marrones en los pecíolos y acortamiento de entrenudos. (Van Schoonhoven, 1977).

Causa pérdidas elevadas en la estación seca, en algunos casos llegan a un 25% . Existe control con variedades resistentes.

Mosca Blanca-*Aleurotrachelus* sp. -Aleyrodidae.

Ataca las plantas de yuca y produce en las hojas un moteado y encrespamiento, con presencia de fumagina. En sí misma, esta plaga no presenta por ahora importancia económica; sin embargo, la especie *Bemisia tabaci*, de la misma familia, es muy importante en Africa, por ser el vector del mosaico africano. Control: en caso de intensos ataques, aplicar dimetoato 0.8 cc de i.a./1 agua (Vargas y Belloti, 1983).

Chiza Blanca - *Phyllophaga* sp. Coleoptera-Scarabaeidae.

La larva destruye la corteza y las yemas de las estacas plantadas, que se pudren y mueren. El ataque en la base del tallo y raíces de las plantas jóvenes provoca su muerte. Las pérdidas en estacas plantadas pueden llegar a ser totales. Los mayores ataques ocurren al comienzo de la estación húmeda en suelos provenientes de praderas o suelos no cultivados.

Existe control biológico. Lo más efectivo es el control químico en forma de polvo o granular, directamente en los suelos, bajo las estacas. Se recomienda Aldrín en polvo 1.5 kg de i.a./ha y carbofurán granulado 0.09 g i.a./planta. La inmersión previa a la plantación de las estacas, en solución insecticida, no tiene valor.

Se ha encontrado resistencia varietal en CMC-72 y CMC-57.

Escamas-*Aonidomy tilus albus*-Homoptera

Se encuentra en los tallos y ocasionalmente en los pecíolos de la planta de yuca. El daño es mayor cuando la planta es atacada en los primeros estados de desarrollo. Puede dañar las yemas y los tallos y hacerlos inaptos como material de propagación.

Se encuentra en todas las regiones yuqueras del mundo.

Las hojas de los tallos atacados se tornan amarillentas y caen. Los ataques severos provocan la muerte de las plantas, especialmente en la estación seca; las pérdidas llegan hasta un 20%. Una fuente muy importante de diseminación de la plaga es el almacenamiento de estacas atacadas de escamas junto a estacas sanas. Con estacas muy afectadas se tienen pérdidas hasta de un 60% de brotación.

Entre los medios de dispersión está el viento, el desplazamiento de insectos y las estacas infectadas.

Control:

Uso de estacas sanas.

Corte y quema de las plantas infectadas.

Control biológico.

Control químico por desinfección de estacas.

El CIAT recomienda para el tratamiento de las estacas, contra posible presencia de escamas, las fórmulas 1 y 2:

Fórmula 1

Nombre comercial	Nombre genérico	Dosis g producto comercial/litro agua
Ditane M-22	Maneb	2.22
Antracol	Propineb	1.25
Vitigran 35%	Oxicloruro de Cu	2.00
Malatión CE 57%	Malatión	1.5 cc

Fórmula 2

Malatión CE 57%	Malatión	1.5 cc
Bavistin PM 50%	Carbendazin BCM	6.0 g
Ortocide PM 50%	Captán	6.0 g

Gusanos Trozadores-*Agrotis ipsilon*, *Prodenia*, *Feltia*, *Laphygama-Lepidoptera*

Se agrupan en trozadores superficiales, como *Agrotis ipsilon*, trozadores trepadores como *Prodenia eridata* y trozadores subterráneos.

Control: Las prácticas culturales son muy efectivas para eliminar los ataques iniciales. Las malezas son reservorios de estas plagas. Se recomienda preparar la tierra con anticipación y mantenerla limpia, especialmente si el cultivo de yuca sigue a una pradera.

El control químico se efectúa con sebos envenenados.

Fórmula 1

Producto	Dosis/ha
Nepe o afrecho de maíz	60 kg
Dipterex	1 kg
Agua	15 litros

Se disuelve el insecticida en agua y luego se añade nepe hasta formar una pasta. Puede agregarse melaza para hacerlo más atractivo.

Fórmula 2

Producto	Dosis/ha
Aserrín	10 kg
Dipterex sp 80	100 g
Agua	10 l
Melaza	500 g

Las aplicaciones de carbofurán alrededor de las estacas resultan efectivas para trepadores subterráneos.

Acaros

Han sido mencionados atacando yuca las siguientes especies de ácaros (Doreste, 1979):

Mononychellus tanajoa
Mononychellus caribbeanae
Tetranychus cinnabarinus
Oligonychus peruvianus
Mononychellus estradai
Mononychellus manihoti
Mononychellus progresivus

Mononychellus se encuentra cerca de los puntos de crecimiento, en las yemas, hojas jóvenes y tallos. La parte inferior de la planta se ve menos afectada.

Tetranychus aparece en las hojas inferiores, a lo largo del nervio central; se extiende a toda la hoja, que se torna inicialmente rojiza.

Oligonychus se manifiesta como pequeñas manchas blancas telarañas, especialmente en las hojas inferiores.

El ataque es muy intenso en la estación seca.

De acuerdo con Doreste, los ácaros no constituyen problema en el material de propagación asexual (estacas) o sexual (semillas). El CIAT (1981) recomienda varias medidas para el manejo de los ácaros: por utilización de variedades resistentes, por la acción de sus enemigos naturales y mediante la aplicación de productos selectivos, que

no afecten la fauna benéfica, como el clorobenzilato (acarabén). Algunas veces las aplicaciones de agua a presión pueden reducir las poblaciones de ácaros.

Nematodos

Se ha observado a *Meloidogyne* sp. provocando fuertes ataques en yuca en Venezuela, Perú y Nigeria.

Otros géneros de nematodos que han sido citados en yuca en otros países de América son:

Ditylenchus
Helicotylenchus
Pratylenchus
Rotylenchulus
Criconemoides

No hay una indicación clara en la literatura internacional del daño que éstos nematodos pueden causar a la yuca.

Control: Rotación de cultivos con especies de plantas resistentes a la especie de nematodo que se trate. Uso de variedades con resistencia genética.

El control de los nematodos con productos químicos es de muy alto costo; sus resultados sobre el cultivo y la infestación del suelo son aún dudosos.

Daños causados por mamíferos.

Parzychi menciona para Perú a “semani” (*Coelogenis fulvus*) y el “cutpe” o “picure” (*Dasyprocta variegata*).

Otros mamíferos del trópico americano que con frecuencia causan daño a plantaciones de yuca son: el “pecarí” (*Pecari angulatus*) y roedores (*Muridae*), como ratas y ratones; los conejos, liebres; la “lapa” o “paca” (*Agouti paca*), el venado (*Cervidae*) y, entre los animales domésticos, el cerdo y el chivo.

En general, cualquier animal acosado por el hambre puede ser un enemigo de la yuca.

Daños debidos a plantas parásitas

En el sudeste brasileño son parásitos comunes de la yuca, especies del género *Cuscuta*, familia de las Convolvuláceas, llamadas vul-



Fig. 35. Apice o cogollo de una planta de yuca atacado por el barrenador de los brotes *Silba pendula* (Diptera-Lonchaeidae).

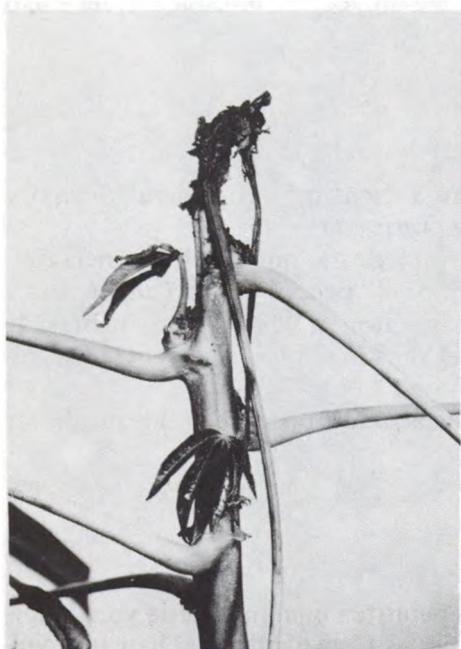


Fig. 36. Detención del crecimiento de una planta de yuca por destrucción del extremo apical por daño de *Silba pendula*.

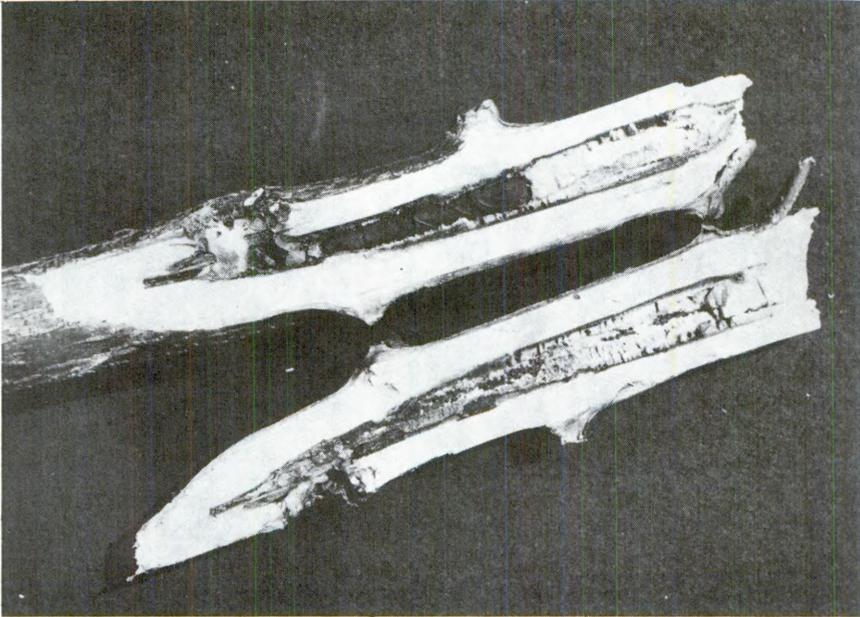


Fig. 37. Tallos de yuca destruidos por galerías horadadas por larvas de insectos.

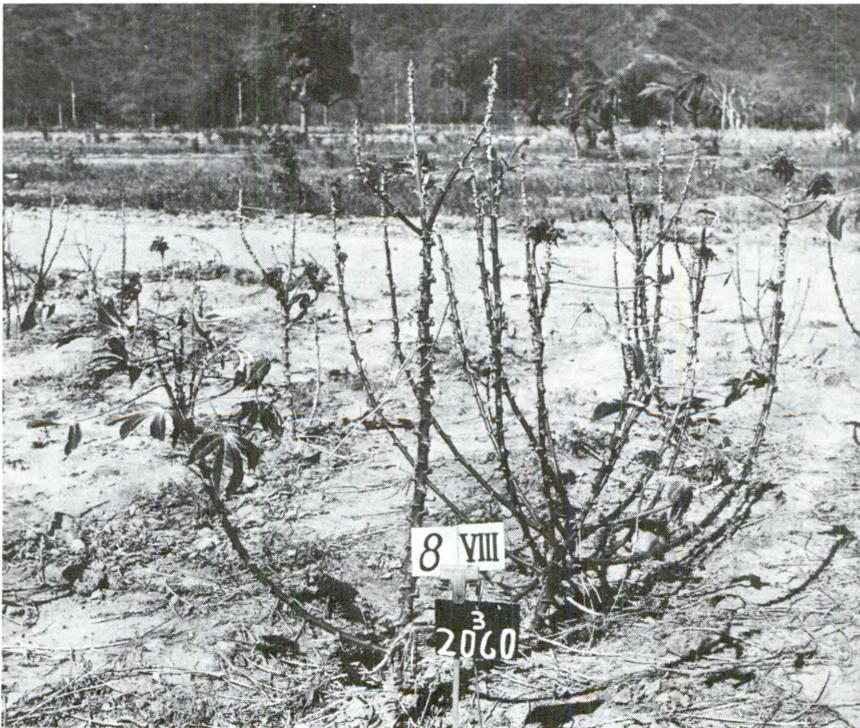


Fig. 38. Daño de ácaros en estación seca, en yuca (Maracay, Venezuela).



Fig. 39. Chinche de encaje, *Lepthoparse illudens* (Hemiptera-Tingitidae) en la cara inferior de las hojas de yuca.

garmente “hilo de oro”, “cabello de ángel”, “fideos” o “cuerda de violín”.

También la planta semi-parásita *Phthirusa pyrifolia*, Lorantácea, es frecuente en Venezuela.

ENFERMEDADES

Virus del mosaico común de la yuca

Sintomatología: Areas cloróticas en las hojas que pueden ser amarillas y casi blancas.

Transmisión: Por material contaminado de estacas, por injerto y por inoculación mecánica.

Huéspedes: *Manihot esculenta* y plantas de las familias: *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Euphorbia ceae*, *Malvaceae* y *Solanaceae*.

Distribución geográfica: Brasil, Perú, Colombia (Costa y Kitajima, 1972); Venezuela (Díaz y Díaz, 1973), especialmente la región Oriental; Ecuador (Mendoza, 1982).

Control: Eliminación de plantas enfermas en los cultivos destinados a propagación (Planteles bajo certificación). Uso de estacas libres de la enfermedad. Barbecho limpio en rotación de cultivos.

Medidas cuarentenarias: Rigurosas con países donde exista la enfermedad. Cuarentenas domésticas en áreas críticas. Transmisión por semilla sexual y asexual: se transmite con las estacas de propagación. No se ha determinado su transmisión por semillas.

Superbrotamiento

Sintomatología: Emisión excesiva de brotes dispuestos en ángulo agudo, acortamiento de los entrenudos. Enfermedad asociada a un organismo tipo micoplasma.

Transmisión: Desconocida. No se transmite mecánicamente.

- Huéspedes:** *Manihot esculenta*
- Distribución geográfica:** Brasil (Gonçalves *et al.*, 1942); México (Kitajima, Normanha y Costa, 1972); Venezuela (González, 1973).
- Control:** Eliminación de plantas con superbrotamiento en los cultivos destinados a propagación. Uso de estacas libres de la enfermedad. Rotación de cultivos.
- Medidas cuarentenarias:** Prohibición de importación de material de áreas infectadas. Cuarentenas domésticas.
- Transmisión por semilla sexual o asexual:** No se conoce.

Cuero de sapo (posiblemente enfermedad viral)

- Sintomatología:** Reducción del engrosamiento de las raíces tuberosas y suberización y espesamiento de la epidermis, con hendiduras reticuladas.
- Transmisión:** Por material contaminado (estacas), por injerto, por contaminación mecánica (herramientas) y por roce con raíces de plantas enfermas.
- Huéspedes:** Hasta ahora sólo ha sido determinada en *Manihot esculenta*.
- Distribución geográfica:** América Tropical.
- Control:** Uso de estacas para propagación de plantas sanas. Desinfección de machetes y herramientas. Destrucción por fuego de plantas enfermas y sospechosas.

Medidas

cuarentenarias: Rigurosas con países donde exista la enfermedad.
Cuarentenas domésticas en regiones críticas.

Transmisión por semillas sexual y asexual:

Se transmite por estacas. No se ha determinado su transmisión por semillas.

Bacteriosis o Añublo bacterial

Agente causal: *Xanthomonas campestris* pv *manihotis*

Sintomatología: Ataca el sistema vascular de los tallos, causando la muerte de los tejidos. Muerte regresiva de la planta.

Diseminación: Las siguientes especies de insectos (CIAT, 1974) diseminan mecánicamente el añublo: *Parathesia claripalpis*, *Tabanus* sp., *Apis mellifera*, *Polister* sp., *Erinnyis ello*, *Diabrotica* sp. *Xanthomonas campestris* pv *manihotis* (CIAT, 1979) puede sobrevivir en hojas de yuca y malezas; en las semillas de yuca el patógeno se observó en los embriones, pero no en otros tejidos.

Huéspedes: *Manihot esculenta*, insectos y malezas.

Control: Selección de estacas de plántulas sanas.
Cultivo de meristemas apicales de yuca.
Uso de variedades con resistencia genética.
Rotación de cultivos con una etapa de barbecho desnudo.
Desinfección de los implementos agrícolas.

Medidas

cuarentenarias: Prohibir la introducción de esquejes o semillas desde regiones o países en los cuales exista la enfermedad.

Transmisión por semilla sexual o asexual:

Se transmite por semilla y por estacas infectadas.

Pudrición bacteriana debida a *Erwinia* sp.

La bacteria ocasiona en las raíces de la yuca chancros superficiales y pudrición interna. En las plantas jóvenes ocurre marchitez de los cogollos y maceración de los tejidos tiernos.

Mancha parda de la hoja

- Agente causal:** *Cercosporidium henningsii*
- Sintomatología:** Produce pústulas angulosas pequeñas, amarillentas, tornándose posteriormente gris oscuras.
- Diseminación:** Por viento y lluvia en períodos húmedos.
- Huéspedes:** *Manihot esculenta*, *Manihot glaziovii*, *Manihot caerulescens*, *Manihot carthaginensis*, *Ipomoea batatas* (Teri, Thurston y Lozano, 1977). La especie silvestre, *Manihot carthaginensis* está presente en toda la Costa del Caribe, tanto de Venezuela como de Colombia y Trinidad. Especies muy afines al camote, *Ipomoea batatas*, son muy abundantes en la vegetación espontánea tropical y podrían constituir otros huéspedes que deben ser estudiados.
- Distribución geográfica:** Brasil (Hennings, 1902), Florida, EE.UU. (Ellis y Everhart, 1895), Venezuela (Muller, 1941, 1942), Jamaica (Leach, 1941), Honduras (Muller y Roberts, 1951), República Dominicana (Ciferri, 1940), Perú (Bazán, 1953), Pantropical (Van Overeem, 1925), México (Ruiz, 1979), Ecuador (Mendoza, 1982).
- Control:** Aspersión con fungicidas apropiados al cultivo; debe hacerse más en períodos lluviosos, cuando se trata de planteles de multiplicación.
- Uso de variedades con resistencia genética (Chevaugon, 1956).
Rotación de cultivos.
Eliminación de yucas espontáneas tanto cultivadas como silvestres, lo mismo que de camotes, para evitar que sean fuente primaria de inóculo.

Medidas cuarentenarias: No son necesarias

Transmisión por semilla sexual o asexual: El patógeno sólo ataca las hojas de la planta de yuca; por lo tanto, no se transmite por estacas o semillas.

Mancha blanca de la hoja

Agente causal: *Phaeroramularia manihotis*

Sintomatología: Manchas pequeñas circulares o angulares, blancas o marrón y amarillentas.

Distribución: América Tropical. Requiere mayor humedad en el ambiente que la especie anterior y temperaturas más bajas. Use variedades resistentes.

Añublo pardo fungoso

Agente causal: *Cercospora vicosae*

Sintomatología: Mancha foliar de color marrón uniforme, sin bordes definidos; centro grisáceo en el envés.

Distribución: De acuerdo con Lozano (1974), esta enfermedad está confinada a América Tropical.

Medidas cuarentenarias: No necesarias para ambas especies

Transmisión por semilla sexual o asexual: Ambas especies sólo atacan las hojas. No se transmite por estacas ni semillas. Use variedades resistentes o tolerantes.

Antracnosis o muerte regresiva de las puntas de las ramas jóvenes, debida a *Glomerella* sp.

Control: Variedades con resistencia genética.
Rotación de cultivos.
Estacas y semillas sanas y desinfectadas.
Para proteger usar sólo estacas lignificadas.

Se manifiesta con pudriciones o muerte de tejidos en los tallos almacenados destinados a propagación.

Ceniza debida a *Erysiphe manihotis* (estado sexual) (*Oidium* sp.)

Se presenta en forma de manchas foliares amarillentas.

Control: Cultivo de variedades con resistencia genética.
Aplicar azufre mojado.

No constituye problema para estacas o semillas para propagación.

Otras enfermedades

Escoba de brujas

Mosaico de las nervaduras

Manchas debida a *Phoma* sp. (*Phyllosticta* sp.)

Superlargamiento debido a *Sphaceloma manihoticola*

Otras plagas

Piojo harinoso (*Phenacoccus* sp.)

Comejenes (*Coptotermes* sp.)

Hormigas (*Atta* sp. y *Acromyrmex* sp.)

Taladrador del tallo (*Chilomina clarkei*)

Observaciones finales sobre control de enfermedades y plazos en el cultivo de la yuca

En las diversas regiones yuqueras del Continente se deberá hacer un reconocimiento acabado de las enfermedades y plagas de la yuca, dada la importancia mundial creciente de este cultivo como único recurso barato de producción de carbohidratos para aliviar el hambre de los trópicos. Aparte de esto, la yuca, harina de raíces y

follaje, cada día tiene mayor uso como sustituto de los cereales en las raciones de animales domésticos. La producción de etanol (alcohol) de yuca, es muy importante actualmente en Brasil para uso como combustible en los motores de explosión.

Aún no se conocen la biología, los daños económicos y el efecto del medio ambiente sobre muchos patógenos y plagas del cultivo de la yuca.

Es preciso estudiar la conveniencia o inconveniencia de los tratamientos con fungicidas, insecticidas o acaricidas al cultivo. ¿Cómo la rotación cultural controla a los patógenos o plagas y otros huéspedes que tienen éstos entre las plantas espontáneas o cultivadas? Se necesita conocer las razas fisiológicas o patotipos de los patógenos o plagas, y su reacción frente a los diversos medios ecológicos, trátase de trópico caliente (25°C) o trópico fresco (20°C), en condiciones de alta o baja humedad relativa; de ese modo se podrá decidir con certeza sobre las cuarentenas domésticas y no propiciar, con el movimiento de material de propagación, portador de patógenos y plagas, la hibridación de estos organismos.

ANALISIS Y COMPOSICION

Del cultivo de la yuca pueden obtenerse dos productos, ambos muy valiosos desde el punto de vista nutricional, cuando son debidamente balanceados con otros componentes de la dieta: la raíz y el follaje de la planta. Como puede observarse en el Cuadro 63, la composición química y, por lo tanto, el valor nutritivo de estos productos podría definirse como de signo opuesto. Así, mientras la raíz es fundamentalmente rica en carbohidratos, el follaje es uno de los materiales vegetales verdes con mayor riqueza proteica; contiene además cinco veces más grasa y casi el doble de fibra. Por otra parte, el contenido de humedad es marcadamente menor en la raíz que en el follaje. Esta situación hace recomendable el estudio separado de estos dos productos, obtenibles de la misma planta. Además, aunque resulta factible la obtención de ambos a la vez, lo más recomendable parece ser que el cultivo se haga con la intención fundamental de obtener ya sea raíz o follaje.

La yuca se clasifica en variedades dulces y amargas, de acuerdo con el contenido de HCN de las raíces; es bajo en las variedades dulces y alto en las amargas. La ingestión de yuca de las variedades amargas por el hombre o los animales, sin el debido procesamiento, involucra grave riesgo de intoxicación; su ingestión no debe ocurrir sin la previa eliminación de HCN.

Sin embargo, debe aclararse que, como afirma Doku (1969), la

clasificación de la yuca por su contenido en HCN es un concepto muy subjetivo; además, no es posible trazar una línea que, basada en este criterio, diferencie unas variedades de otras, por el gran número de tipos intermedios que existen. Por otra parte, de acuerdo con el mismo autor, una serie de factores, tales como el ambiente, la sequía, la fertilidad del suelo y la deficiencia en potasio afectan el contenido de HCN; pueden encontrarse variedades dulces que en ciertas circunstancias se comportan como amargas, y viceversa.

Cuadro 63. Composición comparativa. Base seca de la raíz y el follaje de yuca.

Fraciones	Raíz (%)	Follaje (%)
Materia seca	38.8	23.1
Proteína cruda	2.9	19.5
Extracto etéreo	0.9	5.2
E.L.N.	83.8	51.0
Fibra cruda	9.2	16.9
Cenizas	1.3	7.4
Energía Mcal/ka	4.17	2.64
Calcio	0.11	0.80
Fósforo	0.02	0.26
Magnesio	0.08	0.23
Sodio	0.03	0.03
Potasio	0.23	1.47

Raíz

La raíz de yuca consta de una película suberosa que representa 1-2%, la cáscara o corteza 12-20% y el cilindro central o pulpa que forma 78-85% de la raíz total. El Cuadro 64 indica la composición de la raíz entera.

Según Johnson y Raymond (1965), el contenido de proteína de las raíces frescas de yuca varía entre 0.7% y 2.6%. Chadra (1961) reporta que del 50% al 60% del nitrógeno contenido en la raíz de yuca es no proteico.

Adriaens (1955) afirma que la cantidad de aminoácidos esenciales puede variar considerablemente en muestras de harinas de diferentes variedades de yuca; encuentra también que la cantidad de nitrógeno por 100 g de muestra, varía entre 183 mg y 500 mg, según el método de preparación de la harina. El mismo autor afirma que el contenido de aminoácidos sulfurados es bajo en la proteína de la raíz de yuca.

De acuerdo con Chadra (1961) la proteína de la raíz de yuca es

deficiente en aminoácidos esenciales; afirma que del 50% al 60% del nitrógeno total de las raíces no es proteico.

Un informe del CIAT (1972) indica que del 40% al 60% del nitrógeno existente en las raíces de yuca está presente como proteína verdadera, 1% como nitratos, nitritos y ácido hidrocianúrico, y del 25% al 30% como compuestos nitrogenados aún no identificados; indica igualmente que la suplementación de metionina mejoró la ganancia de peso, la eficiencia alimenticia y la eficiencia de utilización de la proteína en ratas.

Cuadro 64. Composición media de la raíz entera, de la corteza y del cilindro central de yuca (porcentaje).

	Raíz entera		Corteza		Cilindro central	
	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca
Humedad	61.0		72.0		59.0	
Proteína	1.2	3.1	1.5	5.4	1.0	2.4
Fibra	1.2	3.1	2.1	8.9	1.1	2.7
Extracto etéreo	0.4	1.1	0.6	2.1	0.4	1.0
E.L.N.	34.9	89.4	21.7	77.5	37.3	91.0
Cenizas	1.3	3.3	1.7	6.1	1.2	2.9

Fuente: Cours, 1951.

Cuadro 65. Análisis de aminoácidos en dos muestras de raíz de yuca llanera.

Aminoácidos	Muestras de proteína cruda		Muestras de N proteico	
	1	2	1	2
Arginina	17.10	12.90	33.34	32.26
Histidina	0.60	0.53	1.67	1.33
Isoleucina	0.77	1.04	1.93	2.61
Leucina	1.24	1.52	3.09	3.80
Lisina	1.54	1.56	2.86	3.90
Metionina	NC	0.33	—	0.82
Cistina	0.51	NC	1.27	NC
Treonina	0.86	1.00	2.16	2.51
Fenilalanina	0.78	0.94	1.90	2.34
Valina	1.23	1.32	3.08	3.29
Triptófano	0.50	0.50	1.26	1.26

Fuente: Maner, 1972.

Cuadro 66. Composición de alimentos a base de raíces reservantes de yuca (*Manihot esculenta*) por 100 g de porción comestible (uso humano).

Composición	Yuca raíz cruda		Yuca raíz cocida		Casabe	Mañoco		Tapioca seca		Postre: Tapioca		Pudding Tapioca	
	2	2	2	2		2	2	2	1	1	1	1	
Humedad g	61.6	65.3	12.5	10.4	12.6	70.1	71.8						
Proteína g	1.1	0.8	1.3	1.6	0.6	0.2	5.0						
Grasa g	0.2	0.2	0.6	0.4	0.2	0.1	5.0						
ELN g	35.5	32.7	83.0	84.0	86.4	29.3	17.1						
Fibra g	1.0	0.6	1.7	2.4	0.1	0.1	0.0						
Cenizas g	0.6	0.4	0.9	1.2	0.2	0.2	0.1						
Ca mg	29	20	60	72	12	3	105						
P mg	53	38	78	60	12	4	109						
Fe mg	0.7	0.5	3.1	3.3	1.0	0.2	0.4						
Na mg													
K mg													
Vit. A. UI		Tz		10									
Tiamina mg	0.06	0.04	0.08	0.05	0	Tz	0.4						
Riboflavina mg	0.03	0.02	0.05	0.05	0	Tz	0.18						
Niacina mg	0.6	0.4	0.7	1.4	0	Tz	0.1						
Ac. asc. mg	35				0	Tz	1						
Energía Mcal/kg	1.48	1.36	3.43	3.46	3.60	1.17	1.34						

Fuentes: 1. USDA, 1963.

2. Venezuela, Instituto Nacional de Nutrición, 1983.

Cuadro 67. Composición química de la harina de raíz de yuca (HRY) comparada con la harina de maíz y con una mezcla de harina de raíz de yuca y de soya (en porcentajes).

Componentes	HRY	Harina de maíz amarillo	Mezcla de harina de raíz de yuca y soya*
Humedad	12.10	13.50	11.78
Proteína bruta (N x 6.25)	2.50	8.50	8.88
Extrac. etéreo	0.30	3.80	0.39
Fibra bruta	3.50	2.00	3.64
Ceniza	1.80	1.10	2.40
E.L.N.	79.80	71.40	72.91
Ca	0.18	0.30	0.20
P	0.09	0.27	0.18
Lisina	0.042	0.250	0.473
Met. + Cistina	0.19	0.260	0.226
Treonina	0.055	0.350	0.332
Triptófano	0.011	0.050	0.099

* = yuca 85%; soya 15%

Fuente: Müller, 1977.

Cuadro 68. Valores calóricos de la harina de raíz de yuca y del maíz (base de materia seca).

Especies	Categoría de las calorías	Harina de raíz de yuca	Maíz amarillo en grano
Porcinos	Energía digerible. ED kcal/kg	4 000	4 055
Aves	Energía metabolizable EM kcal/kg	3 650	3 660
Bovinos	Nutrientes digeribles totales. NDT %	90	91
Ovinos	Nutrientes digeribles totales. NDT %	85	98

Fuente: Proyecto Norma Alimentaria, Singapur, 1972.

Vogt (1966) reporta valores proteicos entre 1.8% y 3.3% para harinas de raíz de yuca utilizadas en alimentación de aves. Montilla *et al* (1969), encuentra contenido de proteína de 3.4% en harina integral de yuca destinada a raciones experimentales para pollos.

El Cuadro 65 presenta el análisis de aminoácidos de dos muestras de raíz de yuca. En los Cuadros 66 y 67 se analiza también la composición de la raíz de yuca.

Follaje

Es sabido que las plantas verdes representan la fuente potencial más económica y abundante de proteínas, porque pueden sintetizar aminoácidos, por fotosíntesis, partiendo de materiales primarios disponibles en forma casi ilimitada, tales como la energía solar, el dióxido de carbono, el agua y el nitrógeno inorgánico (atmosférico en el caso de las leguminosas). Los aminoácidos así sintetizados son polimerizados a una forma más estable —proteínas— siendo almacenados como tales en las hojas; este proceso sucede principalmente durante el desarrollo foliar temprano; por lo tanto, el material vegetal verde tierno es el de mayor valor proteico (Oke, 1973).

La producción del follaje de yuca por hectárea, de acuerdo con evaluaciones realizadas por Montaldo y Montilla (1976) en la Universidad Central de Venezuela, cuando el cultivo se destina exclusivamente a la producción de este material es de aproximadamente 150 t por año.

El contenido proteico del material es de alrededor de 20% , lo cual indica que es factible obtener 35 t de harina de follaje (hojas y tallos) con 12% de humedad, que contiene a su vez unas 6 t de proteína.

Terra (1964) afirma que pueden obtenerse rendimientos de 7 a 20 t de hojas de yuca por hectárea por año, dependiendo del clima y métodos de cultivo. El mismo autor indica que el rendimiento puede ser mayor efectuando dos cosechas en el año. Silva (1970) informa sobre rendimientos de follaje, cosechado al mismo tiempo que las raíces, hasta de 30.2 t/ha, cuando se aplican herbicidas preemergentes.

En el Cuadro 69 se encuentran los resultados, de acuerdo con Escovar (1982) del análisis proximal del follaje de las tres variedades de yuca de un conjunto de 11, con más alto porcentaje de proteína cruda; con valores de 18.5 para UCV-2284; 18.1 para UCV-2078 y 17.5 para UCV-2437, expresados en porcentajes.

En extracto etéreo no hubo grandes variaciones. El porcentaje de cenizas totales estuvo entre 10.6 y 12.2. Los valores de fibra cruda fueron superiores a 18% . En carbohidratos las variedades mostraron valores superiores a 43% , lo que indica una buena fuente de energía.

Cuadro 69. Análisis proximal del follaje en tres variedades de yuca.

ANÁLISIS PROXIMAL	UCV-2284	UCV-2078	UCV-2437	PROMEDIO
Proteína bruta	18.8	18.1	17.5	18.1
Extracto etéreo	4.1	3.7	3.4	3.7
Cenizas	10.6	10.8	12.2	11.2
Fibra cruda	23.4	20.8	18.9	21.0
Carbohidratos	43.1	46.6	48.0	45.0

Fuente: Escovar, 1982.

En el Cuadro 70 se comparan los valores promedios de las variedades de yuca seleccionadas con harina de alfalfa, encontrándose diferencias en fibra cruda; los otros valores son muy similares.

Cuadro 70. Análisis proximal de la harina de alfalfa y follaje de yuca.

ANÁLISIS PROXIMAL	ALFALFA	YUCA
Proteína bruta	18.2	18.1
Extracto etéreo	2.5	3.7
Cenizas	10.3	11.2
Fibra cruda	28.5	21.0
Carbohidratos	41.0	45.0

Fuentes: Jurgens, 1973, harina de alfalfa. Escovar, 1982 (follaje de yuca).

En el Cuadro 71 se encuentran los resultados obtenidos del perfil de aminoácidos de las tres variedades. Los mejores perfiles son los de mayor valor de aminoácidos esenciales: fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, tirosina, treonina y valina. La variedad UCV-2078 presentó el mejor perfil. Comparando el promedio de las variedades con los patrones de FAO, se obtuvieron niveles críticos en metionina y treonina. El resto de los aminoácidos esenciales mostró concentraciones superiores a los requisitos mínimos; se encontraron niveles altos en fenilalanina y valina.

En el Cuadro 72 se compara el perfil promedio de aminoácidos en el follaje de yuca con el perfil de la alfalfa. Se comprobó que hay diferencias a favor de la alfalfa.

El Cuadro 73, referente a ácidos grasos, mostró que entre los saturados el mayor promedio lo tiene el palmítico con 32.8%. Entre los no saturados, los mayores porcentajes los tienen linolénico ($C_{18:3}$) con 32.1%, y el linoleico ($C_{18:2}$) con 13.9%.

Cuadro 71. Perfil de aminoácidos del follaje de tres variedades de yuca, su promedio y el patrón de FAO (G A.A./16N).

AMINOACIDO	UCV 2284	UCV 2437	UCV 2078	Promedio	Patrón FAO
A. aspártico	3.5	3.6	5.1	4.0	—
A. glutámico	5.8	6.4	7.0	6.4	—
Alanina	3.0	2.3	5.1	3.5	—
Arginina	1.8	1.6	2.0	1.8	—
Fenilalanina +	2.6	2.9	4.8	3.4	2.8
Glicina	2.9	2.8	4.6	3.4	—
Histidina	0.9	0.7	0.6	0.7	—
Isoleucina +	2.0	2.6	4.0	2.9	4.2
Leucina +	4.1	4.8	7.9	5.6	4.8
Lisina +	2.6	3.0	2.4	2.7	4.2
Metionina +	0.7	0.8	1.2	0.9	2.2
Prolina	2.2	2.7	4.7	3.2	—
Serina	2.2	2.0	2.6	2.3	—
Treonina +	1.8	1.7	2.6	2.0	2.8
Tirosina	1.8	2.4	4.2	2.8	—
Valina +	2.3	3.2	5.2	3.6	2.2

+ = Aminoácidos esenciales.

Fuente: Escovar, 1982.

Cuadro 72. Perfil de aminoácidos de alfalfa, y harina de follaje de yuca.

AMINOACIDO	ALFALFA	YUCA
A. aspártico	10.8	4.0
A. glutámico	7.0	6.4
Alanina	4.7	3.5
Arginina	3.3	1.8
Fenilalanina +	4.0	3.4
Glicina	4.1	3.4
Histidina	1.4	0.7
Isoleucina +	3.2	2.9
Leucina +	5.6	5.6
Lisina +	4.2	2.7
Metionina +	1.5	0.9
Prolina	6.3	3.2
Serina	3.9	2.3
Treonina +	3.7	2.0
Tirosina	2.9	2.8
Valina	4.3	3.6
1/2 Cisteína	1.0	—

Fuentes: Bigwood, 1972 (alfalfa). Escovar, 1982 (harina de follaje de yuca).

Cuadro 73. Rangos de variación del análisis de ácidos grasos en follaje de once variedades venezolanas de yuca. (En porcentaje).

Acido láurico C ₁₂	1.0	—	2.2
Acido mirístico C ₁₄	0.3	—	0.5
Acido palmítico C ₁₆	27.6	—	36.1
Acido palmitoleico C _{16:1}	3.2	—	5.4
Acido esteárico C ₁₈	3.9	—	5.7
Acido oleico C _{18:1}	6.4	—	8.9
Acido linoleico C _{18:3}	26.6	—	34.5
Acido araquídico C ₂₀	0.7	—	1.2
Acido rehénico C ₂₂	0.2	—	0.7

Fuente: Escovar, 1982.

El follaje de yuca aporta además importantes cantidades de vitaminas. Los datos siguientes corresponden, en el mismo orden, a la información dada por Terra (1964) y Leung y Flores (1961) para el contenido vitamínico por 100 g de hojas, base fresca: tiamina: 0.12 y 0.14 mg; riboflavina: 0.27 y 0.26 mg; niacina: 1.7 y 1.5 mg y ácido ascórbico: 290 y 300 mg. Como puede observarse, son valores fundamentales coincidentes.

Es necesario definir, mediante la investigación y experimentación adecuadas, las combinaciones más convenientes de harinas de follaje y hojas de yuca con otras fuentes proteicas, así como también el grado de suplementación con aminoácidos sintéticos requeridos por las diferentes especies animales en sus distintos destinos productivos.

No hay mucha información en relación al valor energético de la harina de hojas o de follaje de yuca. Sin embargo, su contenido de fibra, relativamente bajo al compararla con otras harinas de plantas verdes, sugiere que su aporte calórico a las raciones puede ser importante; además, favorece las posibilidades de su utilización en raciones para monogástricos.

Hasta hace poco se ponía gran énfasis en el contenido en glucósido linamarina de las raíces de yuca que, por la acción de la enzima linamara, deja en libertad el ácido cianhídrico. Se ha visto que es sólo un problema cuando las raíces de la yuca se utilizan para consumo como hortaliza fresca. En este caso, las raíces con alto contenido en linamarina deben desecharse, pues son amargas y, si la cocción no ha sido bien hecha, pueden causar intoxicación; igualmente son dañinas cuando se suministran crudas para alimentar ganado.

Sin embargo, las raíces amargas se utilizan sin peligro en la elaboración de casabe, harina y almidón, pues la cocción, la inmersión en el agua y la acción del sol ayudan a eliminar y volatizar el ácido cianhídrico.

UTILIZACION

La planta de yuca se utiliza en forma integral: raíces tuberosas y follaje.

Las raíces se emplean en la alimentación humana, en la alimentación animal y en la industria de almidones, alcoholes y productos derivados.

Los tallos y hojas sirven principalmente como fuente de proteína en la alimentación animal.

Yuca para uso humano, elaboración doméstica

Yuca seca

Para preparar yuca seca se le quita a las raíces frescas la corteza no más de 24 horas después de la cosecha, y se separan las impurezas. Con un corta raíces se las reduce a pequeños fragmentos, que se extienden en un piso de concreto donde se dejan secar de 3 a 5 días.

Se puede obtener yuca seca más sencillamente: se cortan a mano las raíces frescas descortezadas, en rodelas de 4 cm; se extienden al aire y al sol como la anterior, pero por período de secado mayor.

La yuca seca debe llenar ciertas condiciones: humedad no superior a 13-14%; contenido en ácido cianhídrico inferior a 0.015-0.020% y almidón superior a 65-70% .

Harina

Se sumergen las raíces descortezadas en agua por dos o tres días. Luego se reducen a pequeños fragmentos que se secan al sol sobre esteras, molidos y tamizados.

Las harinas también se preparan en los países importadores con yucas secas.

Las harinas comerciales deben estar libres de parásitos y contar con humedad, ácido cianhídrico y almidón en cantidades adecuadas. Se clasifican en varios tipos según la finura de la molienda y el color, que varía desde el blanco al gris.

Harinas cocidas

La pulpa producida por el raspado de la yuca fresca sirve para preparar harinas más o menos cocidas.

Las raíces frescas después de remojadas en agua y lavadas durante varios días, se pelan y raspan sobre una tabla inclinada con la

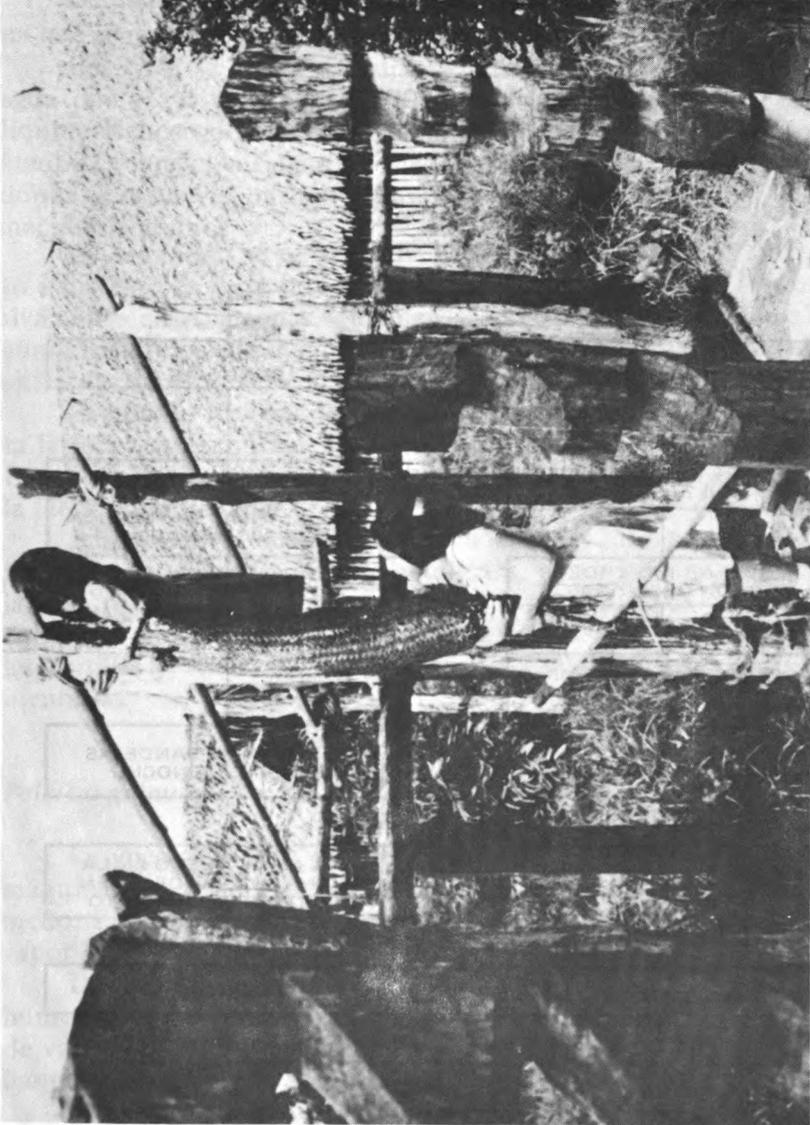


Fig. 40. Cebucán, tubo elástico de hojas de palma para exprimir la catebía o yuca rallada, con el propósito de hacer casabe (Territorio Amazonas, Venezuela).

superficie rugosa; al final de la operación se quita parte del agua por medio de presión.

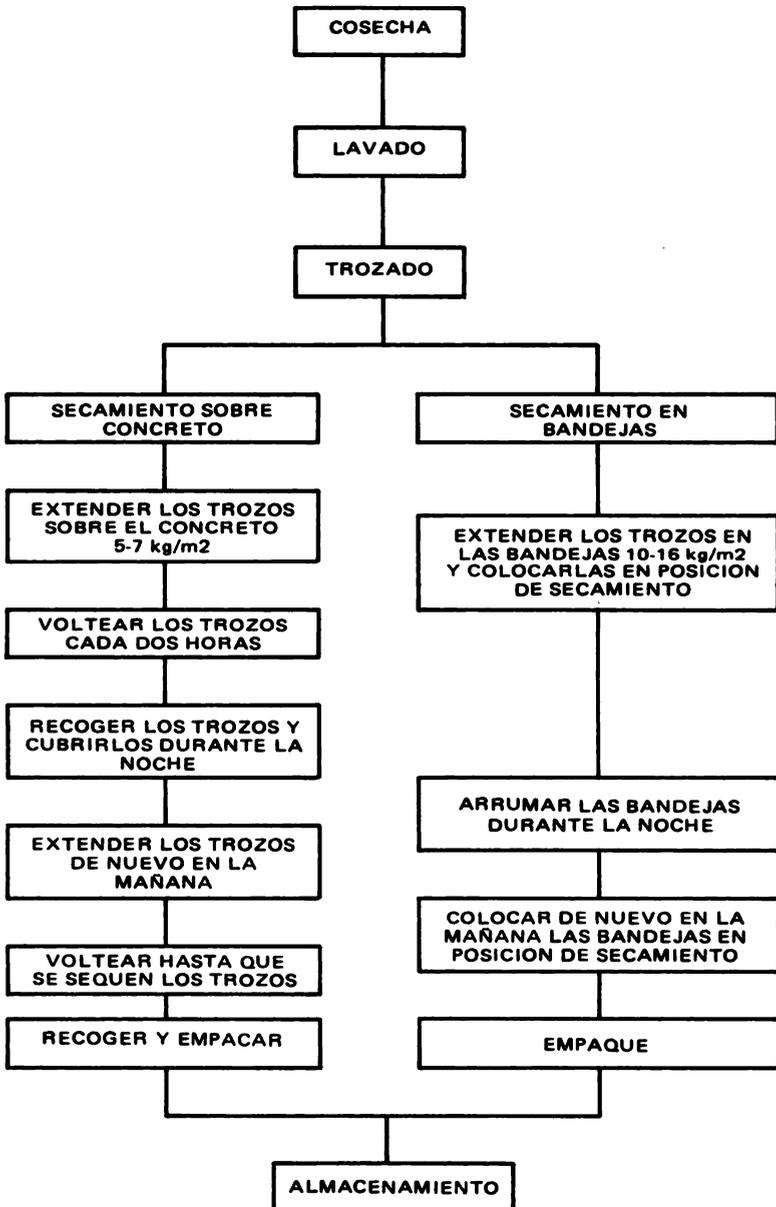


Fig. 41. Flujograma de secamiento de la raíz de yuca.

Fuente: Best, R., 1980.

Para exprimir la yuca rayada se utilizan cestas especiales cilíndricas y estrechas, llamadas sebucanes. El sebucán consiste en una manga o tubo hecho de camuare o de cañas, que puede estirarse y estrecharse en proporción y mide, cuando no está en función, de 2 a 3 m de largo por 10 a 14 cm de diámetro.

La pulpa más o menos seca se pulveriza y se tamiza. Con la harina que se obtiene, se prepara el couac y el casabe.

En Brasil se utiliza la pulpa del raspado de raíces sumergidas en agua por 4 a 5 días para preparar la “*farinha d’agua*”. Se extrae el líquido lechoso de esta pulpa en tallos huecos de faquara (especie de bambú) y luego se calienta a fuego lento en vasijas de fondo plano, donde se remueve constantemente con una espátula para evitar la formación de grumos.

De ese modo se obtiene una harina cocida, tanto más fina cuanto más lento es el proceso de secado. Esta harina se utiliza casi exclusivamente en Amazonas. También se prepara la “*farinha seca*”, según los mismos procedimientos, a los cuales se someten las raíces extraídas del agua de remojo antes de que se ablanden.

El líquido lechoso que se extrae por presión de la pulpa deposita la fécula que contiene, la que se recoge por decantación y se seca. Este polvillo, que tiene diversos usos alimenticios, también sirve para la fabricación de tapioca.

Después de la separación del almidón, el líquido generalmente tóxico se calienta al punto de ebullición, hasta darle consistencia de jarabe. Así pierde su toxicidad como resultado de la volatilización del ácido cianhídrico y da un producto denominado “*casaripo*” en las Antillas y “*tucupi*” en Brasil, que sirve para preparar salsas condimentarias.

Pelets o gránulos

La yuca seca, una vez molida y convertida en harina, pasa a las máquinas paletizadoras para su aglomeración por presión y calor húmedo. En el peletizado el mejor producto se obtiene calentando con vapor los trozos de yuca a 70°C antes de prensarlo.

Los trozos pequeños en forma de barras con un contenido de humedad de 12-14% son los mejores. Se ha encontrado que 0.152 kg de vapor por kg de material de yuca produce pelets más densos, brillantes y duros, por lo tanto de mejor calidad.

Se prefieren las yucas en forma de pelets, en lugar de trozos, por las siguientes razones:

Los pelets requieren 20-25% menos de espacio; por lo tanto, los fletes son más económicos. La calidad es más uniforme.

Existe un grave problema por el alto contenido de arena de los

productos de Tailandia que llega hasta 6% ; el límite aceptable por el Mercado Común Europeo es el de 3% .

Las siguientes son las regulaciones internacionales para el comercio de los productos de yuca:

Almidón	mín	60.0%
Humedad	máx	14.0%
Fibra cruda	máx	5.0%
Cenizas	máx	3.0%
HCN (base seca)	máx	0.02%
Materias extrañas		nada
Daño por mohos		nada
Infestación de insectos		nada
Olores peculiares		nada
Color		blanco (limpio)

Almidones

Los almidones se obtienen separando los granos del resto de las materias contenidas en la raíz de yuca. Los granos de almidón se encuentran en el interior de las células, junto con la proteína, las grasas, los carbohidratos solubles, etc.; se obtienen por un proceso de extracción y purificación.

Se extrae almidón en la industria siguiendo las operaciones que se detallan:

Lavado y descortezado de las raíces.

Tratamiento con molinos ralladores que trituran finamente las raíces y separan las fibras del almidón.

Eliminación de la mayor parte del almidón que lleva la pulpa a través de las cribas lavadoras.

Molienda de la pulpa en un segundo molino para terminar el trabajo de la primera molienda, ya que siempre quedan muchas células sin abrir.

Lavado de la masa en otra criba.

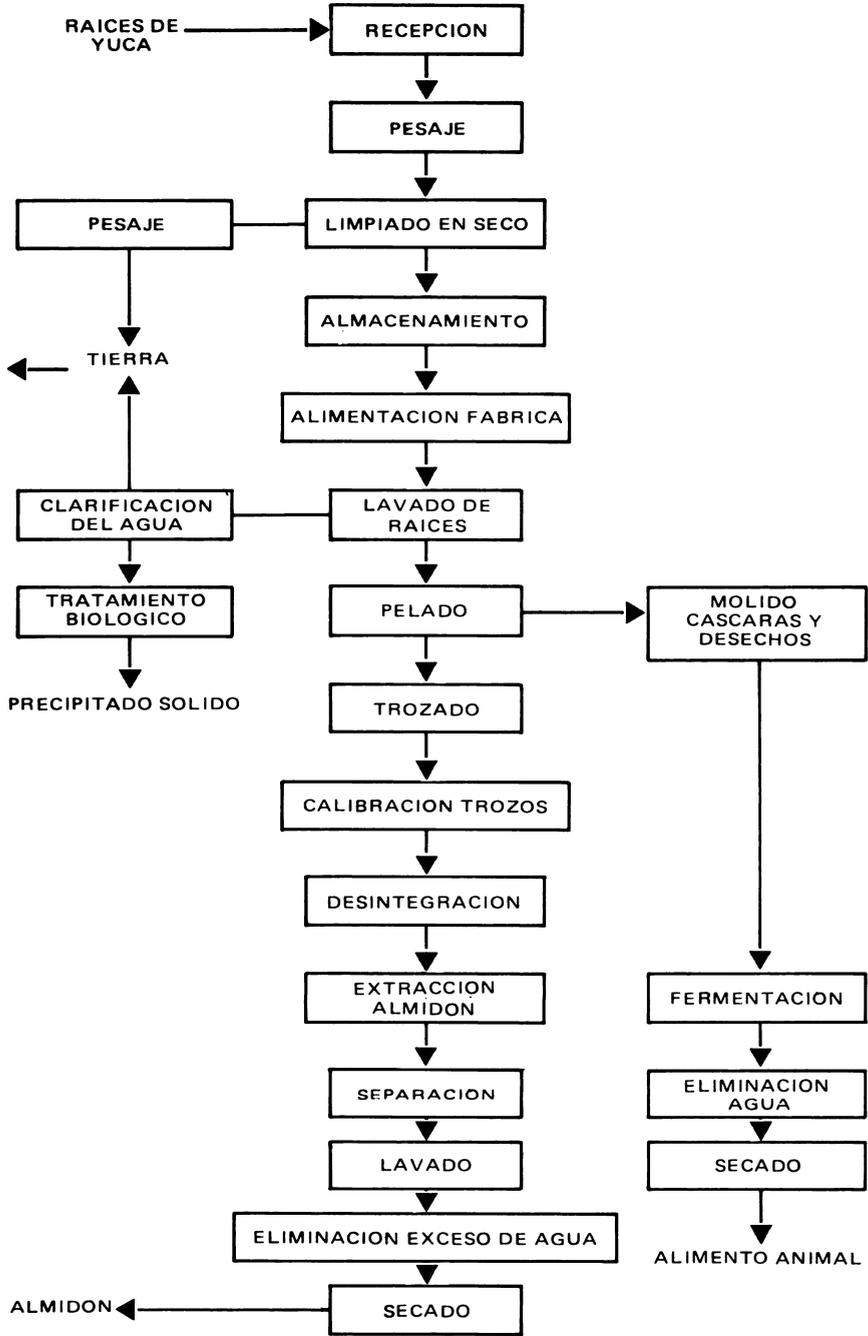
Refinamiento del almidón extraído, mezclado con el agua que lo arrastra, para despojarlo no solamente del exceso de agua sino de las impurezas mayores que pueda contener.

Blanqueado mediante gas sulfuroso en las lavadoras.

Centrifugación para sacar el exceso de agua.

Extracción en las secadoras del agua de interposición, que queda adherida a los corpúsculos y que sólo puede extraerse por vaporización.

Pulverización del almidón seco en los molinos y envasado.



Fuente: Dahlberg, s/f.

FIG.. 42.-Flujograma del proceso de producción del almidón de yuca en gran escala.

En Uganda, según Ghosh (1969), los requisitos del almidón de yuca son los siguientes:

Apariencia:	Bajo moteado, olor limpio, color blanco uniforme, a pesar de una leve traza de amarillo que podría ser aceptable por requerimiento medio.
Tamizado:	99% que pase a través del tamiz de 100 mallas. 95% que pase a través del tamiz de 140 mallas.
Humedad:	10.13% máximo.
Cenizas:	0.35% máximo.
Pulpa:	0.8% máximo.
Proteína:	0.4% máximo.
pH:	4.5-5.5
Anhídrido sulfuroso:	Menos de 45 p.p.m.

Tapioca

La tapioca es el producto resultante del calentamiento del almidón húmedo.

En Madagascar, que se encuentra entre los más grandes productores, según Cereghelli (1955) se opera de la siguiente forma: el almidón húmedo se corta en panes o bloques que se pasan al triturador y se llevan después a recipientes que se calientan al vapor a 150°C. Estos recipientes son manejados por mujeres especializadas en este tipo de trabajo, llamadas "tapioqueras", quienes amasan continuamente la fécula, manteniéndola en contacto con la pared calentada. Los granos de almidón se llevan a una temperatura bastante elevada, pero inferior a 100°C, que los transforma en dextrina. La fécula toma poco a poco una consistencia de pasta elástica. Cuando tiene el grado de cocción deseado en todas las partes de su masa, lo cual lo deciden las "tapioqueras" por práctica, se retira el recipiente del fuego; ya frío, se pasa a un molino que reduce la dextrina en un secador de túnel, donde se ponen secos y duros. De esta forma la tapioca se envasa y se exporta a Europa, donde se la muele y se la clasifica por grosor en operación llamada de granulación, para luego ser entregada al mercado consumidor.

La tapioca se presenta en tres formas:

Copos, que pasan por el tamiz 16.

Sémola, formada por gránulos que pasan por el tamiz 40-50.

Fécula, que pasa por el tamiz 120.

Para cada forma hay tres calidades de acuerdo con el color: extra-blanco, blanco y gris.

Apariencia: bajo moteado, olor limpio, color blanco uniforme a pesar de una leve traza de amarillo que podría ser aceptable.

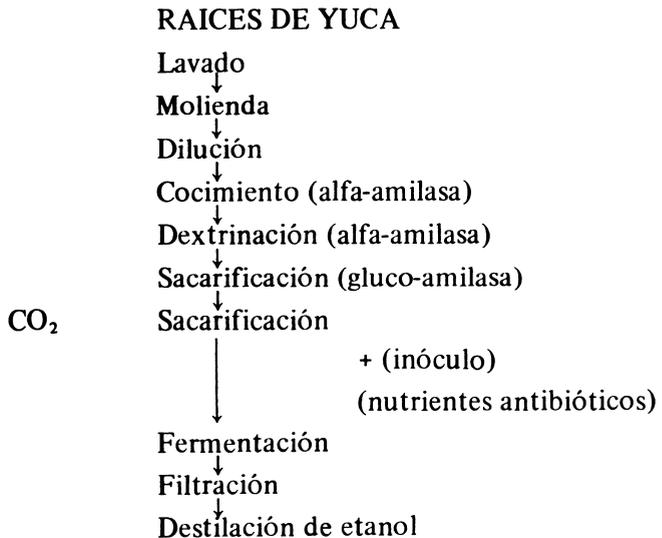
La raíz de yuca como sustrato para producir proteína celular

Se ha estudiado el crecimiento de diversos microorganismos en yuca para la producción de proteína, con resultados satisfactorios. Sin embargo, el proceso resulta de costos muy elevados, ya que necesita 3 kg de harina de yuca para obtener 1 kg de producto, con aproximadamente 50% de proteína. Se ha sugerido utilizar la raíz y hojas como sustrato (Silva, 1978), o bien los desperdicios de raíz (Balagopal y Maini, 1977), o también el líquido de desecho de las plantas de almidón (Balagopal, Maini y Hrishii, 1977).

Etanol

Brasil está preparando etanol de yuca y de caña de azúcar para utilizarlo en mezcla con gasolina en motores de explosión.

Ribeiro Filho (1980) presenta el siguiente esquema simplificado del proceso para la destilería típica de etanol de yuca.



Alimentación animal

De acuerdo con las evidencias existentes, la harina de raíz de yuca puede sustituir entre 60% y 80% de los cereales en raciones para pollos de engorde (Enríquez y Ross, 1967; Montilla *et al.*, 1979; Olson *et al.*, 1969; Armas y Chicco, 1973 y Montilla *et al.*, 1975).

Reemplaza totalmente a los cereales en raciones para ponedoras (Enríquez y Ross, 1972; Montilla *et al.*, 1973; Portal *et al.*, 1977 y Eshiett y Ademasun, 1978), sin afectar el comportamiento productivo de las aves. Igualmente, los trabajos de Mejía (1960), Chicco *et al.* (1972), Alvarez y Alvarado (1974), Gómez (1977), Mac Nickman *et al.* (1976) y Khajarern *et al.* (1977), muestran que la harina de raíz de yuca puede sustituir entre el 70% y 100% de los cereales en raciones para crecimiento y engorde de cerdos, sin afectar la capacidad productiva; igualmente pueden emplearse altos niveles de este producto en raciones para cerdas gestantes y lactantes (Gómez, 1977).

Ross y Enríquez (1969), al adicionar hasta 20% de harina de hojas de yuca a raciones para pollitos Leghorn, encontraron deterioro en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia, a partir del 5%. Estos efectos fueron corregidos cuando las raciones se suplementaron con metionina a niveles de 0.15% a 0.20% y agregando 3% de aceite de maíz.

Mendes *et al.* (1973) no encontraron diferencias significativas para incremento de peso y eficiencia alimenticia al incorporar 3%, 6% y 9% de harina de hojas de yuca en raciones para pollos de engorde.

Montilla (1977) afirma que, aunque ocurre cierto deterioro para incremento de peso y eficiencia alimenticia, la incorporación en raciones para pollos de engorde de 16% de harina de follaje de yuca, preparada con material cortado a intervalos de 90 días, resulta en pesos corporales en consonancia con los obtenidos a nivel comercial, sin modificar los costos de producción, aun logrando un ahorro de 23.6% de harina de oleaginosas por cada kg de pollo producido. El mismo autor señala: "es bueno recordar que la harina de follaje de yuca utilizada en este trabajo se preparó con material verde cortado a intervalos de 90 días, cuando el nivel de fibra se ha incrementado marcadamente y el de proteína ha disminuido; observaciones preliminares al respecto sugieren que la edad del corte óptimo, considerando cantidad y calidad del producto, está entre 60 y 75 días."

Por otra parte, el follaje fue secado al sol, por lo cual no era de la mejor calidad, ya que al amontonarlo y cubrirlo de noche y durante los días nublados y lluviosos, ocurren fermentaciones que deterioran el producto; además, el largo tiempo de secado también es inconveniente.

Las importantes diferencias entre variedades con respecto a composición química, perfil de aminoácidos y digestibilidad de la proteína indican que se requiere investigación adicional para definir la variedad o variedades con las cuales se obtenga un mejor rendimiento, tanto cuantitativo como cualitativo.

Portal *et al.* (1977) afirman que la harina de hojas de yuca suministra pigmentos capaces de producir una buena coloración en la yema de los huevos y que puede sustituir completamente a la harina de alfalfa en raciones para ponedoras; reportan igualmente que el porcentaje de postura, la eficiencia alimenticia y el peso de los huevos no fueron afectados por ninguno de los niveles de hojas de yuca utilizados (10% fue el mayor). Montilla y León (1982) reportan los resultados de un experimento en el cual suministraron a gallinas Leghorn blancas, harina de follaje de yuca al 0.5%, 10%, 15% y 20%, desde cero días de nacidas y desde el inicio de la postura; los resultados sugieren que la gallina ponedora utiliza bien hasta 20% del follaje de yuca, especialmente si se le suministra desde cero días de nacida.

Mahendranathan (1971) comparó una ración basal para crecimiento de cerdos, con otras dos, donde 50 y 75% de la ración basal fue reemplazada por follaje de yuca cortado a intervalos de dos meses. El mayor incremento de peso correspondió a los animales que consumieron la ración con 75% de follajes de yuca; con ambos niveles de follaje, resultó afectada la eficiencia alimenticia. Kok Choo y Hutagalung (1972) encontraron que la incorporación de harina de hojas de yuca en raciones para cerdos en crecimiento a niveles de hasta 20%, disminuyó la tasa de incremento de peso y deterioró la eficiencia alimenticia; estos efectos adversos se corrigieron, en gran parte, cuando las raciones se suplementaron con aceite de palma y 0.2% de metionina.

Montilla *et al.* (1979) reportan los resultados de un experimento de 8 semanas de duración, utilizando pollitos Vantress x White Rock, de un día de nacidos; se estudió el efecto de la incorporación en las raciones de 0%, 30% y 40% de harina de raíz de yuca en deshidratadora mecánica a aproximadamente 120°C, combinadas con 0%, 10% y 20% de harina de follaje de yuca, preparadas con material verde, cortado a intervalos de 85 días. Los resultados se presentan en los Cuadros 74 y 75.

En general, los productos de la yuca son relativamente poco densos y pulverulentos, por lo cual, al menos para aves, deben corregirse estos aspectos negativos, pelletizando las raciones y/o agregando cantidades apropiadas de grasa y/o melaza.

En relación a la utilización de productos de la yuca en raciones para rumiantes, la información existente es relativamente poca; sin embargo, tanto el follaje como la raíz pueden utilizarse sin limitacio-

Cuadro 74. Promedios de incremento de peso y eficiencia alimenticia a las seis (0-6) y ocho (0-8) semanas de edad.

Tratamientos				Incremento de peso (kg)		Eficiencia alimenticia		
				0-6 semanas	0-8 semanas	0-6 semanas	0-8 semanas	
RY	0%	+	FY	0% basal	0.934	1.435	2.92	2.66
RY	0%	h	FY	10%	0.941	1.406	2.48	2.80
RY	0%	+	FY	20%	0.898	1.312	2.50	2.95
RY	30%	h	FY	0%	0.947	1.474	2.30	2.55
RY	30%	+	FY	10%	1.000	1.538	2.21	2.50
RY	30%	+	FY	20%	0.935	1.485	2.45	2.65
RY	40%	+	FY	0%	0.970	1.531	2.23	2.47
RY	40%	+	FY	10%	0.910	1.465	2.37	2.66
RY	40%	+	FY	20%	0.799	1.329	2.74	2.91

FY = Harina de follaje de yuca

RY = Harina de raíz de yuca.

Fuente: Montilla *et al.*, 1979.

Cuadro 75. Valores de "F" para incremento de peso y eficiencia alimenticia a la 6ª y 8ª semana de edad.

Fuente	Incremento de peso		Eficiencia alimenticia	
	0-6 semanas	0-8 semanas	0-6 semanas	0-8 semanas
R1	- 0.03 NS	+ 8.56 **	- 0.02 NS	- 3.97 NS
Rc	-13.95 **	- 7.91 **	+ 3.12 NS	+ 0.87 NS
F1	-14.10 **	- 13.79 **	+ 14.46 **	+ 6.76 *
Fc	- 2.87 NS	- 2.95 NS	+ 1.03 NS	+ 0.02 NS
R1 x F1	- 4.69 *	- 0.09 NS	+ 2.16 NS	- 0.38 NS
R1 x Fc	- 1.10 NS	- 0.03 NS	+ 2.73 NS	+ 11.78 **
Rc x F1	- 8.99 **	- 9.58 **	- 0.56 NS	- 2.07 NS
Rc x Fc	+ 1.25 NS	+ 0.19 NS		

Fuente: Montilla *et al.*, 1979.

nes, debidamente procesados, , incluso para producción de leche, sin efectos adversos.

Al respecto existen dos revisiones que cubren acertadamente el tema: Devendra (1977) y Reverón y Rodríguez (1980). Montilla y León (1982), presentan una discusión general de los diferentes aspectos de la utilización de la raíz y el follaje de yuca en la alimentación animal. Montaldo (1980) presenta una extensa bibliografía sobre la utilización de la yuca en la alimentación animal.

Cuadro 76. Análisis proximal de raíces reservantes de yuca (*Manihot esculenta*). (Uso animal).

Composición	Unidad	Raíces frescas como alimento	Secas
Materia seca	%	37.1	100
Materia orgánica	%	36.1	97.2
Cenizas	%	1.1	3.0
Fibra	%	1.6	4.3
Grasa	%	0.3	0.9
ELN	%	32.8	86.3
Proteína	%	1.3	3.5
Bov. dig.	%	— 0.3	— 0.6
Cab. dig.	%	0.2	0.4
Equin. dig.	%	0.2	0.4
Ovinos dig.	%	0.2	0.4
Energía			
Ovinos ED	Mcal/kg	1.39	3.76
Porc. ED	Kcal/kg	1470	3960
Ovinos EM	Mcal/kg	1.14	3.08
Porc. EM	Kcal/kg	1400	3774
Ovinos NDT	%	31.6	85.3
Porc. NDT	%	33.3	89.8
Ca	%	0.10	0.26
P	%	0.06	0.16
Fe	%	0.005	0.014
Mn	%	7.4	19.9
K	%	0.40	1.09
S	%	0.42	1.13
Cu	mg/kg	3.7	10.0
Mg	mg/kg	0.02	0.06

ED = Energía digerible

EM = Energía metabolizable

NDT = Nutrientes digeribles totales

Fuente: (Latin American Tables of Feed Composition, 1974).

ASPECTOS ECONOMICOS

Producción

El principal productor de yuca en América es Brasil (Cuadro 77), con 21.2 millones de toneladas de producción anual y un rendimiento medio de 11.7 t/ha. Si se compara con la producción mun-

dial, que en el año 1984 fue de 129 millones de toneladas, se observa que Brasil produce 16.4% del total. Siguen en importancia, en producción, en el continente americano: Paraguay, con 2.2 millones de toneladas; Colombia con 2.1 millones de toneladas; después están Perú, Cuba, Venezuela, Haití, Ecuador y Bolivia.

Africa está en primer lugar en producción con 39.5% , aunque ésta es muy deficiente, pues ocupa 52.8% del área mundial; sigue Asia con 38.7% de producción y un área de 29.4% ; después está América, con 21.5% de producción y 17.4% de área.

Cuadro 77. Area, rendimiento medio y producción de yuca.

Países	Superficie ha x 10 ³	Rendimiento medio (t/ha)	Producción t x 10 ³
América	2 471	11.6	27 783
Brasil	1 817	11.7	21 275
Paraguay	150	14.6	2 200
Colombia	250	10.0	2 100
Perú	33	10.9	363
Cuba	51	6.6	340
Venezuela	41	8.0	331
Haití	65	4.0	265
Ecuador	27	9.0	243
Bolivia	16	12.5	200
Argentina	16	8.7	140
R. Dominicana	20	5.9	118
México	2	17.5	43
Panamá	5	7.1	35
Nicaragua	7	4.0	28
El Salvador	2	12.6	23
Costa Rica	5	4.0	20
Jamaica	2	7.6	16
Honduras	2	5.0	10
Guatemala	3	3.6	9
Guayana Fr.	1	10.7	8
P. Rico		8.4	3
Africa	7 482	6.8	51 002
Asia	4 171	11.9	50 000
Oceanía	22	10.6	235
Mundo	14 151	9.1	129 020

Fuente: FAO. Anuario de Producción 1984.

Los principales países productores de yuca (Cuadro 78) son Brasil 22.4; Tailandia 20.2; Indonesia 13; Zaire 12 y Nigeria 10 millones de toneladas de raíces frescas. También es interesante comprobar en el Cuadro 78 que el año de mayor producción mundial fue 1981,

con 128.8 millones de toneladas; en 1982 y 1983 hubo un decrecimiento de producción. Esto es especialmente notable en Africa, donde la producción decayó de 50 a 46 millones de toneladas entre 1982 y 1983, motivado por condiciones desfavorables de clima, especialmente la sequía.

Cuadro 78. Producción comparativa de yuca (t x 10⁶)

Continentes y países	1978-1979 promedio	1981	1982	1983
América	30.8	31.1	30.6	29.0
Brasil	24.6	24.8	24.0	22.4
Colombia	2.0	2.1	2.2	2.0
Africa	45.5	49.3	50.0	46.0
Zaire	12.2	12.4	12.6	12.0
Nigeria	10.7	11.8	11.7	10.0
Tanzania	4.5	5.0	5.2	4.4
Mozambique	2.7	2.9	2.9	1.9
Asia	43.3	48.1	45.1	48.0
Tailandia	14.4	17.7	16.9	20.2
Indonesia	13.5	13.7	12.8	13.0
India	5.9	5.8	5.6	5.8
China	2.9	4.1	3.8	3.5
Vietnam	3.4	3.2	2.7	2.7
Filipinas	2.1	2.3	2.3	2.3
Mundo	119.9	128.8	125.7	12.3

Fuente: FAO, 1984b

Cuadro 79. Exportaciones netas de productos de yuca (equivalente en raíces) (t x 10⁶)

Países	1978-1980 promedio	1981	1982	1983
Brasil	0.1	0.1	0.1	0.1
China	0.3	1.5	1.1	0.2
Indonesia	1.2	1.1	0.8	0.4
Filipinas	0.3	0.1	—	—
Tailandia	12.9	15.7	19.7	15.2
Mundo	14.8	19.6	21.7	16.0

Fuente: FAO, 1984b.

Comercialización

El principal país exportador de yuca seca es Tailandia, que en el año 1983 vendió al exterior 15.2 millones de toneladas (equivalente en raíces), el 95% del total mundial. Siguen, muy distanciados, Indonesia con 2.5%, China con 1.2% y Brasil con 0.6% (Cuadro 79).

El total mundial del comercio de importación de la yuca (Cuadro 80) ha sido: 14.7 en los años 1978-80 (promedio); 19.5 (1981), 21.7 (1982) y 16 (1983) millones de toneladas. La mayor importación ocurrió en 1982, con 21.7 millones de toneladas; bajó en 1983 a 16 millones de toneladas, es decir hubo un decremento de 26.3%. Esto no se debió a la sequía de Africa, ya que Tailandia (Sudeste asiático) es el principal exportador, sino a restricciones impuestas a la entrada de harina de yuca en los países del Mercado Común Europeo. Alemania y Holanda eran los principales consumidores de yuca seca para sustituto de cereales (carbohidratos) en la alimentación animal.

Cuadro 80. Importaciones netas de productos de yuca (equivalente en raíces) (t x 10⁶).

Regiones o países	78-80 promedio	1981	1982	1983
Mercado Común				
Europeo	13.5	17.1	20.4	14.0
Europa Oriental y URSS	—	1.1	0.2	0.4
Otros Europa				
Occidental	0.1	0.1	—	—
Corea	—	0.2	0.1	0.4
Indonesia	—	—	0.4	0.3
Japón	0.4	0.3	0.3	0.2
Singapur	0.1	0.1	0.1	0.1
América Latina	0.1	0.1	0.1	0.1
EE.UU.	0.1	0.1	0.1	0.1
Total mundial	14.7	19.5	21.7	16.0

Fuente: FAO, 1984b

Los precios de los productos de la yuca han llegado en 1983 a US\$359.24 la tonelada CIF Nueva York para la harina, y a US\$153.24 para los ránulos (pelets) para la alimentación animal por tonelada CIF Rotterdam (Cuadro 81).

El precio de los gránulos a US\$153.24 por tonelada es bajo, para una posible industria en América Tropical, ya que se tendría que

pagar al productor a US\$33.90 la tonelada de yuca fresca (considerando que se necesitan tres toneladas de producto fresco para obtener uno de harina) y que el costo de transformación es de US\$51.50 (Toro, 1982).

Es evidente que cualquier país que vaya a emprender una industria de yuca para harina panificable o para alimentación animal, deberá primero poseer variedades de yuca adecuadas y un paquete tecnológico adaptado a cada área ecológica, y una sana política agroindustrial perfectamente definida.

Cuadro 81. Precios internacionales de los productos de la yuca (En US\$ por tonelada).

Producto	1974-1976 promedio	1978-1980 promedio	1981	1982	1983
Harina					
Bangkok	174.172	238.31	213.54	216.92	254.10
Harina					
Nueva York	—	327.95	325.70	356.73	59.24
Gránulos					
Bangkok	77.80	105.00	87.93	91.61	112.22
Gránulos					
Rotterdam	113.65	146.08	139.13	131.08	153.24

Fuente: FAO, 1984b.

POSIBILIDADES DE EXPANSION

Esta planta presenta grandes perspectivas de expansión en los países circunstpocales de clima caliente, sea este húmedo o seco, con una estación de lluvias de 3-4 meses. Principalmente se destina a:

Consumo en alimentación humana en forma fresca o elaborada: América Latina, Africa y Asia.

Producción de etanol, como combustible en motores de explosión: Brasil, Corea, Tailandia, India, Australia.

Producción de almidón: Indonesia.

Producción de harina para alimentación animal: América Latina, Africa y Asia (el gran consumo anterior de Europa ha sido restringido por disposiciones del Mercado Común Europeo y por presión de los productores de cereales).

En América Latina se abren buenas perspectivas con el secado de yuca al sol, tanto raíz como follaje, para uso en alimentación animal.

Específicamente, en Colombia (año 1986), a cinco años de haberse iniciado un proyecto de Desarrollo Rural Integrado en cooperación con el CIAT, se han establecido 36 plantas de secado cuya producción es de 6 000 toneladas de yuca seca. Este volumen representa un ahorro de divisas en concepto de importación de sorgo destinada a concentrados.

Un proyecto similar en que participan el CIAT, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Provincial de Manabí, y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), se acaba de iniciar en Ecuador; otro proyecto similar está en desarrollo en Maturín, a cargo de la Empresa Protinal de Venezuela.

El uso industrial de la yuca ha decaído en los mercados de Estados Unidos de América y en Japón.

BIBLIOGRAFIA

1. ABRAHAM, A.; PANICKER, P.K.S., MATHEW, P.M. 1964. Polyploidy in relation to breeding in tuber crops. *Indian Bot. Soc. Jour.* 43:278-282.
2. ————. 1970. Breeding work on tapioca (cassava) and a few tropical tuber crops. Hawaii, Int. Symp. Trop. Root Crops, 2 nd. p. 76-78.
3. ADRIENS, E.L. 1985. Recherches sur la composition en acides aminés des protéines d'aliments végétaux du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. *Acad. Roy. Colon. Cl. des Sci. Nat. et Med. Mem.* 3 (33):3-102.
4. ALBURQUERQUE, M. de. 1971. Estado actual das pesquisas com mandioca no IPEAM. Minas Gerais, Reunião Comissão Nacional Mandioca, 5a., p. 12-17.
5. ————. 1972. Andamento das pesquisas com mandioca no IPEAM. Recife, Reunião Comissão Nacional Mandioca, 6a. (Ministerio da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuarias, p. 47-48.
6. ALVAREZ, G. R., ALVARADO, L. A. 1974. Sustitución del maíz por cuatro niveles de yuca deshidratada en raciones para cerdos en crecimiento. Maracay, Resúmenes Jornadas Veterinarias.
7. ARMAS, S. B.; CHICCO, C.F. 1973. Evaluación de la harina de yuca (*Manihot esculenta*) en raciones para pollos de engorde. *Agronomía Tropical*, (Maracay) 23(6): 539.
8. ARRAUDEAU, M. 1962. Consideration sur les méthodes d'obtention de nouveaux clones de manioc. Tananarive, Institut de Recherches Agronomiques de Madagascar. Station Agronomique du Lac Alaotra. 22 p.
9. ————. 1969. Cassava in the Malagasy Republic. Trinidad, 1st. Int. Symp. Trop. Root Crops, 1967. Proc., Univ. West Indies, 1969. 1(3): 180-184.
10. ASHOKAN, P.K.; SREEDHARAN, C. 1980. Effect of potash on growth; yield and quality of tapioca variety H.97. Coimbatore, India, National Seminar on Tuber Crops Production Technology, 1980. Proc. Tamil Nadu Agric. Univ. p. 78-80.
11. AVERRE, C.W. 1969. Vascular streaking of stored cassava roots. Trinidad, 1st. Int. Symp. Trop. Root Crops, 1967. Proc. Univ. West Indies. 2(4): 31-35.
12. BALAGOPAL, C., MAINI, S.B. 1977. Studies on the utilization of cassava waste for single cell protein production. *Jour. Root Crop (India)* 3(1): 33-36.
13. BALAGOPAL, C., MAINI, S.B.; HRISHI, N. 1977. Microbial treatment of starch factory effluent and the production of single cell protein. *Jour. Root Crops (India)* 3(2):47-50.

14. BAZAN, C. 1953. Principales enfermedades de las plantas en el Perú. Lima, Estación Experimental Agrícola "La Molina". Bol. 51. 46 p.
15. BELLOTI, A.; Van SCHOONHOVEN, A. 1978. Plagas de la yuca y su control. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 73 p. Serie 09SC-2.
16. BEST, R. 1980. Secamiento de la yuca. In Manual de producción de yuca. Sección I. p. 29-47. Cali, CIAT.
17. BETHUNE, C. 1847. The observations of Sir Richard Hawkins in his voyage in the South Sea in the year 1593. London, Hayluyt Society. 95 p. (Reimpresión ed. 1622).
18. CADAVID, L.F. 1980. El uso de las rocas fosfóricas en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Cali, CIAT. Seminarios Internos. Serie SF-18-80.
19. CANDOLLE, A. de. 1883. L'origine des plantes cultivées. Paris, Bibliothèque Scientifique Internationale. 377 p.
20. CAPINPIN, J.M.; BRUCE, W.C. 1955. Floral biology and cytology of *Manihot utilisima*. Philippine Agriculturist 39:306-316. 1955.
21. CASTRO, A. 1980. Efecto de la época de siembra y edad de la cosecha en el rendimiento en yuca. Cali, CIAT. Seminarios Internos. Serie SF-10-80. 27 p.
22. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1970. Sistemas de producción agrícola. Cali, CIAT. (Inf. Anual, 75 p.) p. 53-55.
23. ————. 1972. Sistemas de producción de yuca. Cali, CIAT. (Inf. Anual) p. 47-90.
24. ————. 1978. Informe Anual, Cali, CIAT. p. A-73.
25. ————. 1981. Informe Anual. Cali, CIAT. 112 p.
26. ————. 1982. Yuca: Investigación, producción y utilización. Cali, CIAT-PNUD. 660 p.
27. ————. 1983. Yuca: Control integrado de plagas. Cali, CIAT-PNUD. 362 p.
28. ————. 1983. Annual Report for 1982 and 1983. Cassava Program. Cali, CIAT. 519 p.
29. ————. 1974. El añublo bacterial. In Sistemas de Producción de Yuca. Cali, CIAT. (Inf. An. 1974).
30. ————. 1979. El añublo bacterial. In Programa de Yuca. Cali, CIAT. (Inf. An. 1979).
31. CEREGHELLI, A. 1955. Cultures tropicales. Paris, Baillière, 635 p.
32. CHEZA de LEON, P. 1884. Guerra de los Chupas. Guerras civiles de Perú. Madrid. 371 p.
33. CHERRI, R. 1940. La malattia della manioca (*Manihot esculenta* Crantz) in Santo Domingo. III. Identità e nomenclatura delle *Cercospora* vivente sulle *Manihot*. Boll. Staz. Pat. (Roma) n.s. 20:99-114.
34. COSTA, A.S.; KITAJIMA, F.W. 1972. Studies on virus and mycoplasma diseases of cassava plant in Brazil. In Proc. IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop, Ibadan, International Institute of Tropical Agriculture. 48 p.
35. COURTS, G. 1949. Les études scientifiques sur le manioc à la Station Agricole du Lac Alaotra. In Congrès du Manioc, Marseille. p. 124-131.
36. ————. 1951. Le manioc à Madagascar. Memoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Ser. B. Tome 3, Fase 2:203-400.
37. ————. 1964. FRITZ, J., RAMAHADIMBY, G. Le diagnosis phellodermique du manioc. Madagascar. Institut de Recherches Agronomiques. 15 p.
38. CHADRA, Y.R. 1961. Sources of starch in Commonwealth Territories. Tropical Sciences (London) 3(3): 101-113.
39. CHAN, S. K. Notes on the growing of cassava at Serdang. Malaysian Crop Diversification Conf. 1969. 9p. (Preprint. 13).
40. ————; LEE, C.S. 1979. Relaciones entre el rendimiento en raíces reservantes, contenido en almidón, y rendimiento en almidón de yuca con el contenido en potasio del fertilizante, el suelo y las hojas. Manila, 5th Int. Symp. Trop Root Crops. 1 p.
41. CHEVAUGEON, J. 1956. Les maladies cryptogamiques du manioc en Afrique Occidentale. Paris, Ed. P. Lechevalier, 205 p.
42. CHEW, W. Y.; RAMLI, K.; JOSEPH, K. T. Copper deficiency of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) on Malaysian peat soil. MARDI Research Bull. 6(2):208-213. 1978.

43. CHICCO, C.F.; GARBATI, S.T.; MUELLER, B.; VECHIONACE, H.I. 1972. La harina de yuca en el engorde de cerdos. *Agronomía Tropical (Maracay)* 22(6):599-603.
44. DAHLBERG, B. s.f. Large-scale manioc starch extraction processes. Tumba (Suecia) Alfa Laval. 8 p.
45. DEVENDRA, C. 1977. Cassava as a feed for ruminants. In *Cassava as animal feed*. Proc. Workshop held at the University of Guelph. p. 107-119. (IDRC-095e).
46. ———. 1979. Malaysian feedingstuffs. Malaysia, Malaysian Agricultural Research and Development Institute. 143 p.
47. DIAZ, C.; DIAZ, G. 1973. Nueva lista de patógenos de las plantas cultivadas en Venezuela. Maracay, Soc. Venezolana de Fitopatología. 47 p.
48. DOKU, E.V. 1969. Cassava in Ghana. Accra, Ghana Univ. Press, 44 p.
49. DORESTE, E. 1973. Acarología. Maracay, Universidad Central de Venezuela. 285 p. (Fac. Agronomía, Depto. Zoología Agrícola).
50. ELLIS, J. B.; EVERHART, B.M. 1895. New species of fungi. II. Florida fungi. *Bull. Torrey Bot. Club* 22:434-440.
51. ENRIQUEZ, F. Q.; ROSS, E. 1967. Cassava root meal in grower and layer diets. *Poultry Science* 51: 228-232. 1972.
52. ———; ROSS, E. 1972. Cassava root meal in grower and layer diets. *Poultry Science* 51: 228-232. 1972.
53. ESCOVAR, ISABEL. 1982. Composición química del follaje de yuca. Maracay, Seminario Nacional de Yuca. 1980. *Rev. Fac. Agron. Alc.* 31:627-636.
54. ESHIETT, W.; ADEMASUN, A.A. 1978. The use of cassava root meal in chicken rations in Nigeria. *Abst. XVI Congreso Mundial Avicultura, Río de Janeiro*. p. 1701-1709.
55. FAO. Anuarios de Producción. 1979 a 1984. Roma.
56. ———. 1980. Situación y perspectivas de los productos básicos 1979-1980. Roma. 183 p.
57. ———. 1984. Situación y perspectivas de los productos básicos. 1983-1984. Roma.
58. FERNANDEZ, F. *et al.* 1966. Guía de las prácticas de entomología. Maracay, UCV, Facultad de Agronomía. 140 p.
59. FLECHMANN, C. 1977. The cassava mite complex: taxonomy and identification. Cali, CIAT, Proc. Cassava Protection Workshop. p. 143-153. (Series CE-14).
60. FURTADO, M.J. *et al.* 1980. Espacamento para mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no norte do Espírito Santo. Cariacica, Espírito Santo, Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, EMCAPA V.2., N.3.
61. GARCIA J.; MONTALDO, A. 1971. Requerimientos hídricos de la yuca (*Manihot esculenta*). *Agronomía Tropical (Maracay)* 21(1):25-31.
62. GHOSH, B.N. 1967. Recent development in the manufacture of starch from cassava roots in Uganda. Trinidad, 1st Int. Symp. Trop. Root Crops, Proc. Univ. West Indies, 1969. V.2(6):37-47.
63. GOMES, J. de C.; HOWELER, R.H. 1980. Cassava production in low fertility soils. Salvador, Bahía, Workshop on Cassava Cultural Practices. Proc. Ottawa, International Development Research Centre, Series IDRC-151e. p. 93-102, 138-152.
64. GOMEZ, G. 1977. Life-cycle swine feeding systems with cassava. In *Cassava as animal feed*. Proc. Workshop held at the University of Guelph. p. 65-71. (IDRC-096e).
65. GONCALVES, R.D.; NORMANHA, E.S.; BOOCK, O.J. 1942. O superbrotamento ou envassouramento da mandioca. Sao Paulo, Bol. Secret. Agric. Indust. e Comercio.
66. GONZALEZ, J.A. 1973. Las enfermedades de la yuca. Maracay, Sociedad Venezolana de Fitopatología, Bol. esp. 3, 43 p.
67. GRANER, E.A. 1935. Contribuição para o estudo citológico de mandioca. Piracicaba, Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz, 28 p.
68. GRAMER, E.A. 1940. Tratamento de mandioca pela colchicina. I. Nota preliminar sobre poliploidia indicada pela diferenca de tamanho dos estômatos. *Jor. Agron. (Piracicaba)* 3:89-98.
69. ———. 1941. Polyploid cassava induced by colchicine treatment. *Jour. Hered.* 32:281-288.
70. ———. 1942. Genética de *Manihot*. I. Hereditariedade da forma de folha e da coloração da película externa das raízes em *Manihot utilissima* Pohl. *Bragantia (Campinas)* 2(1):13-22.

71. GRAMER, E.A. 1944. Uma forma tetraploide de mandioca Vassourinha de provavel valor horticola. Rev. de Agricultura (Brasil) 19:380-391.

fo. resistance to bacterial blight. Pans 24(4):

71. GRAMER, E.A. 1944. Uma forma tetraploide de mandioca Vassourinha de provavel valor hortícola. Rev. de Agricultura (Brasil) 19:380-391.
72. HAHN, S.K. 1978. Breeding cassava for resistance to bacterial blight. Pans 24(4): 480-485.
73. ———: HOWLAND, A. K. 1972. Breeding for resistance to cassava mosaic. Proc. Cassava Mosaic Workshop, Ibadan, IDRC/IITA. p. 37-39.
74. ———: HOWLAND, A. K.; TERRY, E. R. 1974. Cassava breeding at IITA. Ibadan, International Institute of Tropical Agriculture. 47 p.
75. HENAIN, A. E.; CENOZ, H. M. 1971. La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Corrientes, Univ. Nac. Nordeste. 72 p. (Fac. Agron., Depto. Prod. Veg. Publ. 11).
76. HENNINGS, P. 1902. Fungi paraense. II. I.D.J. Huber collecti. Beiblalk zur Hedwigie 41:15-18.
77. HOLMES, E. B.; WILSON, L.A. 1979. Effect of nitrogen supply on early growth, development and nitrate reductase activity in two cassava cultivars. Manila, 5th Int. Symp. Trop. Root Crops. p. 487-506.
78. HOWELFER, R. H. 1979. Nutrición mineral y fertilización en yuca. In Manual de producción de yuca. Cali, CIAT, Programa Yuca. p. 1-1/ 1-48.
79. ———. 1984. Prácticas de conservación de suelos para cultivos anuales.
80. INDIRA, P.; KURIAN, T. 1973. A comparative study of the anatomical changes associated with tuberisation in the root of cassava and sweet potato. Ibadan, 3rd. Int. Symp. Trop. Root Crops. 7 p.
81. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. 1975. Root and tuber improvement program. Nigeria, IITA, 6 p.
82. JENNINGS, D. L.; MARTIN, F. W. 1973. The utilization of cassava variability on an international basis. Nigeria, 3rd. Int. Symp. Trop. Root Crops. 1973. 23 p.
83. JOHNSON, R. M.; RAYMOND, W. D. 1965. The chemical composition of some tropical food plants. IV Manioc. Tropical Science (London) 7(3): 109-115.
84. JONES, W.O. 1959. Manioc in Africa. Stanford, California, Stanford University, 315 p.
85. JURGENS, M.H. 1973. Applied animal feeding and nutrition, an outline. Kendall-Hunt Publishing Co. p. 25-29.
86. KEATING, B. A.; EVENSON, J.P.; EDWARDS, D.G. 1979. Effect of pre-harvest fertilization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) prior to cutting for planting material on subsequent establishment and root yield. Manila, 5th Int. Symp. Trop. Root Crops. p. 301-306.
87. KHAJARERN, S. *et al.* 1977. Cassava in the nutrition of swine. In Cassava as animal feed. Proc. Workshop held at the University of Guelph, p. 56-64. (IDRC-095e).
88. KITAJIMA, E. W.; NORMANHA, E. S.; COSTA, A. S. 1972. Corpúsculos do tipo micoplasma associados a una forma do superbrotaemento da mandioca, na região de Tapachula, Chiapas, México. Cienc. e Cult. 24: 852-854.
89. KOCH, L. 1934. Cassaveselectie. Wageningen, Universidad Agrícola. 71 p.
90. KOK CHOO, T. L.; HUTAGALUNG, R.I. 1972. Nutritional value of tapioca leaf (*Manihot utilisima*) for swine. Jour. Nutrition 40:587.
91. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. University of Florida, Inst. Food and Agric. Sci., Center Trop. Agric., Dept. Animal Sci., Gainesville. 509 p.
92. LEACH, R. 1940-1941. Report of the leaf spot mycologist. Rep. Dept. Sci. Agric. Jamaica. p. 15.
93. LEESBURG, Y. 1985. La yuca y la erosión en la Sierra de la República Dominicana. Yuca, Bol. Inf.
94. LEIHNER, D. E.; ANDRADE, A. S. 1982. Métodos y duración del almacenamiento de estacas. In Yuca, Investigación, Producción y Utilización. Cali, CIAT. p. 231-239.
95. LEMOS, R.C. *et al.* 1982. Zoncamiento ecologico da cultura da mandioca no Brasil baseado nas exigencias propias da cultura. Vitoria, Anais 2o. Congr. Brasileiro da Mandioca. p. 245-253.
96. LEUNG, W.; TSUEN, W.; FLORES, M. 1961. Tablas de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición Centroamericano, 132
97. LOZANO, J. C. 1974. Diseases of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) PAN 20:30-54.
98. MACNEISH, R. S. 1958. Preliminary archeological investigations in the Sierra de Tamaulipas, México. Trans. American Philosophical Soc. 48(6): 1.

99. MAC NICKAN, R.; GOPALKRISHANAN, C. A.; SADASIVAN, K. G. 1976. Studies on feeding tapioca to pigs. *Indian Jour. Animal Research* 10:11-16.
100. MAHENDRANATHAN, T. 1971. The effect of feeding tapioca (*Manihot utilissima* Pohl) leaves to pigs. *Malaysian Agricultural Journal* 48(2): 60-68.
101. MANER, J. H. 1972. La yuca en la alimentación del cerdo. In *Sistemas de producción porcina en América Latina*. Cali, CIAT. p. 18-21.
102. MARTIN, F. W. 1970. Cassava in the world of tomorrow. Hawaii, 2nd. Int. Symp. Trop. Root Crops. p. 53-58.
103. MEJIA, T.R. 1960. Valor comparativo entre la yuca y el maíz en la alimentación de cerdos. *Rev. Fac. Agron. (Medellín)* 22(55):95-113.
104. MENDES, M. A.; COSTA, B.M.; GRAMACHO, D. C. 1973. Efeito do feno de folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na alimentação de pintos. Bahía, Universidad Federal. *Serie Pesquisa* 1(1):153-159.
105. MENDES, J. 1982. Enfermedades y plagas transmisibles por semilla sexual y asexual de yuca en Ecuador. In *Taller Intercambio de Germoplasma de papa y yuca*. Cali, CIAT. p. 131-132.
106. MENDOZA, J. 1982. Enfermedades y plagas transmisibles por semilla sexual y asexual de yuca en Ecuador. In *1er Taller Latinoamericano sobre intercambio de germoplasma de papa y yuca*. Cali, CIAT. p. 131.
107. MOHAN KUMAR, B. 1978. Soil and fertilizer requirements of cassava. In *Hrishi, N. y Gopinathan Nair, R. Edit. Cassava production technology*. Trivandurum, India, Central Tuber Crops Research Institute, p. 17-20.
108. MONTALDO, A. 1971. Fases de desarrollo de la yuca. Maracay, UCV, Instituto de Agronomía. 11 p.
109. ————. 1972. Fases de desarrollo de la yuca. Maracay, UCV, Instituto de Agronomía. 11 p.
110. ————. 1972. Referencias bibliográficas sobre la utilización de la yuca en la alimentación animal. Caracas, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, FSB. 69 p.
111. ————. 1985. Epocas de plantación y cosecha de yuca. Maracay, UCV Instituto de Agronomía. (No publicado).
112. ————. MONTILLA, J. J. 1976. Producción de follaje de yuca. *Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alc.* 24:31-51.
113. MONTILLA, J. J. 1977. Avicultura y desarrollo. Maracay, Universidad Central de Venezuela. (Facultad de Ciencias Veterinarias, Tesis Doctoral).
114. ————; LEON, H. 1982. Efecto de la incorporación de varios niveles de follaje de yuca en raciones para gallinas ponedoras. Santo Domingo, 1a. Reunión Anual Producción Animal.
115. ———— *et al.* 1973. Sustitución de la harina de maíz por harina de raíz de yuca en raciones para ponedoras. São Paulo, 3er. Congreso Latinoamericano de Avicultura. p. 95-98.
116. ———— *et al.* 1975. Efecto de la incorporación de harina de yuca amarga en raciones para pollos de engorde. *Agronomía Tropical (Maracay)* 25:259-266.
117. ———— *et al.* 1979. Harina de raíz y follaje de yuca en raciones para pollos de engorde. Lima, 6to. Congreso Latinoamericano de Avicultura. *Memorias* 30-39.
118. ———— *et al.* 1969. Utilización de la harina de tubérculo de yuca (*Manihot esculenta*) en raciones iniciadoras para pollos de engorde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Caracas)* 19: 381-388.
119. MORENO, R. A.; HART, R. D. 1978. Intercropping with cassava in Central America. *Proc. Int. Workshop, Trivandurum, 1978. IDRC-142e.* p. 19-24.
120. MULLER, A.S. 1941. *Cercospora henningsli*, *Uromyces janiphae*. In *El reconocimiento de las enfermedades de las plantas de Venezuela*. Bol. Soc. Venezolana Cienc. Nat. (Caracas) 7(48): 105.
121. ————; CHUPP, C. 1942. *Cercospora henningsii*. In *Las Cercosporas de Venezuela*. Bol. Soc. Venezolana Cienc. Nat. (Caracas) 8(52): 46.
122. ————; ROBERTS, D.A. 1951. Plant diseases record at Zamorano. II. Ceiba (Tegucigalpa) 9(1): 49-54.
123. MULLER, Z. 1977. Improving the quality of cassava root and leaf product technology. In *Cassava as an animal feed. Workshop held at the University of Guelph*, p. 120-126. (IDRC-095e).

124. NORMANHA, E. S.; PEREIRA, A. S. 1964. Cultura da mandioca. Campinas, Instituto Agronômico. 29 p. (Bol. 124).
125. _____; PEREIRA, A. S. 1967. Cultura da mandioca. O Agrônomo (Brasil) 15(9/10): 9-35.
126. _____; PEREIRA, A. S.; FREIRE, E. S. 1968. Modo e época de aplicação de adubos minerais em cultura de mandioca. Bragantia (Campinas) 27(12): 145-154.
127. OKE, G. L. 1973. Leaf protein research in Nigeria: a review. Tropical Science (London) 15: 139-155.
128. OLIVEIRA, L. E. M. de. 1979. Crescimento e comportamento nutricional de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) submetidos a níveis de alumínio. Vicosá, Minas Gerais, Universidade Federal de Vicosá. 50 p. (Tesis Maestría).
129. OLSON, D. N.; SUNDE, M. L.; BIRD, M. A. 1969. Aminoacid supplementation of mandioca meal in chick diets. Poultry Science 48: 1949-1959.
130. ORIOLI, G. A. et al. 1967. Acumulación de materia seca, N, P, K y Ca en *Manihot esculenta*. Bonplandia (Corrientes) 2: 179-182.
131. OVIEDO y VALDEZ, G. F. de. 1815-1855. Historia general y natural de las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Océano. Madrid, Real Academia de la Historia. 1815-1855. 4 v.
132. PATIÑO, V. M. 1964. Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Cali, Imprenta Departamental. T. II. 364 p.
133. PISO, G. 1948. Historia Natural do Brasil. São Paulo, Comp. Edit. Nacional, p. 61-63.
134. PORTAL, C. M.; TINEO, S.; ROMERO, B. 1977. Utilización de la harina de yuca en raciones para ponedoras. Rev. Fac. Agron. (Maracaibo) 3:27).
135. RAJENDRAN, N.; NAIR, P. G.; MOHAN KUMAR, B. 1976. Potassium fertilization of cassava in the laterite soils. Jour. Root Crops (India) 2(2): 35-38.
136. REICHEL-DOLMANTOFF, G. 1961. The agricultural basis of the sub-Andean chiefdoms of Colombia. In Wilbert, J., The evolution of horticultural systems in native South America, causes and consequences: A symposium. Anthropologica (Caracas) Supl. 2:83-100.
137. REVERON, A. E.; RODRIGUEZ, J. E. 1980. La yuca, una alternativa en la alimentación animal de los bovinos en el trópico. Ciencias Veterinarias (Maracay) 9(3/4): 1387-1403.
138. RIBERIRO FILHO, F. A. 1980. O programa brasileiro de produção e utilização de etanol. Rio de Janeiro, Petrobrás Química, S.A.
139. ROGERS, D. J. 1963. Studies of *Manihot esculenta* Crantz and related species. New York, Bull. Torrey Bot. Club 90(1): 43-54.
140. _____, J. 1965. Some botanical and ethnological considerations of *Manihot esculenta* Crantz. Econ. Bot. 19(4):369-377.
141. _____; APPAN, S. G. 1970. Untapped genetic resources for cassava improvement. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
142. _____; APPAN, S. G. 1973. *Manihot* and *Manihotoides* a computer-assisted study. Flora Neotropica. New York, Hafner Press. 272 p. (Monograph 13).
143. ROSS, E.; ENRIQUEZ, F. Q. 1969. The nutritive value of cassava leaf meal. Poultry Science 48: 846-853.
144. RUIZ, P. 1979. Enfermedades de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en algunas regiones productoras del sureste de México. Maracaibo, 1er. Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 1 p.
145. SAUER, C. O. 1951. Crop plants of ancient Peru modelled in pottery. Bull. Missouri Bot. Garden 37:187-194.
146. SENA, Z. F. de.; CAMPOS, H. dos R. 1973. Estudo do sistema radicular da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) submetidas a diferentes frequências de irrigação. Bahia, Univ. Federal. (Projeto Mandioca p. 42-49).
147. SILVA, J. R. da. 1970. O programa de mandioca no Instituto Agronomico de Estado de Sao Paulo. Encontro de Engenheiros Agronomos Pesquisadores em Mandioca dos Países Andinos e do Estado de Sao Paulo, 1a. Campinas, Inst. Agron. Estado Sao Paulo. p. 100-122.

148. SILVA, J.R. da; FREIRE, E.S. 1968. Influencia de aplicação de adubos minerais nos sulcos de plantío sobre os stands de cultura de mandioca. *Bragantia* (Campinas) 27(26):291-300.
149. SILVA, M. A.A.A. da. 1978. Produção de proteína fungica em raiz e folha de mandioca. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Tesis Maestría).
150. SILVA R. S. da. 1970. O programa de investigação sobre mandioca no Brasil. *Campinas, Encontro de Engenheiros Agrónomos Pesquisadores em Mandioca dos Países Andinos e do Estado de São Paulo*, 1o. p. 61.72.
151. SINGH, K. D. *et al.* 1970. Note on the effect of varying stages of harvest on tuber yield and starch content in different strains of cassava. *Indian Jour. Agronomy* (New Delhy) 15(4):385-386.
152. TERI, J. M.; THURSTON, H. S.; LOZANO, J. C. 1977. The *Cercospora* leaf disease of cassava. In *Proc. Cassava Protection Workshop, 1977. Cali, CIAT*. p. 101-116.
153. TERRA, G.S.A. 1964. The significance of leaf vegetables, specially of cassava in tropical nutrition. *Tropical Geog. Medicine* 16(2): 97-108.
154. TDR/CIAT. 1984. Para reducir el deterioro de la yuca después de cosechada. Cali, CIAT, *Yuca Boletín Informativo* 8(2):4-5.
155. TONGHAM, A. *et al.* 1978. Efecto de la época de plantación y cosecha de la yuca en el rendimiento en raíces frescas y de trozos. Tailandia, Ministerio de Agricultura, División de Cultivos. *Inf. Anual*. p. 17.
156. TORO, G. 1982. Aspectos económicos al desarrollo yuquero en Venezuela. Maracay, Seminario Nacional de Yuca, 1980. *Rev. Fac. Agron. Alc.* 31:663-668.
157. VARGAS, O.; BELLOTI, A. C. 1983. Daño económico causado por moscas blancas en el cultivo de la yuca. In *Yuca, Control Integrado de Plagas, CIAT*. p. 129-135.
158. VAN OVEREEM, C. 1925. *Cercosporaceae. Incones Fungorum Malayensium*, No. 10: 1-4.
159. VAN SCHOONHOVEN, A. 1977. Thrips on cassava: economic importance, sources and mechanisms of resistance. *Proc. Cassava Protection Workshop, CIAT*. p. 177-180.
160. VOGT, H. 1966. The use of tapioca meal in poultry rations. *World's Poultry Science Journal* 22:113-125.
161. USDA. 1963. *Composition of foods*. Washington.
162. ————. 1978. *Index of agricultural production for the Western Hemisphere*. Washington, USDA. *Stat. Bull.* 607.
163. INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. 1978. *Tablas de composición de alimentos*. Caracas.
164. WHEATLEY, C. 1980. Studies related to the nature of post-harvest physiological deterioration in cassava roots. Cali, CIAT. 33 p. (Seminarios Internos, Serie SE-16-80).
165. WHOLEY, D. W.; COCK, J. H. 1973. A rapid method for the propagation of cassava. Ibadan, 3rd. *Int. Symp. Trop. Root Crops*. 9 p.
166. WILLEY, G.R. 1960. *New World prehistory*. *Science* 131:73-86.
167. YINGCHOL, Y. *et al.* 1970. Estudio sobre la absorción de nitrógeno de la yuca y su aplicación como fertilizante. Tailandia, Ministerio de Agricultura, Div. Química Agrícola. *Inf. de Avance*. Bangkok, p. 1081-1085.
168. ZAAG, P. van der. *et al.* 1979. Nutrition of cassava, including mycorrhizal effects on P, K, S, Zn and Ca uptake. *Field Crops Research* 2:253-263.

BATATA* O CAMOTE**

Ipomoea batatas. CONVULVULACEAE

SINONIMIA Y NOMBRES VULGARES

(*Convolvulus batatas*. *Batata edulis*. *Convolvulus edulis*. *Convolvulus esculentus*. *Convolvulus tuberosus*).

Batata, Chaco (Venezuela); Batata (Argentina, Puerto Rico); Camote, Apichu (Perú); Camote (Chile, México, Bolivia, Panamá y Centroamérica); Moniato (Cuba y Uruguay); Kamote (Filipinas); Mabí (Caribe); Cumar (quechua); Kumara (Polinesia, Nueva Zelanda); Kumala (Fiji); Uala (Hawaii); Umala (Samoa); Umara (Tahití); Gumbili (Molucas); Vomanga (Madagascar); Khoai lang (Vietnam del Sur); Dam long (Cambodia); Khoai day (Vietnam del Norte); Oobi djalar, Ketela rambet (Indonesia); Satsuma-imo (Japón); Moumbala y Kikowa (bacongos); Gapiélé (batékes) (Congo); Vel-Ketengu (tamoul); Batata doce (Brasil); Patata douce (francés); Patata dolce (italiano); Batate, Süsskartoffel (alemán); Louisiana-yam (Sur Estados Unidos); Sweet-potato (inglés).

ORIGEN, HISTORIA Y GEOGRAFIA

La batata según Merrill (1954) fue distribuida desde Sudamérica al triángulo de Polinesia, llegando hasta Nueva Zelanda por el suroeste, Papuasía y el norte las Islas Marianas (Guam) entre los siglos 12 y 13 de esta Era.

* Batata, voz taina, (Haití, Santo Domingo y Antillas).

** Kamótlí, voz náhuatl (México y pequeños grupos aislados de Centroamérica hasta Panamá).

Existe para la batata el nombre quechua “cumar”, y el nombre polinésico “kumara”, además de los siguientes nombres en el Pacífico: Kumala (Fiji); Uala (Hawaii); Umala (Samoa); Umara (Tahití).

La primera referencia sobre camote o batata corresponde a Oviedo (1815) en 1526; al describir esta planta en La Hispaniola, anota: “Cuando las batatas están bien curadas, se llevan hasta España muchas veces, cuando los navíos aciertan a hacer pronto el viaje y las más de las veces se pierden en el mar”.

Siguen diversos viajeros o cronistas botánicos como Acosta (1940) para las Indias (América) en 1582. Vasquez de Espinoza (1942) en un itinerario americano, manuscrito de 1628 o 1629, declara haber observado el cultivo de camote en Jamaica, Veracruz y cerca de Ciudad de México, lugar donde los camotes son grandes y de varios colores. En Cartagena de Indias, Trinidad, Bogotá, en el valle del Río Marañón, La Paz, Asunción, La Rioja y Córdoba también había camotes.

Clusius (1601), en material cultivado en España, distingue tres tipos que llama: “camote”, “batata” e “*Inhames Lusitanarum*”. La batata, según el autor anotado, es más grande y tierna que el camote. *Inhames Lusitanarum* sería una especie de *Dioscorea*. Marcgrave (1648) se refiere a ese cultivo en Brasil; Sloane (1696) da una información muy completa sobre morfología, cultivo y utilización de las batatas en Jamaica; Cook (1773) brinda información para las Islas del Pacífico en 1769; Thunberg (1784) para el Japón; y Choisy (1833) también se refiere al tema.

Humboldt (1827) dice que, de acuerdo con Gomara, Cristóbal Colón, cuando se presentó por primera vez ante la reina Isabel la Católica, le ofreció varios productos de las Indias (Nuevo Mundo), entre los cuales estaba el camote.

Según De Candolle (1883) la batata se originó en la América Tropical; da como evidencia trabajos de Humboldt, Meyer y Biossier y, además, el hecho de que de 15 especies del género hasta esa época reconocidos, 11 sólo crecen en el Continente Americano y las otras cuatro tanto en América como en el Viejo Mundo, donde pueden haber sido transportadas.

Vavilov (1928) estima que la batata se originó en la región comprendida entre el sur de México, Guatemala, Honduras, hasta Costa Rica. El mismo centro de origen le asigna a *Pachyrrhizus tuberosus* y *Maranta arundinacea*.

Roig (1928) en su “Diccionario de nombres vulgares cubanos”, dice al referirse al boniato. “Esta planta existía en Cuba cuando el descubrimiento y los indios la cultivaban casi del mismo modo que se hace hoy. Los “ajes” o “ages”, de que hablan Colón y los cronistas de la conquista y colonización, eran boniatos, pues dicen que eran unas raíces largas y delgadas, de sabor a castañas, que los indios plan-

taban fácilmente por medio de estaquitas o bejucos”.

Menciona también que en Cuba hay un gran número de tipos que difieren en la forma de las hojas y raíces, y enumera 30 nombres por el color de la pulpa (amarillos, blancos, rojos y marrones).

Means (1931) en su libro sobre las antiguas civilizaciones de los Andes, hace referencias a lo antiguo del cultivo del camote en la costa del Perú.

En la porción andina equinoccial de Ecuador se cultivaba *Ipomoea batatas*. Camotes había en Otavalo en 1582 y en los partidos de Caguasqui y Quilca, de la misma jurisdicción (Jiménez de la Espada, 1896). El mismo autor dice que camotes se daban en términos de Quito y señala también la existencia de camotes en San Luis de Paute, de “comales” (camotes) en Cañaribamba, en Santo Domingo de Chunchi, todos partidos de Cuenca.

Debe tenerse presente —escribe Patiño (1964)— que esto tenía lugar no en las planicies frías, sino en los valles abrigados o calientes, muy abundantes en una región tan accidentada como la cadena andina.

El camote era también cultivado en la vertiente amazónica de los Andes ecuatoriales y en la propia cuenca del gran río. Camotes aparecen registrados desde 1549 en la región de Chuquimayo, cuenca del Río Chinchipe (afluente del Marañón), lo mismo que en otros valles del mismo sistema, tales como Pericos y Cherinos (Jiménez de la Espada, 1897).

En Zamora de los Alcaldes había camotes. También, junto con la yuca eran mantenimientos ordinarios en Nambija y Yaguarzongo. En Valladolid, en la gobernación de Juan de Salinas Loyola, hay camotes.

En Mainas, la relación de 1619-1620 (Jiménez de la Espada, 1897), habla de camotes.

Los actuales jíbaros cultivan el camote, al que llaman “inchi”; lo consideran como una planta femenina. Por consiguiente a las mujeres corresponde su cultivo (Karsten, 1920).

Yacovleff y Herrera (1934) mencionan diversas piezas de cerámica de la cultura mochica, Perú, que reproducen raíces de batatas.

Heyerdahl (1963) cita a Harms en 1922, Safford en 1925, Nordenskiöld en 1931 y Heyerdahl en 1952, que hacen referencia a raíces tuberosas secas de batata extraídas de antiguas tumbas de la Costa del Perú, incluyendo el centro marítimo preincaico de Paracas.

Cook (1925) y Safford (1925) señalan al Perú como el sitio de origen de la batata; pero, como dice Yen (1969) citando a Sauer, esta aserción no ha sido ratificada con estudios varietales.

Del Carpio (1970) manifiesta con respecto al cultivo del camote que en el Museo Nacional de Lima hay huacos de la cultura Mochica que adoptan la forma de esta tuberosa. En cerámicas de la cultura Nas-

ca hay pictografías estilizadas que sugieren que el camote era usado extensamente en esa zona. En el pabellón dedicado a Paracas hay restos que estuvieron colocados al lado de las momias, en los fardos funerarios, con una antigüedad de 500 años a.C. que incluyen semillas de frijol, pallar, maní y raíces de mandioca y de camote. Dice Del Carpio que si se observan bien las raíces de camote se nota una completamente perforada. Esto demostraría que ya en esa época, 2.500 años atrás, la plaga *Euscepes batatae* —gorgojo del camote— estaría presente en Paracas.

Habría que agregar el descubrimiento del antropólogo Engel en la localidad de Chilca, Perú, confirmado por el botánico Yen, citado por Busto (1969), según el cual algunas muestras de camote fosilizadas encontradas tendrían 10.000 años de antigüedad.

Yen (1969) al referirse a la colección mundial de batata mantenida en Nueva Zelanda, dice: “La colección demostró la variabilidad competitiva del material traído de amplias áreas geográficas, e indicó que el origen de todo el material de Polinesia y Asia es la América”.

Nishiyama y Teramura (1962), dan cuenta de extensas colecciones dentro de las especies silvestres de batata en México y Sur de Estados Unidos; mencionan las especies: *Ipomoea batatas* (6x = 90); *I. trifida* (6x = 90); *I. triloba* (2x = 30); *I. tiliacea* (2x = 30); e *I. gracilis* (2x = 60).

De todo ese material, después de un minucioso estudio, se encontró que el número de colección K-123, *Ipomoea trifida*, podría considerarse como antepasado de la batata con base en evidencias morfológicas, citológicas y genéticas. Esta última consistió en la compatibilidad con la batata cultivada (*Ipomoea batatas*), produciendo híbridos F₁ fértiles.

Nishiyama (1963) en un trabajo posterior, señala el origen americano de la batata cultivada, apoyándose en sus propios trabajos y en una extensa evidencia de botánicos, etnólogos y otros científicos.

Jones (1967) considera a la introducción K-123 como una segregación extrema de la batata (*I. batatas*), y no una especie distinta. El carácter “torsión del tallo” —indicado por Nishiyama— como típico de las especies silvestres, no lo es. Este carácter fue ya citado por Merian, en batatas, en 1705 y por Groth, en 1911. Además, el mismo Jones manifiesta que en el material segregante de *I. batatas*, de su programa de mejoramiento, obtuvo hasta un 4% de plantas con torsión. Lo mismo ocurrió con el carácter pubescencia del tallo y la no producción de raíces reservantes de K-123, que también es frecuente observar en material de crianza.

Nishiyama dice que la variedad K-123 tiene el mismo sistema de incompatibilidad que las batatas de Estados Unidos y Japón, pero en diferentes alelos. Jones, en el trabajo citado, manifiesta que esto se

espera en una colección lograda cerca del área de origen, ya que las plantas de los Estados Unidos y de Japón probablemente representan sólo una muestra muy pequeña de tipos incompatibles.

Según el propio Jones, las consideraciones citológicas ($6x = 90$) en el apareamiento de los híbridos K-123 x *I. batatas* en la metafase I. no son justificación para asignar a K-123 a otra especie.

Jones señala, además, que la falla de Nishiyama fue comparar a K-123 con un limitado número de muestras (cultivares) de la diversidad genética presente en la batata, y que se le debe considerar como un contemporáneo de *I. batatas* y no como un progenitor.

Kobayashi (1980) confirma que la batata silvestre que crece profusamente en Santa Marta, Colombia y en Maracay, Venezuela, es la especie diploide *I. trifida*, lo mismo que los diploides mexicanos K221 y K450.

Ese autor, después de estudiar una amplia colección de *Ipomoea* de Sudamérica, asume que *I. trifida* comprende di, tetra y hexaploides. *I. trifida* se cruza fácilmente con *I. batatas*. Los hexaploides de *I. trifida* difícilmente pueden ser distinguidos de plantas espontáneas de *I. batatas*. Kobayashi (1981a) manifiesta que el complejo *I. trifida* está estrechamente relacionado con *I. batatas* y asume que el diploide *I. trifida* es el progenitor de *I. batatas*.

Existe suficiente evidencia de que el camote es de origen americano; falta resolver el sitio exacto, entre México y Centroamérica, apoyados por la diversidad de material genético, y el Perú, por la evidencia arqueológica de la antigüedad de su cultivo.

El camote o batata se cultiva actualmente durante todo el año a través de los trópicos en zonas bajas, calientes y húmedas; y en las zonas subtropicales templadas (Japón, Estados Unidos, Argentina) sólo en la estación estival libre de heladas.

Para algunos pueblos como Nueva Guinea, Indonesia, Japón, China, Corea, la batata ha llegado a constituir una parte importante en la dieta diaria en su alimentación.

Robbins (1963) señala que la subsistencia de los campesinos de las tierras altas de Nueva Guinea y Papua deriva casi completamente de este cultivo, el que se da aún a alturas de 2 400-2 500 m sobre el nivel del mar.

Miller y Hernández (1970) mencionan que cuando la batata se introdujo en China terminaron en ese país las grandes hambrunas. Allí no sólo es corriente comer las raíces, sino también las hojas cocidas.

BOTANICA

Taxonomía

Linnaeus (1737) describe a la batata y le aplica su nomenclatura binomial, designándola como: *Convolvulus batatas*.

Choisy (1833) la llama *Batata edulis* (Thunberg) Choisy.

Lamarck pasa batata del género *Convolvulus* a *Ipomoea* y designa definitivamente a esta especie como *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Las diferencias entre *Ipomoea* y *Convolvulus* son:

Ipomoea: estigmas capitados, granos de polen generalmente espinosos.

Convolvulus: estigmas filiformes, granos de polen lisos.

Otros nombres usados han sido: *Convolvulus edulis*, *Convolvulus esculentas* y *Convolvulus tuberosus*.

Morfología

Planta herbácea, postrada, a veces con ápices volubles (1-4 mm) glabra o pubescente. Perenne. Hay una gran variación en las formas de las hojas entre los diversos cultivares. Raíces bastante tuberosas que presentan gran variación de colocación de la pulpa y de la cáscara. Según Abeele y Vandenput (1958), las raíces tuberosas se forman en el punto donde éstas, después de ser directamente horizontales, se dirigen hacia abajo. Aldrich (1962) señala que hay ciertas diferencias varietales en cuanto a los lugares en que se forman las raíces tuberosas. Algunas variedades sólo las producen en el material sembrado originalmente, otras en los nudos de las nuevas guías de crecimiento.

Raíz

Las semillas verdaderas escarificadas germinan a las 24-48 horas (las decapitadas pueden hacerlo en 6 horas). A los 45-60 días ya está formada una raíz de 0.5 a 1.5 cm de diámetro con las características de las futuras raíces tuberosas (color de la pulpa, la cáscara, actividad de oxidasas), lo que permite una primera selección de las plántulas.

En las plantas obtenidas de guías, las raíces adventicias pueden originarse en los nudos o internudos y son positivamente geotrópicas; llegan hasta 1.20 m de profundidad. Desarrollada la planta, algunas raíces “engruesan” y llegan hasta 30 cm de largo y 20 cm de diámetro; a esto se le llama “batata”, “camote” o “boniato”.

Wilson (1970) estudia el engrosamiento de las raíces reservantes de batata, considerando evidencia morfológica, anatómica y bioquímica. Llega a la conclusión de que la “tuberización” envuelve tres procesos distintos que son:

- Desarrollo de raíces tuberosas potenciales.
- Iniciación de la “tuberización”.
- Desarrollo de las raíces tuberosas hasta la madurez.

Al estudiar la morfología de las raíces tuberosas hay que considerar:

Distancia de engrosamiento de las raíces reservantes, según la cual pueden ser: sentadas (de pedúnculo corto, hasta 2 cm) o pedunculadas (más de 2 cm).

Dirección de crecimiento: vertical, oblicua, horizontal, irregular.

Forma: esférica, ovoide, nabiforme, irregular.

Superficie: lisa, surcada, irregular, venosa, con áreas suberizadas.

Color de la cáscara: blanco, crema, tanino, bronceado, rosado y púrpura. Distribución uniforme o irregular.

Color de la pulpa: blanco, crema, tanino, bronceado, rosado y púrpura. Distribución uniforme o irregular.

Color de la pulpa: blanco, crema, amarillo, rosado, anaranjado, salmón, púrpura. Distribución de color: uniforme o irregular.

Poseen lenticelas en la cáscara. Existen brotes de emergencia primaria en el extremo proximal de las raíces tuberosas; son más tardíos los del centro y extremo distal.

Se distingue el anillo del cambium y el “látex” o gotitas blancas que se ennegrecen en contacto con el aire, más abundantes en las batatas jóvenes y en ciertas variedades.

El tamaño de las raíces reservantes depende en gran parte de las condiciones de su producción y las características del cultivo.

Tallo

Comúnmente llamado “guía” o “bejuco”, es de hábito rastrero. Deben considerarse los siguientes aspectos:

Longitud: de 15-20 cm en variedades enanas, hasta 4 m en las comunes o rastreras.

Grosor: delgados (menos de 4 mm); medianos (4-6 mm); gruesos

sos (más de 6 mm).

Torsión: presente o ausente.

Superficie: glabra o pubescente. La pubescencia a veces sólo está presente en las guías nuevas.

Ramificación: poco o muy ramificado (mayor o menor dominancia apical. 1 ó 2 yemas por axila).

Color: verde, bronceado, rojizo, púrpura. Uniforme o irregular, generalmente más intenso en las axilas de las hojas.

Lenticelas: abundantes.

Primordios radiculares: dos principales en cada nudo, originándose raíces adventicias, también en los entrenudos.

Hojas

Son hojas simples, de inserción aislada. Se consideran las siguientes partes:

Pecíolo: longitud 4-20 cm; surco en la parte ventral; color y pubescencia análoga a la del tallo; dos glándulas foliares en el extremo distal.

El tamaño de las hojas varía con la edad de la guía, variedad y fertilidad del suelo. Por lo general va de 5 a 15 cm en su diámetro más ancho.

Lámina. Forma general: orbicular, ovada, astada; base: recta, aguda, semicordiforme o redondeada; borde: entero, dentado, lobulado, partido (frecuente con aurículas prominentes); ápice: obtuso, acumulado, con ganchito, con torsión; siempre se observa una espinita llamada "espínula"; nervaduras de color verde, rojizo o púrpura, coloreadas sólo en la base o la longitud; en el nacimiento de la cara superior puede intensificarse el color formando la "estrella". Hay una gran variación en la forma de la hoja.

Algunas variedades tienen hojas erectas, otras acartuchadas o rugosas. A veces las hojas jóvenes están teñidas de púrpura o rojo por antocianinas. Al madurar la planta, el follaje se vuelve verde pálido-amarillento. Hay variedades de dimorfismo foliar. Entre éstas anota Folquer* a la criolla amarilla.

* Notas sobre el cultivo de la batata en Argentina. (Comunicación personal).

Flor

Las flores están agrupadas en inflorescencias tipo cima con raquis de 5-20 cm de largo y dos brácteas en su extremo que a veces toman aspecto foliar.

Los botones florales tienen color característico, desde verde pálido hasta púrpura intenso. Se deben considerar las siguientes partes:

Pedúnculo floral: 2-3 hasta 15 mm.

Cáliz: con dos sépalos exteriores oblongos, agudos, largamente mucronados, ciliados, nervadura prominente; tres sépalos interiores ovado-elípticos, agudos notablemente mucronados, glabros.

Corola: infundibuliforme de 2-4 cm de largo, por 2-3.5 cm de ancho. Bordes de las áreas mesopétalas purpúreos o violetas, interior fuertemente púrpura-rojizo, más en la base. Hay variedades con corola totalmente blanca.

Androceo: con cinco estambres de filamentos parcialmente soldados a la corola; longitudinal. Según la variedad difiere la altura y posición de las anteras, en relación con el estigma.

Gineceo: con ovario súpero bicarpelar, bilocular, con estigma bicapitado.

Fruto

Es una cápsula redondeada de 3-7 mm de diámetro, con apículo terminal. En estado inmaduro presenta colores que varían desde el verde pálido hasta el púrpura. Pubescencia según las variedades. Al madurar toma color marrón-pardo. En la cápsula madura, el apículo se separa por zona de abscisión en la base al ser tocado. Cada cápsula tiene 1-4 semillas. La maduración se produce de 25-55 días después de la fecundación, según las condiciones climáticas. En climas calurosos el período es más corto.

Semilla

Tienen 2-4 mm de largo, glabras, son negras (a veces marrones), opacas, de forma irregular. El tegumento es muy resistente e impermeable, lo que obliga a tratamientos especiales para acelerar la germinación. Conserva el poder germinativo por varios años.

La producción de semilla no es rara en la batata. Yen (1969) menciona colecciones de semillas de Trujillo y Piura en la costa norte

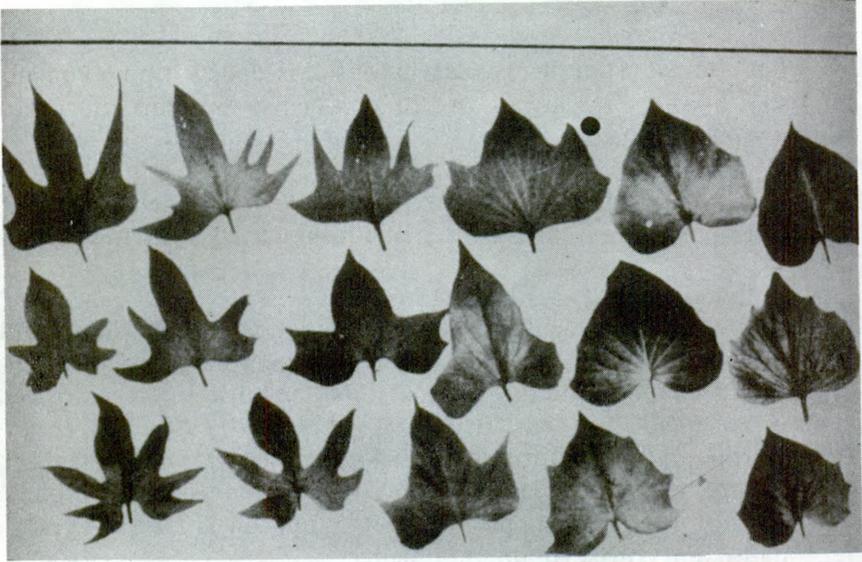


Fig. 43. Diversos tipos de hojas de batatas (*Ipomoea batatas*).

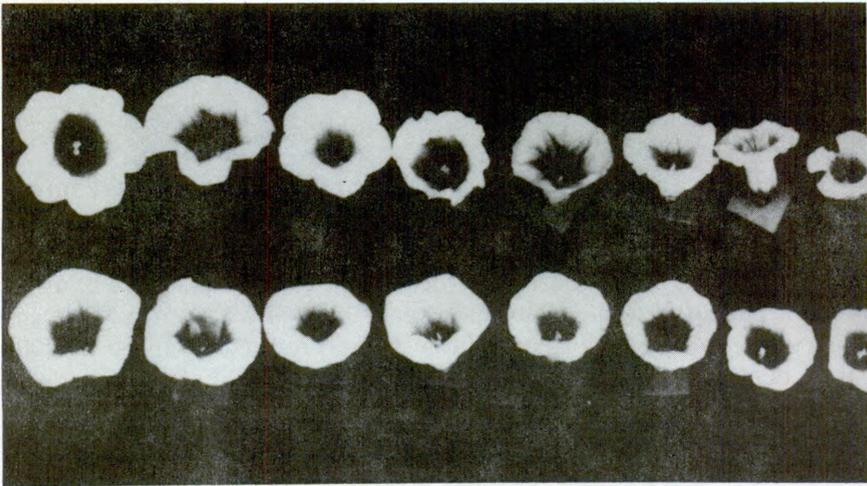


Fig. 44. Diversos tipos de flores de batata o camote (*Ipomoea batatas*).

y Tingo María en la falda este de los Andes, en el Perú, y en Feli-dia, Departamento del Valle en Colombia. También se ha recolectado semilla en forma ocasional en Maracay, Montaldo (1967). Guppy (1906) encuentra semillas de batata en Fiji.

CLIMA, SUELO Y FERTILIZANTES

Clima

No se ha encontrado en la literatura revisada una definición clara de cuál es el clima óptimo para la batata. Es un cultivo que produce en perfectas condiciones, durante todo el año, bajo las condiciones ecológicas de las regiones tropicales: bajas, húmedas y calientes; pero aún es bastante importante, aunque sólo en la estación de verano (libre de heladas), en regiones subtropicales y templadas como en Japón (40° lat. N), Estados Unidos (Louisiana hasta Virginia) (30-40° lat. N), y Argentina (30° lat. S.).

En la región tropical, el cultivo se desplaza en altitud desde el nivel del mar hasta llegar a aproximadamente 2 500 m en las Tierras Altas de Nueva Guinea (Latitud 0°); en el Perú: Ancash, Arequipa, Cuzco; en Bolivia: La Paz, San Simón; en las regiones andinas ecuatorianas y en Colombia: Cundinamarca y Antioquía, como lo señala Yen (1969) al estudiar material colectado en estas localidades. En Africa también el cultivo se efectúa desde el nivel del mar hasta altitudes de 2 300 m (Busson, 1965).

En todas las localidades mencionadas se evitan zonas locales prolongadamente secas.

Se puede deducir que la batata es una planta ubicua en cuanto a temperatura, pues produce en buenas condiciones desde aproximadamente 12-15°C de promedio en la estación de cultivo hasta 25-28°C; para el primer desarrollo prefiere las temperaturas más bajas; es indiferente al fotoperiodismo para desarrollo de raíces. En cuanto a lluvias requiere de 550-660 mm durante su ciclo vegetativo, que es de 5-6 meses. Hay que evitar que el período de cosecha coincida en período lluvioso, ya que el exceso de humedad provocará brotación prematura de las raíces y, si hay exceso de agua, pudriciones posteriores en el almacén.

Corey, Collins y Pharr (1980) estudian en Carolina del Norte, EE.UU., el efecto de la saturación del suelo en el contenido en etanol y las pérdidas de almacenamiento en la batata. Se encontró que el etanol se acumula rápidamente en respuesta al aumento del tiempo de saturación y causa pérdidas por pudriciones en las raíces tuberosas. Algunas variedades son más susceptibles, como la Jewell, cuando

se la compara con Centennial.

Ruinard (1969) estudia en Nueva Guinea el efecto de los factores ecológicos en la composición de las raíces de 4 variedades de batatas cultivadas en el área del Lago Wissel (1700 m sobre el nivel del mar) y en Monokwari (50 m sobre el nivel del mar); encuentra en tres de las cuatro variedades que el almidón fue más bajo en las tierras altas, y en las cuatro variedades, el contenido en proteínas varió de 1.06-0.53, 1.36-0.96, 0.78-0.52 y 0.90-0.66% (base húmeda) de las tierras altas a las bajas.

Otro antecedente importante en el aspecto ecológico en el cultivo de la batata es una investigación realizada por Sekioka (1970) que estudia mediante C^{14} el efecto de temperaturas bajo ambiente controlado de 15-20 y 25°C en la translocación y acumulación de carbohidratos en la batata. A temperaturas del aire y del suelo de 15°C se aumentó al máximo la translocación-acumulación del C^{14} hacia las raíces.

A 20°C de temperatura la translocación-acumulación de C^{14} fue casi la misma entre las raíces y las hojas. A 25°C de temperatura se aumentó la translocación a las hojas aún no expandidas y a los puntos de crecimiento. La temperatura del suelo no influyó en forma tan marcada en la translocación como la temperatura del aire.

Suelo

El mejor suelo para la batata es el fresco, arenoso y bien drenado. Sin embargo, si las condiciones de clima son apropiadas, puede cultivarse en diversos suelos, con buenos resultados.

En los arenosos y con escasos fertilizantes se obtienen rendimientos adecuados. En los muy ricos se produce mucho crecimiento vegetativo y las raíces son, a veces, muy grandes e irregulares, lo que reduce su valor comercial. Sin embargo, Boswell (1950), en EE.UU., escribió: “contrario a lo que comúnmente se cree, la batata no es un cultivo de suelo pobre... puede producir buenos rendimientos en suelos de buena fertilidad”.

Biggs (1940) sustenta indirectamente esa afirmación, al decir que “el abonamiento con estiércol de ganado ha mostrado considerable aumento en los rendimientos y cuando va a ser usado en rotación, podría con ventaja ser el cultivo que reciba la aplicación de abono” (como “cabeza de rotación”). En suelos pesados las batatas tienden a ser rugosas y deformes.

Con respecto a reacción del suelo, diversos autores indican para esta planta valores de pH comprendidos entre 5.2-6.8 y observaciones

en Tacarigua, Venezuela, lleva la tolerancia hasta pH 8.0. En suelos marcadamente ácidos es muy frecuente el ataque del hongo *Rhizoctonia violacea*.

Fertilizantes

Es un cultivo que produce bien en suelos de fertilidad mediana; sin embargo, si se cultivan las variedades mejoradas se debe tener en cuenta que han sido seleccionadas para producir altos rendimientos en raíces reservantes bajo condiciones de alta fertilidad de suelos.

Cross (1968), en Trinidad, aplica 200 kg de sulfato de amonio, 200 kg de superfosfato triple y 130 kg de cloruro de potasio, antes de la plantación.

Samuels (1969), en Puerto Rico, trabajando con fertilizantes en batata en diversos tipos de suelos, llegó a las siguientes conclusiones: para suelos franco-arenosos, poco fértiles, se tuvo un aumento en rendimiento, con el cambio de la razón N:K, de 0:2 a 1:2; no obstante, los rendimientos disminuyeron nuevamente cuando la razón N:K alcanzó 2:2. En suelos arcillosos, más fértiles, se tuvo disminución de rendimiento cuando la razón N:K cambió de 0:2 a 2:2. Esto indicó que para suelos con menos nitrógeno disponible una razón 1:2 da los rendimientos óptimos. En suelos ricos en N se deberá tener cuidado en mantener una amplia razón N:K. Los resultados con variaciones P:N fueron diversos. La influencia de la razón de fertilización sobre el contenido en almidón fue insignificante. Sin embargo, el caroteno tendió a aumentar con una razón estrecha N:K para un suelo franco-arenoso. Otra observación del mismo autor es que un aumento en la aplicación de P tiene influencia directa sobre el contenido en caroteno.

Li (1967) estudia la respuesta del cultivo de la batata bajo riego y en secano a los fertilizantes. Los análisis de variancia indicaron que el efecto del N y K, medido en rendimiento en raíces, fue altamente significativo, tanto bajo riego como en secano. Sólo la interacción NK fue significativa en las parcelas regadas. La interacción de los tres factores, NPK, no fue significativa. La respuesta a N fue mayor que la respuesta a K en todos los experimentos. Los rendimientos variaron bajo riego de 21.7 t/ha en el testigo sin fertilizar, a 44.6 t/ha con 80 kg de N y 200 de K₂O; y de 19.0 t/ha en el testigo sin fertilizar a 38.3 t/ha con 80 kg de N y 200 kg de K₂O, en secano.

Respecto a prácticas generales de abonadura se mencionan los siguientes casos:

MacGillivray, de California (1952) recomienda 1 t/ha de 8:10:12; en Florida (1965) aplican 1 t/ha de 4:8:8; en Puerto Rico, Moscoso (1955) usa 670 kg/ha de 8:6:16 y en Maracay, Montaldo (1967)

emplea 1 t/ha de 10:15:15.

En Carolina del Norte (Wilson, Averre y Covington, 1976) se recomienda 110-130 kg de N; se aplican 40 kg de preplantación, 50 kg en bandas laterales en la última limpia y 20 kg al voleo 4-5 semanas después. Si hay un período intenso de lluvias, aplican otros 20 kg de N para compensar el posible lavado. El P a razón de 70 kg/ha se aplica antes de la plantación. El K, 180 kg/ha; 30 kg de preplantación y 150 kg con el último cultivo.

Tanaka y Sekioka (1976) recomiendan para los cultivos de batata de Hawaii aplicaciones de 40-50 kg de N; 70-110 kg de P y 70-100 kg/ha.

Aldrich (1962) ha encontrado que aplicaciones de KCl producen un descenso significativo en el contenido en materia seca en las raíces reservantes.

Purewal y Dargan (1959) afirman que el sulfato de potasio no dio respuesta en término de raíces tuberosas por planta o rendimiento por hectárea, pero en un año dio un ligero aumento en rendimiento por hectárea. El potasio abundante produce a veces raíces más gruesas, pero en otros casos tiene poca influencia en la forma (Martin y Leonard, 1949). La deficiencia en potasio origina raíces cortas e irregulares.

Las respuestas al abono orgánico o compost son generalmente buenas.

Belle-Jones e Ismunadji (1963) presentan los síntomas visuales de las deficiencias en batata, tanto de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, calcio y manganeso. Estos síntomas fueron logrados por el cultivo de bejucos en arena lavada. La deficiencia en boro, que es la más frecuente, se corrige con aplicaciones de 5 kg de bórax por hectárea. Otra deficiencia corriente es en Mg y se corrige con óxido de magnesio.

Rotación cultural

En Taiwán, de acuerdo con Chen y Li (1970), se recomienda "interplantación de relevo", es decir aquella en que hay un período de cocrecimiento entre el arroz "paddy" y la batata. Este método, según los autores, eleva los rendimientos de la batata y estimula el interés de los cultivadores de arroz por el cultivo de la batata en sus campos.

La rotación con batata se efectúa principalmente para lograr un buen control de las enfermedades de este cultivo, y no se deben repetir batatas sobre un mismo suelo por 2-3 años.

Este cultivo requiere una buena preparación del suelo, una continua limpieza de malezas y una buena fertilización, por lo que se

puede utilizar con ventaja como cabeza de rotación.

Los cultivos con los cuales puede combinarse son los propios de la región; como ejemplos pueden enumerarse: tomate, maíz, algodón, ajonjolí, forrajes.

CULTIVO

Preparación de suelos

El suelo debe prepararse convenientemente mediante labores de araduras y rastreos y, si es necesario, con una ligera nivelación; posteriormente se hacen los camellones a 80 cm uno de otro (entre hileras) y de aproximadamente 30 a 35 cm de alto.

Se deberá dar a la plantación cierta pendiente para evitar los encharcamientos de aguas de lluvia o de riego.

Propagación

La propagación de la batata puede hacerse por diversos métodos. Estos son:

Sexual

Por semillas verdaderas. Esta forma se usa exclusivamente en los lugares en que se trabaja en mejoramiento genético de las variedades de batatas, pues comúnmente esta planta es autoestéril.

Asexual

Por bejucos. Es el método de reproducción más rápido y más efectivo y de uso común en los trópicos cuando se dispone, por lo benigno del clima (temperatura y humedad), de vegetación durante todo el año.

Los bejucos pueden obtenerse de cortes apicales, medios o basales de las guías de las plantas adultas.

Boswell (1950) se refiere al mejor desarrollo y rendimiento de plantas de batatas que crecen de cortes apicales de bejuco de 20 cm de largo, comparadas con bejucos basales o medios. Según Van den Abeele y Vandemput (1958) los rendimientos obtenidos de bejucos de material paterno de seis meses de edad han sido de un 93.71%, comparado con los de material de dos años de edad. Es una práctica general secar los bejucos por cerca de 24 a 48 horas antes de plantar-

los, aunque no hay evidencia experimental para esta práctica.

Los bejucos pueden variar en longitud. Kennard (1944) usa de 30 a 50 cm de largo, 25 cm de los cuales se insertan en la tierra en ángulo de 45°. Se estima que, al menos, la mitad del bejuco debería enterrarse en ángulo en el suelo.

Gámez (1965) y otros, trabajando con la variedad Yaracuy, en Maracay, encontraron que el mejor material de propagación fueron bejucos de 0.40 cm de largo, cuando se compararon con bejucos de 0.20, 0.60 y 0.80.

Rheenen (1960) prefiere bejucos apicales, seguidos de bejucos medios y de basales de 20-30 cm de largo. Kramer y Bolhuis (1969) comparan bejucos apicales y basales de 20 y 30 cm. Los bejucos de 30 cm se comportaron mejor que los de 20 cm y los bejucos apicales fueron superiores a los basales.

Al plantar los bejucos se cubrirán con una capa de tierra de 2 a 3 cm y se dejarán los extremos afuera (2 cm), para estimular la translocación de las auxinas por acción de la luz sobre el tejido verde y a la vez evitar la pudrición del tejido succulento en el suelo. Las auxinas estimulan la formación de raíces en la zona oscura y húmeda en siembra de bejucos horizontales.

Batatillas

Son las pequeñas raíces tuberosas que quedan en el campo como desecho cuando se hace la cosecha de las batatas. Este material, que no tiene valor comercial para el consumo, se recoge y sirve para instalar un nuevo plantel.

Raíces tuberosas normales

Este método debe ser utilizado en países en los cuales hay estaciones climatológicas marcadas y donde las temperaturas del mes más frío bajan de + 10°C. Se emplea en EE.UU., Argentina, Chile, en otras regiones de América y en Africa, en aquellas zonas en que, por la sequía, las plantas no pueden sobrevivir de un año al otro en el campo. También sería recomendable en el trópico, cuando se va a introducir el cultivo de batatas a una zona distante a la cual sea muy difícil transportar bejucos.

En ciertas localidades se hace la certificación de la "semilla" de batata para lograr pureza varietal y control de enfermedades y plagas. Este trabajo se efectúa tanto mediante inspecciones de campo como en el almacén de guarda. Es conveniente que cada agricultor adquiera 5-10% de sus requerimientos para ser plantado con "semilla certificada"; de tal manera, el lote total de plantación no estará nunca más de dos generaciones atrás de un material certificado.

Se acostumbra efectuar la "prebrotación" de las "batatas-semillas"; se colocan las raíces tuberosas en bandejas de madera bajas, que contienen un solo espesor, a una temperatura de 30°C por cuatro semanas y a 85-90 de humedad relativa. Con el material así preparado se obtiene una muy buena emergencia de planta en los viveros.

Al acercarse la época de plantación, se prepara un vivero en que se siembran bajo arena o turba las raíces-semillas, previamente desinfectadas. Para esto se usa Semesan Bell al 2% x 1 minuto; Bórax al 3% x 10 minutos, o sublimado corrosivo al 1% x 8 minutos, secándose posteriormente a la sombra.

Cuando las plantitas han alcanzado 15-20 cm se hace una primera recolección y varias otras a intervalos adecuados.

En el Valle de Cañete, Perú, Del Carpio (1967) hace la primera extracción a las 6 semanas de la "siembra" y la segunda un mes después. En Cañete, 100 kg de raíces-semillas dan origen a 10 000 brotes o esquejes en la primera extracción y a 6 000 renuevos en la segunda extracción.

Se deberá mantener el vivero limpio de malezas, con un buen grado de humedad y el suelo bien fertilizado.

Tratar de mantener la temperatura del suelo a 25°C, ya sea mediante cama de guano de corral, por electricidad o por agua caliente.

La plantita que nace de las yemas de las raíces tuberosas tendrá 10 a 12 cm en 4-6 semanas.

Se recomienda endurecer las plántulas reduciendo el agua y bajando la temperatura de las camas calientes en las noches por varios días antes del transplante.

Secciones de raíces tuberosas

Este método es similar al que se usa con los tubérculos de papa. La batata se corta en dos a cuatro secciones, previamente brotadas o sin brotar, y se llevan directamente al campo definitivo de siembra.

Epoca y forma de plantación

La batata se cultiva en los trópicos durante todo el año. Como es un producto de muy difícil conservación, se recomienda su plantación escalonada para tener una cosecha igualmente escalonada a medida de las necesidades domésticas o del mercado.

Sin embargo, cuando el cultivo se hace en suelos de secano o temporal, o en aquellos en que el agua de riego es escasa y cara, se recomienda hacer la plantación a entradas de la estación de lluvias, para lograr un buen establecimiento de las plantas.

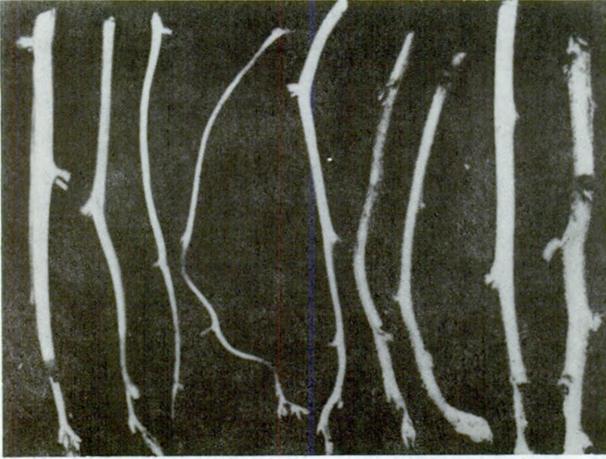


Fig. 45. Propagación de la batata o camote mediante guías o bejucos; es el método más rápido y más efectivo en los trópicos, donde se dispone de vegetación durante todo el año.

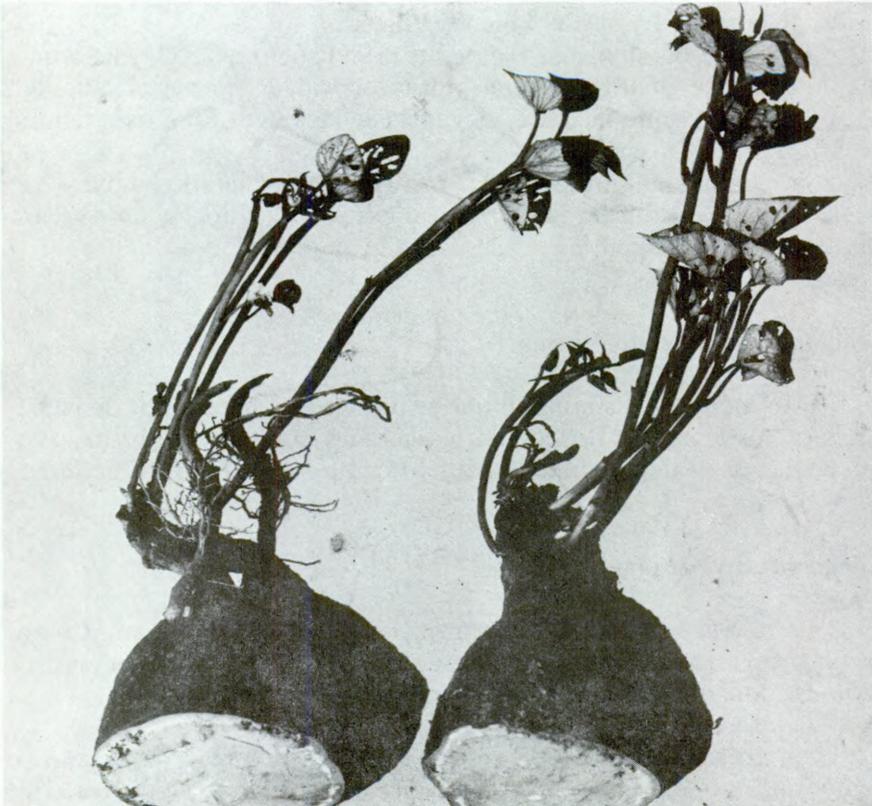


Fig. 46. Propagación del camote o batata mediante la plantación de secciones de raíces tuberosas.

En los climas templados y con limitaciones debido a heladas, tanto en primavera como en otoño, se recomienda hacer la siembra lo más temprano posible, para lograr un total desarrollo de las raíces.

La mayoría de la batata se planta en camellones y montones de tierra, y raramente en terreno plano. En Trinidad, Wood (1937) demostró que la plantación en camellones dio aumentos significativos en rendimientos, comparado con la plantación en plano.

Hay gran variación en el número de bejucos plantados por hectárea, particularmente si se plantan sencillos, en pares (uno a cada lado del camellón), o dos o más bejucos por hueco. En Africa, en camellones separados 1.35 m con dos hileras de bejucos por camellón, a diversa distancia sobre la hilera, Aldrich (1962) encontró que las separaciones tenían poco efecto en los rendimientos totales por hectárea, excepto para las poblaciones más bajas. Sin embargo, hubo considerables cambios en los componentes del rendimiento. Mientras la población descendía, aumentaba el número de raíces tuberosas por plantas, el peso medio por raíz tuberosa y el rendimiento por planta. Debido a esta habilidad para compensar, hubo relativamente poco cambio en el rendimiento total por hectárea.

La variación en la población fue de 25 000 a 12 500 plantas por hectárea; cuando la población llegó a 12 500 plantas por hectárea ocurrió una reducción significativa en el rendimiento. Sin embargo, aún con esta baja población, el rendimiento fue de 83% del obtenido a una población normal de 50 000 plantas/hectárea.

La plantación en los trópicos se hace a mano, aunque el cultivo es totalmente mecanizado en los EE.UU. y otros países templados.

La plantación hecha en camellones puede efectuarse:

En el fondo del surco. Se recomienda cuando la plantación se hace a "salidas de agua", para aprovechar al máximo la humedad del suelo y cuando sólo se darán riegos ocasionales.

A un costado o a ambos costados del camellón. Este tipo de plantación se recomienda cuando el cultivo se hace bajo condiciones de riego o bien en la "estación húmeda", para que el exceso de agua no dañe el sistema radicular de la planta.

En la cresta del camellón. En suelo con poca pendiente a la entrada de la "estación húmeda" o bien suelo poco permeable, con el mismo objeto señalado en el método anterior.

En la Región Central de Venezuela se ha encontrado, como el mejor método de plantación, el cultivo en camellones separados a 1 m de distancia a "chorro corrido", en un costado del camellón a entradas de agua, o en el fondo del surco, cuando se hace el cultivo a la entrada de la estación seca. Para el cultivo de Nortes —época en que predominan los vientos cargados de agua desde el Caribe— también deberá hacerse el cultivo a un costado del camellón.

Labores culturales

Riego

Las raíces de este cultivo se extienden en el suelo hasta una profundidad de 1.20 m.

La batata se cultiva por lo general en suelos arenosos que contienen muy poca agua disponible. A este cultivo no se le debe dejar sufrir en cuanto a humedad, excepto unas pocas semanas antes de la cosecha. En algunas regiones se da con muy poco riego, uno o dos en toda la estación. Un exceso de agua produce batatas muy grandes e inapropiadas para el mercado. Si en el momento de siembra el suelo está cerca de su capacidad de campo, bastan 45 cm de agua para producir un buen rendimiento.

Herbicidas

Aplicar 10 litros de Amiben y 7.5 kg de TCA en 500 litros de agua/ha inmediatamente después de la plantación, pero antes de la emergencia de las malezas. No se deberán mojar los bejucos usados para la plantación.

Como preemergencia a los dos días de plantación: Alanap 3 a 6 kg/ha o bien con Neburón 3 kg/ha.

Crozier (1969), después de probar diversos herbicidas en batatas, en Hawaii recomienda: DCPA, difenilamida, nitralin y trifluralin. Pope (1970) señala que en Estados Unidos los herbicidas más corrientes en este cultivo son: difenilamida, amiben, venolate y DCPA.

Poda de guías

Es una práctica que realizan algunos campesinos, con el objeto de utilizar el material vegetal como forraje para cerdos o bien para ser consumido como alimento de personas; existen muy diversos criterios sobre sus consecuencias en el rendimiento.

En Maracay se ha hecho poda de guías a 35 y 50 cm, dejando un tercer tratamiento como testigo sin podar. Se observó en el testigo mayor floración, mediana floración a 50 cm y casi nula a 35 cm. El aspecto del follaje y vigor de las plantas fue mejor en el tratamiento en que se hizo poda a 50 cm, seguidos del testigo; en la poda a 35 cm los rendimientos no fueron diferentes.

Poole (1955) indica que los rendimientos en raíces se reducen por poda de las guías cuando se usan para alimentación de cerdos. Los cortes de este experimento fueron bastante severos; fueron

hechos cada semana con guías que se mantuvieron a 25 cm y 30 cm de largo. Los rendimientos fueron los siguientes:

Largo del tallo (cm)	Rendimiento en raíces t/ha
25	7
30	10
Sin corte	21

En algunos países se da gran importancia al valor de las hojas como alimento verde; presumiblemente en estas regiones la selección se basa más en la palatabilidad de las hojas y su producción, que en el rendimiento de raíces tuberosas. En el Perú, según Del Carpio (1970), se obtienen 30 t/ha de hoja fresca.

Aporque y limpia

Algunas veces, cuando los camellones no han quedado bien formados es necesario realizar junto con una limpia de malezas un aporque o un levante del aporque. En todo caso, esta labor debería realizarse en los primeros 40 días de cultivo, ya que después las guías cubrirán completamente las entrelíneas.

Control de plagas

Se hace necesario, durante la vegetación, controlar diversas plagas de lepidópteros o algunos coquitos (Coleopteros-crisomélidos), para lo cual deberán aplicarse los insecticidas apropiados.

Un tratamiento corriente es el de dieldrín en polvo al 2% a razón de 100 kg/ha en bandas a ambos lados del camellón. La aplicación es preferible hacerla directamente al suelo que a la vegetación, en forma especial contra *Cylas formicarius*.

Cosecha

La cosecha para “primores” debe hacerse tan pronto las batatas alcancen un tamaño que haga económica su recolección y exista suficiente demanda en el mercado.

La cosecha para “guarda” se hará cuando las batatas de las variedades que se cultivan hayan alcanzado un desarrollo adecuado.

En climas tropicales se deben evitar las cosechas muy tardías, con el propósito de evitar que las raíces se deformen por causas fisiológicas, debido a crecimientos secundarios que ocasionan rajaduras,

corazón hueco y otros tipos de anormalidades. También ocurren otras alteraciones por crecimiento del follaje a expensas del material almacenado en las raíces reservantes que alteran los azúcares y los almidones.

Igualmente se recomienda, en los climas templados, evitar las cosechas tardías para prevenir el daño de las heladas a las raíces.

La primera operación de la cosecha es cortar las guías o bejucos y colocarlos en las entrelíneas, lo que se hace con cortadoras, segadoras o con rollos adaptados al arado arrancador. También pueden utilizarse herbicidas denominados "mata-vástagos", que eliminan completamente el follaje de las batatas y las malezas que puedan estar presentes.

La extracción de las batatas —raíces— del suelo puede hacerse con instrumentos manuales como escardilla en pequeñas extensiones, o con arados arrancadores, o con cosechadoras especiales para batatas; también se usan cosechadoras de papas o remolacha azucarera, adaptadas a esta labor.

Hay que tener cuidado con el arranque mecánico, pues los camotes sufren daño por las heridas y peladuras.

La resistencia de la cáscara de la batata es importante en las operaciones mecánicas de cosecha. Birnbaum, citado por Pope (1970) estudia el uso de productos químicos para aumentar la dureza de las raíces antes de la cosecha. A este aspecto también se le ha dado primera importancia en los esquemas de mejoramiento genético.

Para abaratar el costo de la cosecha y tratar de mecanizarla, las nuevas variedades mejoradas de batatas son todas de arraigamiento superficial, con dirección de crecimiento de las raíces reservantes horizontal u oblicuo; no tienen un desarrollo individual de las raíces excesivo, sino que cada planta produce varias batatas de tamaño mediano.

Una vez arrancadas las batatas, hay que dejarlas en una breve exposición al sol, para que suelten la tierra que tienen adherida.

Actualmente se desarrollan trabajos de investigación para medir e identificar los daños de la cosecha y para producir cultivares resistentes a suelos húmedos y fríos.

Se preclasifican en el campo, en las propias hileras (sin amontonar) y se recogen en cajones, huacales o cestas, en los que se recomienda su guarda. No deben almacenarse a granel o en pilas. Algunos agricultores de EE.UU. usan cajones hasta de una tonelada de capacidad.

Las batatas recién cosechadas son menos dulces que las almacenadas por un cierto período. Esto se debe al aumento posterior por acción de diastasas, de azúcar y dextrina a expensas del almidón.



Fig. 47. Aspecto de un cultivo de batatas en Maracay, Venezuela.

GENETICA Y MEJORAMIENTO

Cromosomas

El número de cromosomas en *Ipomoea batatas* es $2n(6x) = 90$, determinado por Ting y Kehr (1953), Sharma y Data (1958) y otros.

Floración

Las flores de batata presentan el fenómeno de heterostilia (Poole, 1952). Yen (1963) ha clasificado las variedades de batatas en cuanto a heterostilia en 5 grupos:

1. Heterostílicas; variedades que tienen todos los estambres a lo menos 2 mm bajo el nivel de los estigmas.
2. Intermedias; variedades con 1 estambre a nivel de estigma, los otros 2 mm bajo el nivel del estigma.
3. Intermedias; variedades con 2 ó 3 estambres a nivel del estigma, los otros 2 mm bajo el nivel del estigma.
4. Intermedias; variedades con 4 estambres a nivel del estigma, los otros 2 mm bajo el nivel del estigma.
5. Hemostílicas; variedades con 5 estambres a nivel del estigma., otros 2 mm bajo el nivel del estigma.

La floración de la batata es frecuente en las zonas tropicales, pero es más escasa en las zonas subtropicales y templadas; lo mismo ocurre, pero en forma más restringida, con la producción de semillas.

Jiménez (1976) señala que en Jusepín, Venezuela, las variedades de batata Santa Catalina, Cuitzeo, Catemaco, Yracuy, Tacarigua y Tucumana mantecosa producen semillas tanto cuando son plantadas en la estación húmeda como en la estación seca. La excepción fue la variedad isleña, que no produjo flores. En esta localidad la floración de la batata se produce entre 2-3 meses de ciclo y las flores duran 8-10 días.

Luciani (1981) hace en Maracay, Región Central de Venezuela, $10^{\circ}30' N$ y $67^{\circ}31' O$, observaciones sobre floración y recolección de semilla de libre polinización en batata. Clasifica como variedades con buena floración a Santa Catalina, Tucumana mantecosa, Catemaco, UC 779 y Bolivarense; de mediana floración a UC 700, Cuitzeo, Yracuy y Tacarigua, y como variedades de difícil floración a Isleña. La iniciación de la floración ocurre a los 60-70 días de la plantación.

El período transcurrido entre la antesis y la madurez del fruto es de 25-30 días. Las variedades que presentaron mayor cantidad de semilla fueron, en orden decreciente: Santa Catalina, Tucumana mantecosa, Bolivarense, Catemaco y UC 779.

Diversos investigadores citados por Miller y Hernández (1970) han trabajado en inducción de floración en la batata en regiones subtropicales y templadas, mediante injertos, productos químicos, largo del día, temperaturas y ortopedia de las guías de las plantas en rejas expandidas de alambre, con distintos grados de éxito.

Kobayashi y Nakanishi (1979) se refieren a la efectividad del injerto usando como patrón a *Ipomoea nil* cv. Kidachi-asagao.

Incompatibilidad y esterilidad

La mayoría de las variedades de batatas son autoincompatibles y/o estériles (Martin, 1969).

Además de la incompatibilidad, la producción de semillas es influenciada por otros factores ambientales, especialmente la temperatura y el porcentaje de polen estéril, lo mismo que las irregularidades cromosomales durante la meiosis en las células madres del grano de polen (Jones, 1965 y Wang, 1964).

El proceso en este aspecto ha sido lento, especialmente por la condición de hexaploide de la batata y por la gran producción de descendientes que requieren estos estudios.

Herencia de caracteres

Capacidad de combinación

Li (1967) presenta un interesante estudio sobre la capacidad de combinación en cruces de 5 variedades para tres caracteres agronómicos en la batata.

Color de la cáscara

Los colores de la cáscara de la batata son: blanco, crema, tánico, bronceado, rosado y púrpura.

Según Hernández *et al.* (1969) las descendencias de cruces entre padres con raíces de diversos colores dieron los siguientes resultados:

Blanco	x	blanco	—	blanco
Crema	x	crema	—	crema
Crema	x	bronceado	—	predominantemente bronceado

Bronceado	x	bronceado	— predominantemente bronceado y tanino
Bronceado	x	rosado	— predominantemente bronceado
Rosado	x	rosado	— predominantemente bronceado y rosado
Rosado	x	púrpura	— predominantemente púrpura

Se determinó que la cáscara coloreada es incompletamente dominante sobre blanco o crema.

Color de la pulpa

Hernández *et al.* (1965) estudiaron la herencia de color de la pulpa de la batata debida a pigmentos (principalmente beta-caroteno); encontraron que el color blanco es incompletamente dominante sobre el anaranjado, o que el color anaranjado se debe a pigmentos carotenoides, especialmente beta-caroteno, y que varios genes aditivos, posiblemente seis, controlan los pigmentos carotenoides. Los cruces entre padres con contenido medio o alto en total de carotenoides, producen descendencias que tienen un promedio total de contenido en pigmentos de 12.8-15.8 mg/100 g de peso fresco. Hubo casos de herencia transgresiva en los cruces de ciertos padres.

Los valores L y aL de muestras de raíces probadas con el medidor Gardner de diferencia de colores, se correlacionaron con los valores de contenido en carotenoides totales de las mismas raíces. Una correlación negativa altamente significativa se encontró entre carotenoides y los valores de L ($r = 0.89$), y una correlación positiva altamente significativa ($r = 0.91$) entre carotenoides totales y valores aL . Los valores aL y la clasificación visual se encontraron como buenas estimaciones de contenido total de carotenoides.

Otro estudio de Wang y Lin (1969) indica que las variedades con pulpa blanca no contienen caroteno; que a mayor contenido en caroteno, tanto más intenso es el color anaranjado de la pulpa. El uso de líneas con altos niveles de caroteno como padres da alto contenido en la descendencia.

Contenido en materia seca

Hernández *et al.* (1969) han mostrado que cruces entre padres con distintos contenidos en materia seca, dan descendencia con contenido intermedio. Ocurren algunos casos de segregación transgresiva. Este carácter cuantitativo muestra, en muchos casos, efecto de genes acumulativos.

Marchitez de Fusarium

Los resultados de trabajos de Hernández *et al.* (1969) indican que variedades resistentes x altamente resistentes y moderadamente resistentes x moderadamente resistentes dieron los mejores resultados en cuanto a resistencia a *Fusarium*.

Se trata de un carácter cuantitativo controlado posiblemente por 6 genes que son de efecto acumulativo.

Mejoramiento

El mejoramiento sexual en batata tuvo su precursor en Mendiola (1921) de Filipinas; recibió un gran impulso con los trabajos de Miller (1939), quien estableció técnicas para la inducción de floración y formación de semillas en regiones templadas. Actualmente, en Taiwan se desarrolla un amplio programa de mejoramiento para Asia.

El programa de mejoramiento de Louisiana (Miller, 1970) está basado en los siguientes caracteres deseables:

- Alto rendimiento en raíces tuberosas.
- Alto contenido en beta caroteno.
- Buena calidad culinaria, que incluya: condiciones para panificación, conservería, fabricación de escamas y para helar,
- Buena forma de raíz.
- Buena calidad de almacenamiento.
- Color de la cáscara apropiado.
- Alto contenido en materia seca.
- Resistencia a las principales enfermedades (*Fusarium*, corcho y pudrición del suelo).
- Resistencia a nematodos.

Como la mayoría de los caracteres genéticos enumerados son controlados por varios genes, es necesario trabajar con grandes progenies de cruces controlados o cruzamientos múltiples para obtener las recombinaciones apropiadas con los caracteres agronómicos de valor.

Algunas líneas obtenidas en Louisiana tienen muy buena capacidad combinatoria, como la variedad Centennial, que transmite su alto rendimiento a un gran porcentaje de sus descendientes.

Objetivos del mejoramiento

Magoon y Krishnan (1971) señalan como objetivo del mejoramiento de la batata en la India:

- Alto rendimiento.
- Respuesta a modernas prácticas agronómicas.
- Bajo contenido en azúcar y alto en almidón en raíces para industria.
- Alto contenido en azúcar y caroteno en raíces para consumo humano.
- Resistencia a enfermedades y plagas (*Cylas formicarius*).
- Resistencia a la sequía.
- Madurez adecuada.
- Insensibilidad al fotoperíodo.

El programa de batata de Nigeria, Instituto Internacional de Agricultura Tropical (1974), está dirigido a:

- Alto rendimiento en raíces.
- Resistencia a enfermedades de virus.
- Resistencia a *Cylas formicarius*.
- Resistencia a la sequía.
- Calidad de almacenamiento.

El Centro Asiático de Investigación en Hortalizas (AVRDC), Taiwán (1976), trabaja para lograr:

- Alto rendimiento en raíces.
- Alto contenido en proteína.
- Alto contenido en caroteno.
- Resistencia a *Cylas formicarius*.
- Tolerancia a “escoba de brujas”.

Tanaka y Sekioka (1976) en Hawaii, orientan su trabajo hacia:

- Alto rendimiento en raíces.
- Precocidad.
- Crecimiento mínimo del follaje.
- Alto contenido en caroteno.
- Color rojo de la cáscara de la raíz.

Folquer (1978) en Tucumán, Argentina, dirige su programa hacia:

- Alto rendimiento en raíces reservantes.
- Alto contenido en materia seca y azúcares.
- Calidad de conservación de las raíces.
- Precocidad.
- Resistencia a rajaduras de la raíz.

- Forma de raíz y color uniforme en cáscara y pulpa.
- Resistencia a plagas y enfermedades.

En Venezuela, Luciani y Quintero (1980) se han propuesto el siguiente objetivo de mejoramiento:

- Alto rendimiento en raíces.
- Calidad culinaria (tipo seco).
- Ciclo de 100-120 días.
- Resistencia a rajaduras.

La larga enumeración de caracteres deseables, realizada por los diversos investigadores en mejoramiento de la batata, pareciera indicar que todavía no hay un conocimiento claro del cultivo y sus problemas, razón por lo cual no se indican problemas primarios o secundarios. Esto lleva a trabajar con grandes progenies y a desechar mucho material, que posiblemente sea mejor que las actuales variedades en cultivo. Lo mismo es cierto cuando se anota la resistencia a enfermedades y plagas. Hay que evaluar el daño económico de las enfermedades y plagas, y el mejoramiento debe estar confinado a una o dos enfermedades o plagas; de ese modo se logrará un resultado positivo.

Se deberá trabajar preferiblemente hacia resistencia de campo o poligénica, por el problema de la especialización, cada día creciente en los patógenos, frente a las nuevas variedades con resistencia debida a hipersensibilidad hacia razas o patotipos y controlada por genes individuales.

Sakamoto (1979) indica que en un programa de mejoramiento para obtener líneas de batata con alto contenido en almidón y alto rendimiento en raíces reservantes, la selección para alta materia seca debe hacerse en los estados iniciales y la selección para alto contenido en almidón y rendimiento en etapas posteriores.

Sakamoto indica que en el futuro es necesario mejorar factores tales como: habilidad de fotosíntesis, la forma para la intercepción de la luz y el coeficiente de distribución desde el punto de vista de producción de materia seca para obtener alto rendimiento.

Métodos de mejoramiento

Los métodos de mejoramiento utilizados en batata pueden ser asexuales o sexuales.

Asexuales. Selección clonal

La batata presenta a menudo mutaciones, en especial en el color de la cáscara, de la pulpa y, en menor proporción, en los tallos y hojas.

La selección de mutaciones fue el método de mejoramiento utilizado primero en gran escala. Uno de los trabajos con más éxito fue el realizado por Miller (1939) de Louisiana, al seleccionar entre 16 000 clones de la variedad "Puerto Rico", la famosa "Unit 1 Porto Rico", que dominó el mercado de EE.UU. por más de 15 años. Entre las mutaciones de tallos y hojas encontradas en Tucumán, Argentina, por Folquer,* en la variedad "Brasilera Blanca", está el clon C, de hoja lobulada, y el clon D, de bejucos verdes.

Con la selección clonal es muy difícil lograr un avance en mejoramiento, a menos que se produzca una mutación somática favorable. Brauer (1969) señala que, partiendo de un clon con buenas características, se podría obtener una selección ventajosa al ser reproducido por semillas verdaderas; ello se debe a la heterocigosis de la batata.

Sexuales

Los métodos sexuales de mejoramiento se basan en selección de líneas de polinización libre, autofecundaciones, cruzamientos varietales, cruzamientos interespecíficos y retrocruzamientos y policruzamientos o mejoramiento múltiple.

Para efectuar el mejoramiento sexual no sólo hay que elegir los padres, sino que es necesario efectuar pruebas de progenie y de habilidad compinatoria. Existen los problemas de esterilidad e incompatibilidad, en muchas variedades.

Polinización libre

Luciani (1981), trabajando con semillas producidas naturalmente, ha encontrado gran variabilidad en color de la cáscara, color de la pulpa, peso de las raíces, forma de las raíces, etc. Indica que esta gran variabilidad se puede interpretar como resultado de cruzamientos intervarietales o bien autofecundaciones. Selecciona por este método la línea LM-24 de mayor rendimiento y superior en materia seca que la variedad original, Catemaco. (Catemaco, polinización libre-LM-24).

Del Carpio (1970) obtiene: Paramonguino, polinización libre-Seedling 50, que es superior a la variedad original.

Mediante este método, Jones y Dukes (1980) han obtenido líneas de batata resistentes a los nematodos *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne javanica*.

* Folquer. Comunicación personal.

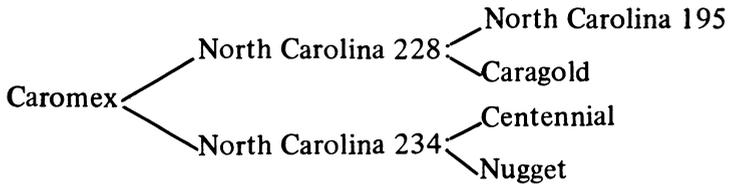
Autofecundaciones

Este método puede ser utilizado en batata. La declinación de vigor que se producirá en las líneas autofecundadas, debido a la homocigosis, es posible recuperarla y aun sobrepasarla por cruzamiento de líneas endocriadas, que posean diverso genotipo, debido a la expresión de la heterosis.

Cruzamientos intervarietales

Rose Centennial x White Triumph - Rojo blanco

Cruzamientos de construcción múltiple



Cruzamientos interespecíficos

Este método se usa en especial para introducir resistencia a enfermedades, o a condiciones climáticas adversas.

Vijaya Bair, Hrishi y Moorthy (1979) obtienen plantas pentaploides por cruzamientos entre tetraploides sintetizados y cultivares de *Ipomoea batata* (hexaploide), que mostraron variación respecto a crecimiento y desarrollo de las raíces tuberosas. En rendimiento y calidad eran comparables a los cultivares de la batata hexaploide. Los heteroploides obtenidos al retrocruzar los pentaploides con la batata son ya sea hipohexaploides o hiperpentaploides, con un número de cromosomas que varió entre 80 y 87. Con respecto a calidad de raíces tuberosas, rendimiento y tipo de planta, algunos de los heteroploides eran similares a la batata cultivada. Estas observaciones sugieren a los autores citados que en las especies tetraploides silvestres que tengan genes con atributos agronómicos deseables, éstos pueden ser transferidos a los cultivares de *Ipomoea batatas*. Estas líneas heteroploides serán utilizadas en estudio de control genético de importantes caracteres agronómicos.

.Policruzamiento o mejoramiento múltiple

Se da como ejemplo el método del mejoramiento múltiple aplicado por Jones (1965). Para esto se usan variedades con gran dife-

renciación, con el objeto de asegurar la máxima expresión de la epistasia, favoreciendo la selección recurrente en vez de la selección genealógica.

Este procedimiento de mejoramiento se presenta en forma esquemática en la Fig. 48. La formación de la población base puede comenzar con las plantas de preferencia del mejorador. Deberá tenerse cuidado en la elección de los padres, para obtener el máximo de variabilidad. Por esta razón, y para prevenir una excesiva consanguinidad, se recomienda el uso de plantas no emparentadas. Se puede comenzar la población base, aún con cuatro plantas, pero se obtendrá mayor potencial genético con el empleo de un mayor número de padres.

Se considera que 20 plantas es una cifra óptima para permitir una buena representación de la variabilidad aprovechable sin usar plantas estrechamente emparentadas. Sin embargo, no se tiene información crítica a este respecto. Si se usa un menor número de padres, se tendría que controlar los cruzamientos para asegurar igual representación parental equitativa en la primera generación.

Si se usa un gran número de padres, un método de cruzamientos múltiples con repeticiones y que se valiera de la polinización por insectos sería suficiente para proporcionar el aislamiento requerido. Un control adecuado de la representación parental se obtendría poniendo en conjunto igual número de semillas de cada padre para la primera generación.

En todas las generaciones que siguen al cruce original de los padres, las poblaciones crecen aisladas con cruzamientos al azar y puede usarse la polinización por insectos. Aunque no existe información crítica acerca del tamaño de la población, se cree que si la floración es buena, con unas 500 plantas sería suficiente. Hay que hacer una mezcla mecánica de igual número de semillas de cada padre para obtener la próxima generación. Se debería evitar la selección para caracteres hereditarios simples hasta después de 4 ó 5 generaciones de cruce, puesto que tal selección tendería a fijar segmentos de cromosomas y así reducir la frecuencia de recombinaciones efectivas. Este período tendría en cuenta la fragmentación de trozos de ligamiento relativamente grandes; la selección podría realizarse entonces.

Varias alternativas son posibles, después de la formación de poblaciones base en cruzamiento al azar (después de la cuarta generación). Se puede continuar con la población básica y modificarse por selección en su forma original en tantas subpoblaciones como se desee, de acuerdo con metas específicas del mejoramiento o la selección a realizarse con base en la misma población.

Mientras se desarrolla el mejoramiento al azar de la población básica, se puede separar cualquier planta deseable para pruebas adicionales.

Se debe conservar las semillas restantes por razones de seguridad, con el propósito de reponer las fallas de la producción de semillas, o las pérdidas de caracteres deseables por desvíos genéticos. Se puede cultivar y escoger todas las semillas adicionales de valor agronómico por los métodos convencionales.

Las ventajas de este procedimiento son las siguientes: utiliza a la vez las recombinaciones intra e intercromosómicas; permite la expresión de nuevos efectos epistáticos en cada generación; evade los accidentes involuntarios para fijar y transmitir efectos epistáticos; propicia un ordenado mejoramiento en los tipos padres cada año; evita los cruzamientos manuales y no requiere registros detallados. Una desventaja es el tiempo requerido para establecer una población con inter cruzamientos al azar.

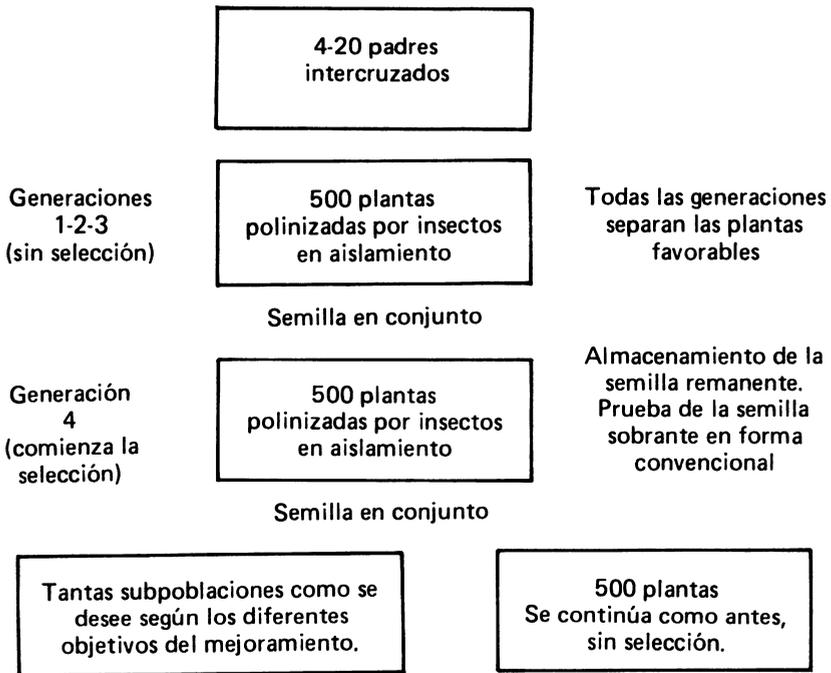


Fig. 48. Esquema de un método de mejoramiento para batatas. Se necesitan cuatro generaciones sin selección para establecer una población con inter cruzamientos al azar. En las generaciones siguientes, la población base puede alterarse hacia objetivos agronómicos definidos por medio de selección.

Jones, Dukes y Schalk (1980), de Carolina del Sur, dan cuenta de la obtención de las líneas de batata W-71, W-119, W-125, W-149 y W-154, que poseen moderados genes de resistencia a *Cylas formica-*

rius en combinación con resistencia a otros insectos y enfermedades. Estas líneas son originadas de selectas de polinización libre en viveros de policruzamientos, de tipos paternos desarrollados a través de selección masal, para resistencia a varias enfermedades e insectos del suelo (Jones y Cutherbert, 1973).

Técnicas de trabajo

Técnica para la autofecundación (Autogamia)

En la tarde, antes de la antesis, se coloca un “clip” en el extremo del botón floral para evitar que se abra la flor. A la mañana siguiente se golpea la flor así clausurada, para asegurar la caída del polen sobre el estigma. Se coloca una etiqueta con el signo “X” y fecha.

Técnica para el cruzamiento (Alogamia)

Procedimiento de gran precisión

La tarde, antes de la antesis, se elimina la corola del botón floral, se emascula, se protege la flor con una pajueta (para refrescos) cortada en pico de flauta y doblada en el otro extremo. A la mañana siguiente se saca la protección, se poliniza con pincel, previo control con lupa de la ausencia de polen extraño en el estigma, se coloca nuevamente la pajueta y se etiqueta indicando padre y fecha.

Procedimiento de gran rendimiento

De madrugada (antes de la pululación de insectos) se emasculan todas las flores del criadero, reservándose el material para polinización; enseguida, trabajando en serie, se poliniza, se clausura la corola con “clip” y se etiqueta, indicando padre y fecha.

La flor que se mantiene por más de 8 días indica que ha sido fecundada.

El peso promedio de 100 semillas es de aproximadamente 2.4 gramos.

De acuerdo con Luciani (1981), la semilla de batata presenta un tegumento duro, impermeable, lo cual hace que la germinación en condiciones naturales sea casi nula; por ello, se realiza un tratamiento de escarificación, el cual puede ser químico o mecánico. Se utiliza el ácido sulfúrico concentrado, por 15-30 minutos, para lavar luego con agua corriente. En esta forma se logra un alto porcentaje de germinación, apenas 72 horas después del tratamiento. Otro procedimiento consiste en escarificar o decapitar las semillas.



Fig. 49. Semillas de batatas. Variedad Santa Catalina obtenidas libremente en Maracay, Venezuela. (Foto: cortesía J. F. Luciani).



Fig. 50. Trabajo de mejoramiento sexual de batata en Maracay. (Foto: cortesía J. F. Luciani).



Fig. 51. Plantas obtenidas de semilla sexual de batata de libre polinización.

Variedades

Variedades de Argentina

El programa dirigido por Folquer en Tucumán (1969a, 1969b, 1978) ha producido las variedades Tucumana mantecosa, Tucumana lisa, Tucumana morada y otras.

Tucumana mantecosa: se obtiene por cruzamiento múltiple (Unit I Porto Rico x Pelican Processor) x Brasileira Branca. Raíz de tamaño mediano, pulpa anaranjada, buena calidad de conservación, tolerante a plagas y enfermedades.

Tucumana lisa: raíz tamaño mediano, resistente a la sequía y a las heladas, producción temprana, buena calidad de conservación, excelente rendimiento.

Variedades de Perú

El mejoramiento de la batata lo realiza Del Carpio (1970) en la Estación Experimental de Cañete. El material más destacado es el siguiente:

Seedling 50: obtenido de un cruzamiento natural de la variedad Paramonguino.

Chilinango: Raíz de pulpa blanca, alto contenido en almidón, resistente al nematodo de la raíz, *Meloidogyne* sp.

Clon 9: proveniente de Paramonguino. Raíz pulpa anaranjada, buen contenido en caroteno, alto rendimiento.

Trujillano: pulpa anaranjada. Buena calidad culinaria.

Maleño: esta variedad es altamente resistente a *Meloidogyne* sp. y puede permanecer, hasta un año en el suelo, sin ser cosechada, manteniendo su buena calidad.

En 1985 el Centro Internacional de la Papa, con sede central en La Molina, Lima, Perú, ha ampliado sus operaciones hacia el mejoramiento de batata, iniciando una amplia colección en América y trayendo desde otros centros como Taiwán gran cantidad de germoplasma.



Fig. 52. Batata "Yaracuy", cultivada en Venezuela. Raíz fusiforme, pulpa amarillo-crema, producida en 6-7 meses.

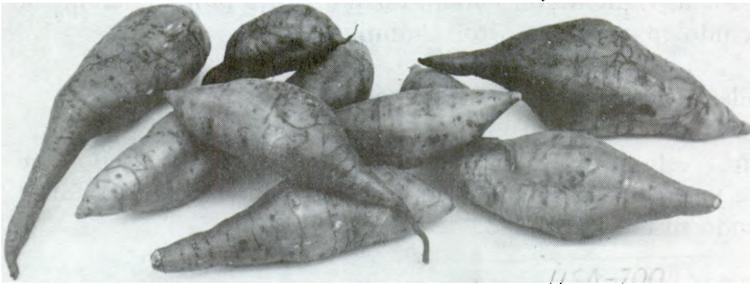
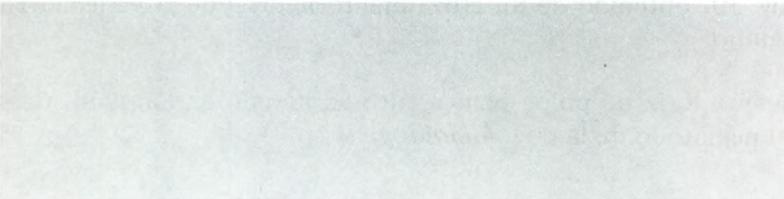


Fig. 53. Batata UC-700. Raíz oval-alargada, pulpa anaranjada, introducida de California. Producida en Venezuela en 5-7 meses.

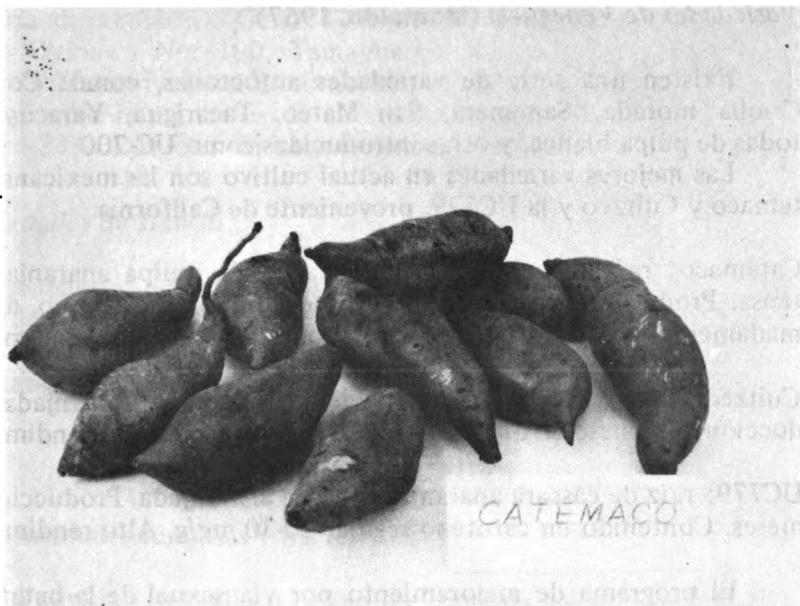


Fig. 54. Batata Catemaco, introducida de México. Raíz cilindrocónica, pulpa anaranjada intensa, produce a los 7 meses.



Fig. 55. Variedad producida en Venezuela por Luciani; cosecha a los 130 días.

Variedades de Venezuela (Montaldo, 1967)

Existen una serie de variedades autóctonas, como: Conopia, Criolla morada, Samanera, San Mateo, Tacarigua, Yaracuy, casi todas de pulpa blanca, y otras introducidas como UC-700.

Las mejores variedades en actual cultivo son las mexicanas: Catemaco y Cuitzeo y la UC779, proveniente de California.

Catemaco: raíz de cáscara anaranjada pálida, pulpa anaranjada intensa. Producción en 7 meses. Alto contenido en caroteno, aproximadamente 40 mg/g de porción comestible. Buen rendimiento.

Cuitzeo: raíz de cáscara anaranjada rojiza, pulpa anaranjada. Producción 5-6 meses. Alto contenido en caroteno. Buen rendimiento.

UC779: raíz de cáscara anaranjada, pulpa anaranjada. Producción 5-7 meses. Contenido en caroteno regular 20-30 mg/g. Alto rendimiento.

El programa de mejoramiento por vía sexual de la batata que realiza la Facultad de Agronomía, en Maracay, ha producido a través de semillas de libre polinización (Luciani, 1981) 21 nuevos clones bastante promisorios. Este material ha mostrado una potencialidad de rendimiento superior a sus progenitores y a las variedades tradicionalmente cultivadas en el país.

Variedades de Estados Unidos de América

Las antiguas variedades de batata cultivadas en los Estados Unidos fueron: Nancy Hall, Southern Queen, Creole, Triumph, Yellow Jersey y otras.

En 1908 fue introducida desde Puerto Rico la variedad Mameyita, a la que se le designó Porto Rico; rápidamente adquirió gran difusión por su excelente calidad culinaria, capacidad de conservación y condiciones viajeras.

Según Miller y Hernández (1970), una de las variedades más importantes es Centennial; posee pulpa anaranjada intensa. Tiene buena forma de raíces y excelente rendimiento.

Otras variedades importantes de Estados Unidos son: Nemagold, Georgia Red, Jewell, los tipos Jersey, Caromex, Rojo-blanco y Travis.

Variedades de Japón

Las principales variedades para consumo humano son: Beniaka, Tiahaku, Norin No.1. Para doble propósito (consumo humano e in-

dustria de almidón): Genji, Gokuku-imo y Norin No.2. Para almidón: Okinawa No. 100, Tamayutaka, Konasengan, Kogane-sengan Kakai y Minamiyutaka. El contenido en almidón en las variedades para consumo humano es de alrededor de 20%, y en las industriales llega a 27%. Los rendimientos en raíces están entre 16 y 34 t/ha.

Variedades de Hawaii

Tanaka y Sekioka (1976) indican para Hawaii las siguientes variedades de batata: Kona B, Miyashiro, Kaneohe Roja, Iliula, Onole-na, Onokeo y Waimanalo roja. Esta última ha sido introducida desde Okinawa, Japón.

ENFERMEDADES

Enfermedades fungosas y bacterianas

Pudrición del tallo o marchitez, causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. *batatas*, ha sido mencionada para EE.UU. y Japón. Esta enfermedad puede controlarse mediante el uso de variedades con resistencia genética.

Pudrición negra, causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*, es común (Bazán, 1965; Martin, 1969) en muchos países que cultivan batata. El hongo afecta tanto a la planta como a las raíces tuberosas. Se recomienda la rotación de cultivos, pues el hongo no resiste más de dos temporadas sin tener el huésped adecuado. Se ha encontrado cierto grado de resistencia genética (Martin, 1954). Este hongo tiene varios otros huéspedes como: *Hevea brasiliensis*, *Coffea arabica*, *Theobroma cacao*, *Platanus occidentalis*, *Prunus* spp. y *Orotalaria* spp.

Pudrición blanda, debida a *Rhizopus stolonifer*, afecta principalmente las raíces; está presente principalmente en las regiones subtropicales. Las medidas de control se basan en la prevención de heridas para evitar la entrada del hongo, y en la curación de las raíces reservantes (batatas) antes de almacenarse.

Pudrición negra del almacén, causada por el hongo *Bothryodiplodia tubericola*, que ataca a las raíces tuberosas en el almacén y a las plantitas en los viveros. De acuerdo con Bazán (1965) y Martin (1969) se trata de una enfermedad bastante difundida.

Cercospora bataticola y *Cercospora ipomoeae* son dos hongos que causan lesiones en las hojas de la batata. Otros hongos que atacan las hojas son: *Phyllosticta batatas* y *Albugo ipomoeae panduranae*, pero a ambos se les ha encontrado resistencia genética (Martin, 1956, 1969).

Otras enfermedades de cierta importancia son, según Martin (1969), las causadas por los hongos: *Monilochaetes infuscans*, costra y *Streptomyces ipomoea*, pudrición del suelo, que causa graves daños en suelos con pH sobre 5.2. Su control se basa en mantener el pH en 5.2 ó bajo este valor. Al hacer esta corrección hay que tener muy en cuenta los requerimientos de pH de los cultivos que entran en la rotación de cultivos. Martin (1969) indica como variedad muy susceptible a esta enfermedad a Unit I Porto Rico, alguna tolerancia en Heartogol y Acadian y considerable resistencia en algunas nuevas selecciones. *Sclerotium rolszii*, mancha circular, afecta tanto a la parte aérea como a las raíces tuberosas. Es muy frecuente en los viveros que se efectúan con raíces tuberosas en las localidades de clima templado. Se logra un buen control con tratamiento químico al suelo de los viveros.

Otras enfermedades fungosas son las causadas por *Coleosporium ipomoeae* y *Rhizopus stolonifer*.

Enfermedades virosas

La principal es el corcho interno, caracterizada por el desarrollo de puntos necróticos en el tejido de las raíces de batata y que se trasmite por áfidos. Esta enfermedad en algunas localidades causa serios daños; la medida más efectiva para evitarla es el cultivo de batata certificada libre de la enfermedad, mediante el cultivo aislado de plantas enfermas o bien por el uso de variedades resistentes como Centennial (Miller y Hernández, 1970), Julian y Nugget (Pope, Nielsen y Hoover, 1960).

De acuerdo con Mukiibi (1976a), existen sólo dos enfermedades causadas por virus: el mosaico de la batata, con muchos sinónimos, y el corcho interno. Las otras enfermedades de apariencia virosa, son causadas ya sea por micoplasma, arañitas o de naturaleza fisiológica.

El efecto del mosaico es muy dañino en los rendimientos. Mukiibi (1976b) encuentra que en Uganda llega a disminuir la producción en un 57% .

La escoba de brujas, causada por un micoplasma, ha logrado ser controlada con el cultivo de variedades de batata con resistencia de campo o poligénica.

PLAGAS

“Piche”, *Cylas formicarius* (Coleoptera-Curculionidae).

La hembra pone los huevos en las guías y en las raíces tuberosas, y las larvas fabrican galerías que destruyen la vegetación y hacen per-

der el valor comercial a los camotes o batatas. Esta plaga pasa del campo al almacén y allí provoca fuertes daños al producto. Se controla con rotación de cultivos y el tratamiento continuo del cultivo con insecticidas. Es una plaga cosmopolita presente en Europa, Asia, Africa, Islas del Pacífico y en América Tropical (Sherman y Tamashiro, 1954).

El resultado de un ensayo efectuado en el Centro Asiático de Investigación de Hortalizas, Taiwán (1975) sobre el control del piche de la batata, *Cylas formicarius*, se indica en el Cuadro 82.

Cuadro 82. Efecto comparativo de diversos tratamientos con insecticidas en el rendimiento en batatas, control del piche y residuo de pesticidas.

Insecticida	Dosis kg/ha i.a.	Rend. total t/ha	Num. de raíces ¹	Insect. en tallos ²	Residuo en raíces ³	Pesticidas en extrem. ppm
Heptacloro (17.5% EC)	4	48	7	3	0.017	0.04
DDT (16.5% EC)	4	47	26	2	0.010	1.07
Toxafeno (72% EC)	4	44	33	12	n/d ⁵	n/d ⁵
Clordano (15% EC)	4	41	102	4	0.004	0.46 ⁶
Lindano (75% EC)	4	37	132	11	0.009	0.79
Dieldrín (37.4% PM)	4	37	43	6	0.007	1.14
Heptacloro (17.5% EC)	2	36	42	12	0.005	0.01
Clordano (15% EC)	2	35	50	40	0.003 ⁶	0.22 ⁶
Dieldrín (37.4% PM)	2	34	45	11	0.003	1.15
Testigo sin tratar		40	103	29	— ⁷	— ⁸

1 = Número de insectos en 3 kg de raíces. 2 = Número de insectos en 10 muestras de tallos de 10 cm de largo. 3 = Determinado después de la cosecha. 4 = Determinado 4 semanas después de la última aspersión. 5 = no determinado. 6 = isómero alfa + gama. 7 = Las raíces en el testigo contenían DDT (0.016 ppm) y lindano (0.002 ppm). 8 = Las hojas del testigo contenían heptacloro (0.003 ppm), clordano (0.0023 ppm), DDT (0.71 ppm) y lindano (0.033 ppm). Los insecticidas fueron aplicados a los 60 y 90 días después de la plantación y la cosecha se efectuó a los 150 días.

Fuente: AVRDC, 1975.

Contra esta plaga existen variedades comerciales y líneas genéticas de batata con resistencia.

“Gorgojo”, *Euscepes postfaciatus* (Coleoptera-Curculionidae)

Es señalada por Sherman y Tamashiro (1954) como una plaga de origen americano; ataca las raíces y, según Wille (1952) más rara-

mente las guías o tallos. Es muy resistente a las condiciones adversas y puede sobrevivir en plantas espontáneas (fuera de cultivo).

Entre las medidas de control cultural se recomiendan, por Holdaway (1941) las siguientes:

No hacer una siguiente plantación de batatas en un mismo suelo; destruir los restos de batatas infestadas, ya que pueden servir para infestar la nueva plantación; usar bejucos o guías no infestados para la nueva plantación, preferiblemente del extremo apical.

Donde se hace el cultivo bajo riego, plantar los bejucos bajo la línea de agua y no sobre el camellón; además, hacer riegos frecuentes.

Mantener el suelo bien cultivado, para evitar grietas y para mantener las raíces cubiertas.

Hacer la cosecha tan pronto como se produzca la madurez de las batatas. Mientras más tiempo permanezca la cosecha en el campo, mayor será la infestación.

Incinerar los tallos o darlos como forraje antes de la cosecha.

Evitar que queden plantas espontáneas de batata en los costados de los campos, ya que éstas sirven de puente de infestación entre un cultivo y el siguiente, y con esto la rotación cultural no cumplirá uno de sus objetivos.

Se puede hacer, también, un buen control químico durante el desarrollo del cultivo.

Cockerham y Deen (1947) en Louisiana; Poole (1952) en Hawái, y Del Carpio, en Cañete, Perú (1957), señalan que hay resistencia varietal en la batata al ataque del gorgojo.

“Taladrador”, *Megastes* sp. (Lepidoptera-Pyralidae)

La larva de este insecto es una plaga importante del tallo de la batata, que la horada especialmente cerca de la base, pasando a veces a los tubérculos.

“Cachudo”, “Marandova”, “Alevilla-esfinge”, *Herse cingulata* (Lepidoptera-Sphingidae)

Las larvas que son oscuras y con rayas amarillentas en los costados, devoran las hojas y tallos de la batata. Su control es muy parecido al del piche.

“Cuerudos”, *Prodenia* y *Feltia* sp. (Lepidoptera-Noctuidae)

Estos insectos constituyen algunos años una plaga grave en los batatales. El ataque de las larvas de *Prodenia* se produce en especial

al comienzo de la estación de lluvias. Se puede hacer un buen control químico.

“Coquito pulga”, *Chaetocnema* spp. (Coleoptera-Chrysomelidae)

Los adultos comen el follaje, en el cual ocasionan un daño característico en forma de perforaciones. No es una plaga seria.

“Afidos o pulgones”, *Aphis gossypi* (Homoptera-Aphididae)

Es vector de la virosis llamada “corcho interno” (Kantack, 1961).

“Mosca blanca”, *Bemisia* sp. (Homoptera-Aleurodidae)

Esta mosca transmite, según Girardeau (1958), el mosaico en el sur de Georgia (EE.UU.).

Whille (1952) dice que la principal plaga en el Perú es el gorgojo, *Euscepes postfaciatus*, encontrándose también en las hojas gran cantidad de cigarritas, *Empoasca* sp. (Homoptera-Cicadellidae), que pican y chupan la cara inferior de las hojas, *Epitrix* sp. (Coleoptera-Chrysomelidae) que producen agujeros redondos en las hojas y varios otros crisomélidos.

Nematodos

Los nematodos, en general, no constituyen un problema serio en la batata. Entre las especies más importantes están *Meloidogyne* sp. y *Rotylenchulus reniformis*.

Brathwaite (1973) indica que, aparte de *Meloidogyne* spp. y *Rotylenchulus reniformis*, también han sido reportados en batata: *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Criconomoides*, *Scutellonema*, *Xiphinema* y *Longidorus*, sin haberse determinado su verdadero rol en el crecimiento y producción del cultivo. Brathwaite (1977) describe el tratamiento con agua caliente contra las batatas atacadas con *Meloidogyne incognita*. Coloca las raíces de batata a 44°C durante 30 horas, sin que se reduzca la viabilidad de éstas; también señala el control químico por tratamientos del suelo con DD y EDB. Indica los trabajos de diversos investigadores en la obtención de batatas resistentes a *Meloidogyne incognita*, entre las cuales están las variedades: Jersey, Nemagold y Heartgold. A esta enumeración habría que agregar las variedades peruanas Chilinango y Maleno.

ALMACENAMIENTO

Cuando se cosechan las batatas se producen heridas —inevitables— en diversos grados; estas heridas predisponen a las raíces a la infección por organismos de putrefacción y el arrugamiento por pérdida de agua.

Sin embargo, mediante un tratamiento adecuado de las raíces por 10 a 15 días a 30°C de temperatura y con una humedad relativa del ambiente de 85%, procedimiento que se llama “curado”, se producen capas de células corchosas protectoras bajo la superficie de la herida, que inhiben la entrada de los organismos de putrefacción y retardan las pérdidas de agua.

La conservación posterior de las batatas puede efectuarse a 13 a 15°C con 85% de humedad relativa hasta por 4 a 6 meses; el producto conserva un buen aspecto.

Hay que tener cuidado que la temperatura del almacén de guarda no baje de + 14°C, pues + 10°C por 2 ó 3 semanas causa daños al producto.

Las batatas previamente curadas están menos expuestas al “daño del frío” que las no curadas.

No hay que seleccionar las batatas en el almacenamiento sino cuando se despachen al mercado para la venta al detalle. Tampoco hay que lavarlas antes de almacenarlas.

El depósito o almacén deberá lavarse y desinfectarse antes de proceder a la guarda de la cosecha. Igualmente deben tomarse medidas contra roedores.

Contra las enfermedades se recomienda desinfectar con aldehído fórmico (formalina) (producto comercial al 36%) en solución en agua al 3%.

Como el almacenamiento a 14°C y con 85% de humedad requiere depósitos e instalaciones costosas, se han ensayado una serie de productos químicos para aumentar el período de latencia de las raíces bajo condiciones de ambiente. Entre todos los productos probados, se ha logrado mejores resultados con el éster metílico de ácido naftaleno acético (EMANA). Se recomienda aplicar 40 cc de producto comercial por cada 100 kilogramos de batata. Se puede embeber tiras de papel u otro producto en EMANA, entremezclados con las batatas, para coadyuvar a su difusión.

De acuerdo con Kushman (1975), las pérdidas de peso y volumen de las raíces de batata durante el proceso de curado fueron reducidas aumentando la humedad relativa de 80 a 90% y de 90 a 97%, pero no de 97 a 100%. La pérdida de peso durante el almacenamiento posterior fue casi la misma para las raíces de batata dañadas y no dañadas, salvo que la pérdida de peso durante el curado fue alta (sobre 6%), lo cual provocaría una pérdida alta en el almacén.

La pérdida de peso durante el curado fue positiva y altamente correlacionada con el subsiguiente desarrollo de pudriciones. Durante el curado la humedad relativa debe estar cerca de la saturación, pero en el almacenamiento no debe pasar de 90% .

En un experimento se comparó el almacenamiento de batatas en cajones de 450 kg de capacidad, cubiertos con plástico y no cubiertos. Las batatas curadas se colocaron bajo una cubierta de plástico de 6 x 24 m; la temperatura diaria de almacenamiento varió entre 6-27°C durante un período de 20 semanas. Hubo una merma de 10% en peso durante la guarda. Aproximadamente 70% de las batatas cubiertas con una capa de polietileno negro se vendieron como grado 1. El 55% de las batatas en cajones no cubiertos fueron de grado 1. Esta pérdida se debió sobre todo al daño causado por la luz. El 80% de las batatas cubiertas y 70% de las no cubiertas eran comerciales.

ANALISIS Y COMPOSICION

Cuadro 83. Composición media de las raíces tuberosas de batata, según Busson (1965), en g x 100 g de porción comestible (base húmeda).

Composición		Raíces tuberosas	
Humedad, %		70.0-73.0	
Proteína, g:		1.4- 2.4	
Grasa, g.		0.3- 0.8	
Carbohidratos totales, g		22.0-28.0	
Celulosa, g.		0.6- 1.0	
Insoluble fórmico, g		1.0- 1.5	
Cenizas, g.		0.7- 1.2	
Calcio, mg.		70.0	
Fósforo, mg.		200.0	
Aminoácidos (N = 16%).			
Arginina	5.7	Acido aspártico	25.0
Cistina	1.1	Acido glutámico	9.7
Fenilalanina	4.9	Alanina	4.2
Histidina	1.8	Glicina	3.8
Isoleucina	4.0	Prolina	3.4
Leucina	5.6	Serina	4.7
Lisina	4.2		
Metionina	1.7		
Treonina	5.4		
Triptófano	—		
Tirosina	3.1		
Valina	5.2		

El Cuadro 83 muestra que las batatas constituyen una excelente fuente de carbohidratos, en especial si se toma en cuenta que la producción, como se ha indicado en la sección correspondiente, se produce en los trópicos a los 5 a 7 meses. La proteína, como en casi todos los cultivos de raíces, es baja y llega de 1.4 a 2.4 g x 100 g de porción comestible; sin embargo, esta proteína es de un buen valor biológico, debido a que un 4.2% asume la forma de lisina.

Cuadro 84. Análisis de batatas de Taiwán. AVRDC.

Componente	Variación
Materia seca	12 – 36%
Proteína cruda	2 – 12% (base seca)
Betacaroteno	0 – 21% (mg/100 g base fresca)
Almidón	30 – 48% (base seca)
Azúcar	8 – 40% (base seca)

Fuente: Luh y Moomaw, 1979.

El Cuadro 84, cuyos resultados fueron obtenidos en Taiwán por Luh y Moomaw (1979) al analizar 228 cultivares de batata, confirma el valor de este cultivo como alto productor de materia seca; sus principales componentes son almidón y azúcares.

Cuadro 85. Composición del follaje de batatas en comparación con maíz para forraje g x 100 g de muestra (base seca).

	Follaje de batata	Maíz para forraje
Humedad %	16.76	19.10
Proteína, g	8.29	6.63
Grasa, g	3.34	1.68
Carbohidratos, g	68.61	59.84
Celulosa, g	8.71	24.69
Cenizas, g	11.03	6.73
Relación nutritiva	1.9	1.10

Fuente: Estación Experimental Agrícola. La Molina, Lima.

El Cuadro 85, en el cual se compara el follaje de la batata con el maíz para forrajes, muestra que el follaje de batata, dado su mayor contenido en proteína y menor contenido de fibra (celulosa) es de

mayor valor nutritivo que el maíz para forraje. Prueba de ello es su índice de N.D.T. (Nutrientes Digestibles Totales) consignado en el Cuadro 86, que da un valor de 55.

Según investigaciones, el contenido de humedad de las raíces en las áreas templadas de EE.UU. varía entre 65.35 y 76.02%. En las zonas de EE.UU. con poca disponibilidad de agua, desciende la calidad del cultivo y, en años muy secos, las raíces tienen un más bajo contenido de sólidos totales y almidón que en años húmedos normales.

El contenido en oxidasas del sistema catecol (producen compuestos fenólicos que oscurecen la pulpa expuesta al sol), suele estar en relación inversa con la intensidad del color.

Los brotes tiernos, consumidos como ensalada en ciertas regiones de México, tienen alto contenido vitamínico y proteico. Berendsohn (1954) estudió la composición de las hojas de batata, coeficiente de digestibilidad, elementos nutritivos digestibles y relación nutritiva con fines de alimentación de vacunos, y dio los resultados contenidos en el Cuadro 86.

Cuadro 86. Coeficiente de digestibilidad, elementos nutritivos digestibles, relación nutritiva y total de nutrimentos digestibles de hojas de batatas.

	Análisis de hojas % Humedad 82.9%	Coeficiente de digestibilidad %	Elementos nutritivos digestibles %
Materia seca total	18.04	54.69	
Proteína	1.79	51.70	0.92
Grasa	0.66	58.59	0.38
Fibra	4.73	52.87	1.70
Extracto no nitrógeno	7.95	67.10	5.33
Cenizas	2.89		
Calcio	0.50		
Fósforo	0.10		

Relación nutritiva 1: 8.58

N.D.T. base seca) = 55.08

Fuente: Berendsohn, 1954.

La hoja seca de batata no debiera denominarse forraje, según la definición que dice que forraje es todo aquel alimento que contiene más de 18% de fibra, base seca; por ello, podría pensarse en utilizarlo como ingrediente en alimentos concentrados.

Cuadro 87. Composición de alimentos a base de raíces reservantes de batata (*Ipomoea batatas*) por 100 g de porción comestible. (Uso humano).

Composición	Cruda (div. var.) (1)	Pulpa firme (Jersey) (1)	Pulpa suelta (P. Rico) (1)	Cruda (2)	Asadas c. cásc. (1)	Cocidas c. cásc. (1)	Azuca- redes (1)	Cocidas s. cásc. (2)	Almiba- rreda. (1)	Dietét. sin sal ni azú. (1)	Empac. al vac. (1)	Hoj. desh. seca (1)	Hoj. desh. c/agua (1)	Pie (pas- tel) (1)
Humedad	70.5	74.6	69.7	68.7	63.7	70.6	60.0	76.2	70.7	88.0	71.9	2.8	75.7	59.3
Proteína	1.7	1.8	1.7	1.5	2.1	1.7	1.3	1.9	1.0	0.7	2.0	4.2	1.0	4.5
Grasa	0.4	0.7	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.6	0.1	11.3
ELN	25.6	21.6	26.6	27.1	31.6	25.6	33.6	19.1	26.9	10.5	23.9	86.8	21.8	23.5
Fibra	0.7	0.9	0.7	1.4	0.9	0.7	0.6	1.0	0.5	0.3	1.0	3.2	0.8	0.2
Cenizas	1.0	1.0	1.0	0.9	1.2	1.0	1.2	0.9	0.5	0.4	1.0	2.4	0.6	1.2
Ca	32	32	32	28	40	32	37	18	13	13	25	60	15	69
P	47	47	47	45	58	47	43	47	29	29	41	80	20	84
Fe	0.7	0.7	0.7	1.2	0.9	0.7	0.9	0.3	0.7	0.7	0.8	2.2	0.6	0.5
Na	10	10	10	-	12	10	42	-	48	12	48	181	45	218
K	243	243	243	-	300	243	190	-	120	120	200	562	140	163
Vit. A.U.I.	8 800	9 200	8 700	(50)	8 100	7 900	6 300	(16)	5 000	5 000	7 800	47 000	12 000	2 400
Tia.	0.10	0.10	0.10	0.11	0.09	0.09	0.06	0.06	0.03	0.03	0.05	0.06	0.02	0.05
Rib.	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.13	0.03	0.12
Niac.	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	1.3	0.3	0.3
Ac. asc.	21	23	20	23	22	17	10	-	8	8	14	45	11	4
Energía Mcal/kg x 10 ³	1.14	1.02	1.17	1.17	1.41	1.41	1.68	0.88	1.14	0.46	1.08	3.79	0.95	2.13

(x) Vit. A. Retinol, mcg-meq.

Fuentes: 1. USDA, 1963.
2. Venezuela, Instituto Nacional de Nutrición, 1983.

Cuadro 88. Análisis proximal de raíces reservantes de batata (*Ipomoea batatas*) (Uso animal).

Composición	Unidad	Como alimento	Seco
Materia seca	%	32.0	100
Materia orgánica	%	31.7	99.2
Cenizas	%	1.1	3.4
Fibra	%	1.2	3.8
Grasa	%	0.5	1.6
ELN	%	27.9	87.3
Proteína	%	1.2	3.9
Bov. dig.	%	-0.1	-0.4
Cabr. dig.	%	0.3	0.8
Equi. dig.	%	0.3	0.8
Ovin. dig.	%	0.3	0.8
Energía			
Ovin. ED	Mcal/kg	1.2	3.75
Porc. ED	Kcal/kg	1236	3864
Ovin. EM	Mcal/kg	0.98	3.08
Porc. EM	Kcal/kg	1177	3680
Ovin. NDT	%	27.2	85.1
Porc. NDT	%	28.0	87.6
Ca	%	0.09	0.28
P	%	0.7	0.23
Fe	%	0.003	0.01
Vit. A. equiv.	UI/kg	11.3	35.2

Fuente: Latin American Tables of Feed Composition, Florida, 1974.

Bouwkamp y Mc Ardle (1980) aplican triacontanol, un regulador de crecimiento, a la batata. Este producto origina, según diversos autores citados por Bouwkamp y Ardle, aumentos en proteína y en rendimiento en granos de cereales y en hortalizas de hojas y de frutos. En batata, aplicaciones de 100 ppm aumentaron el porcentaje de materia seca y de nitrógeno (base seca) en las hojas, inmediatamente después del tratamiento, pero no tuvo efecto en las raíces reservantes, ya fuera en rendimiento, contenido en proteína o porcentaje de materia seca.

Schadel y Walter (1980) observaron al microscopio electrónico grupos de cristales de oxalato de calcio en el parénquima de las raíces tuberosas de batata variedad Jewel. Estos cristales antes sólo habían sido descritos en hojas y tallos de batata por Groth (1911), Hayward (1938) y Umemoto (1974).

En las batatas infestadas por larvas de *Cylas formicarius* y *Eus-*

cepes postfaciatus se operan cambios químicos y fisiológicos que son investigados por Uritani, Kenji y Tesuo (1979). Encuentran que *Cylas formicarius* provoca la formación de furano-terpeno en las raíces; el factor inductor consiste en algunas glicoproteínas y algunos componentes de bajo peso molecular. Por otra parte el factor inductor de *Euscepes postfaciatus* fue proteínico, pero sin la adición de componentes de bajo peso molecular.

UTILIZACION

Las batatas, en cuanto a utilización, se clasifican en tipos de pulpa seca y tipos de pulpa húmeda.

En Asia se prefiere una batata de pulpa seca, dura, blanca, que sea de alto contenido en almidón y bajo en proteína, y que casi no contenga caroteno. Estas batatas son utilizadas preferentemente en la industria de extracción de almidón, producción de alcohol o bien en la alimentación animal.

En Estados Unidos y otros países de occidente, la batata es principalmente un alimento humano; se prefieren las raíces tuberosas húmedas, de alto rendimiento, alto contenido en proteína y caroteno.

Las raíces de batata pueden utilizarse frescas, enlatadas o deshidratadas en la alimentación humana, y frescas o deshidratadas en la alimentación animal.

Experiencias realizadas en Hawaii por Poole (1955) muestran que la pulpa de batatas secadas al sol, más una pequeña adición de harina de soya, constituye un buen sustituto de la harina de cebada.

Las hojas de batata contienen 1.39-1.79% de proteína base húmeda, pero su extracción es difícil debido a un mucílago, por lo que no se ha tenido éxito en su industrialización; sin embargo, se utilizan frescas como hortaliza alimenticia en Africa Occidental (Busson, 1955).

La harina de batata también se emplea con éxito en la panificación (Jenkins, Anderson y Gieger, 1957); sustituye hasta en un 30% la harina de trigo (Del Carpio, 1969).

La batata se utiliza a veces en forma fraudulenta para adulterar el "ketchup" de tomate. En Guyana se acostumbra mezclar batata con yuca para la fabricación de bebidas fermentadas. En Santo Domingo, se agrega melaza de caña de azúcar a las batatas y se deja fermentar, obteniéndose así el licor llamado "Mabi".

En EE.UU. se usa bastante la batata para preparar conservas; Demaree *et al.* (1961) señalan a Goldrush, Sunnsyde, Demagold, Centennial y Nugget, entre las buenas variedades para este propósito.

Los mismos autores señalan los requisitos que deben cumplirse para hacer posible el desarrollo de esta industria; ellos son:

Existencia de buenas variedades conserveras.

Una adecuada y continua provisión de material para procesar.
Adecuada mecanización en las operaciones de cultivo y conservería.

Procedimientos estándar para el curado y manejo antes de la cosecha.

Reducción de las altas pérdidas por procesamiento.

Un método estándar de envasado.

La provisión de material puede regularse por las épocas de plantación y cosecha.

La mecanización del cultivo ya se hace, en forma casi total, mediante el uso de transplantadoras, cultivadoras y cosechadoras.

Una vez que las batatas llegan a la planta procesadora siguen una operación completamente mecanizada. La única intervención manual es la eliminación de las batatas con defectos, ya sea debido a enfermedades, plagas o por causas mecánicas o fisiológicas.

Los procedimientos de curado y manejo de las batatas antes de procesar ya son de uso general, en los lugares donde este cultivo ha alcanzado importancia y desarrollo técnico. Por otra parte, las batatas que se van a utilizar para enlatado se elaboran casi inmediatamente después de la cosecha.

La reducción de las pérdidas en el procesamiento industrial es un problema serio.

De acuerdo con Huffington (1953), las recomendaciones para envasar batatas enteras de tamaño medio son: lavado; pelado en soda cáustica o al vapor; extracción de todas las posibles trazas de soda por lavado en lluvia fina a presión; recortar los extremos y defectos; llenar los envases tanto como sea posible, sin deteriorar la calidad; llenar los intersticios con jarabe de azúcar caliente a 25° Brix; hacer el vacío hasta que la temperatura central llegue a 72-77°C; sellar, procesar por 45 minutos a 115°C, enfriar y almacenar.

Otro producto que ha tenido aceptación son las batatas fritas en rodajas finas, "chips" (Hanningan, 1979), lo mismo que escamas para preparar purés.

Cuadro 89. Destino de la producción de batatas (en porcentaje).

	JAPON	EE.UU.
Almidón, alcohol, vino	54	0
Alimento de ganado	25	10
Alimento humano	15	84
Propagación	5	6

Fuente: Jones, 1970.

La producción mundial de camote, según FAO (1979), fue de 113 954 000 t, de las cuales Asia produjo 104 617 000. La producción de Japón ese año fue de 1 400 000 y la de EE.UU. 655 000 t.

Alimentación animal

Poole (1955) utiliza en Hawaii pulpa de raíz de batata secada al sol, más una pequeña adición de harina de soya, como un sustituto de la harina de cebada.

En porciones (Castillo, 1964; Angulo, López y Brinke, 1979), en bovinos (Massey, Denney y Southwell, 1958); en aves (Duarte, 1966; Laun, 1960) y en ovinos (Berendsohn, 1954) utilizan también harina de raíz de batata.

Angulo, López y Brinke (1979) estudian en el Perú las raíces de camote y yuca fresca como fuente de energía en sustitución de maíz en el engorde de cerdos, y de soya, como fuente proteica.

Utilizan cuatro raciones:

Maíz	harina de pescado	pasta de algodón
Yuca	harina de pescado	pasta de algodón
Camote	harina de pescado	pasta de algodón
Maíz	polvillo de arroz	pasta de algodón – soya

Las raciones contenían 15% de proteína cruda y 75% de N.D.T.

Se concluyó que tanto las raíces de yuca fresca como las de camote, frescas y trozadas, pueden reemplazar al maíz como fuente energética en raciones de engorde para cerdos, siempre que se utilice un suplemento proteico.

Alvarado *et al.* (1977) y Acurero *et al.* (1981), utilizando altos niveles de harina de raíz de camote (y sustituyendo 50% y 75% del maíz de las raciones basales) reportan disminución del consumo y, en consecuencia, menor ganancia de peso y deterioro de la eficiencia alimenticia en cerdos, a medida que se incrementaban los niveles de camote en las raciones. Sin embargo, sugieren que niveles inferiores de harina de raíz de batata pudieran ser convenientes; recomiendan investigaciones adicionales.

El follaje fresco de batata se utiliza con éxito en la alimentación de ganado.

Almidón y derivados

Las perspectivas del uso de la batata para la producción de almidón, harinas y alcohol son evidentes, dado que éste es un cultivo relativamente corto (5-7 meses), de alto rendimiento en raíces y de al-

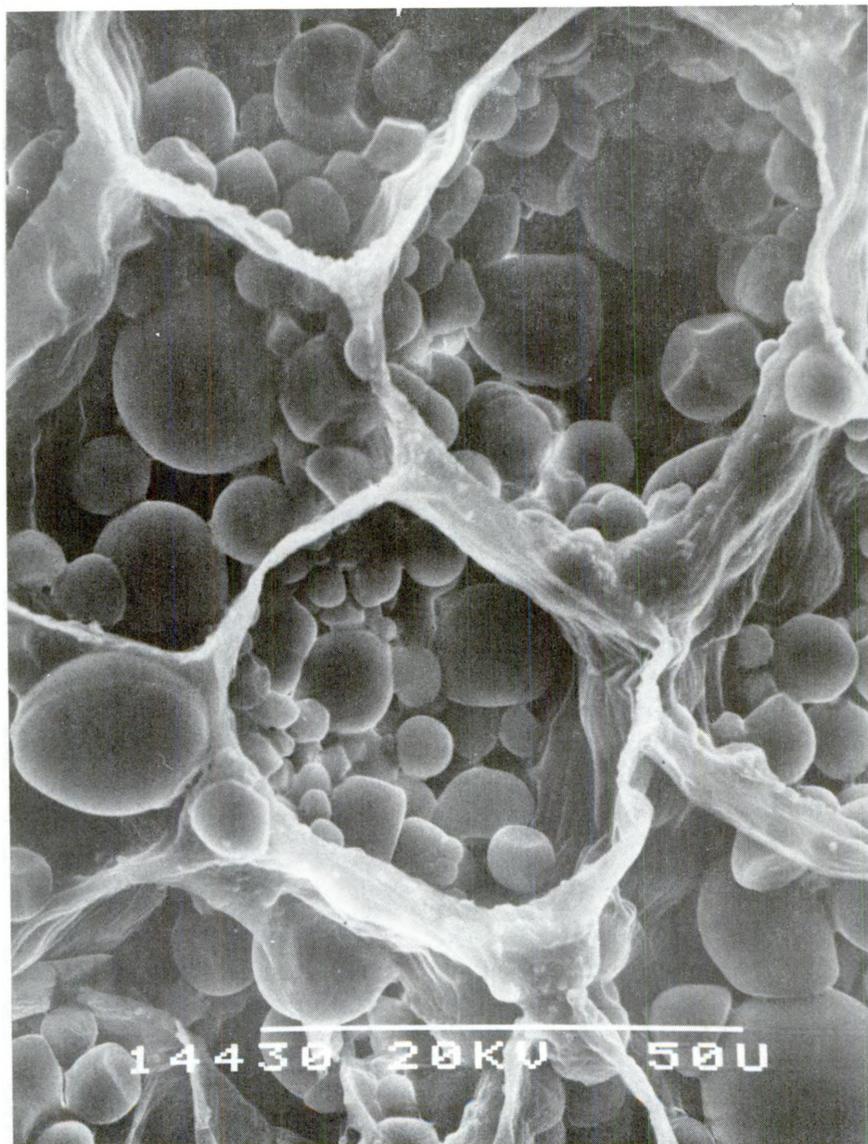


Fig. 56. Almidón de batatas observado al microscopio electrónico de barrido. Su morfología es importante desde el punto de vista industrial y para la alimentación humana y animal. (Foto: Cortesía del Profesor J. J. Castillo, UCV, Maracay).

to contenido en carbohidratos.

Tiene además como ventaja su tolerancia a los vendavales (tifones) y a la sequía, y el hecho de ser de muy fácil cultivo.

Otros usos

Son evidentes las posibilidades de otros usos de la batata: como raíces frescas y como hojas nuevas en la alimentación humana, como almidón, harinas panificables y alcohol en la industria, y como sustituto de cereales (maíz, sorgo) en la alimentación de animales domésticos.

ASPECTOS ECONOMICOS

Jones (1970), para señalar la importancia del camote o batata, cita un estudio realizado en 1966 sobre necesidades de investigación entre las principales plantas alimenticias del mundo. De 3 000 especies vegetales usadas por el hombre, 150 están en el comercio mundial; de éstas, sólo una docena alimentan a la mayoría de la población. De las doce, cuatro son cultivos de raíces y tubérculos: yuca, camote, papa y remolacha.

Para saber con precisión cuál es la situación de la batata, es preciso buscar una respuesta en cada área de cultivo, de acuerdo con sus condiciones de clima y suelo.

Producción

El continente asiático ocupa el primer lugar en área plantada de batata, con 82.6% del total mundial; China tiene 5 028 000 ha, Vietnam 390.000 ha e Indonesia 268 000 ha.

El continente africano está en segundo lugar, con 10.9% del área mundial total; se destaca Ruanda con 120 000 ha y Uganda con 15 158 000 ha.

En tercer lugar está América —sitio de origen de este cultivo—, con 4.8% del área.

En América, en cuanto a área, ocupa el primer lugar Brasil con 85 000 ha; siguen Cuba con 84 000 ha, Haití con 70 000 ha, EE.UU. con 42 000 ha, Argentina con 31 000 ha, Paraguay y Uruguay con 15 000 ha, Perú con 11 000 ha y R. Dominicana con 10 000 ha. Los otros países (Bolivia, México, México, Jamaica, Martinica, Puerto Rico, Chile, Guadalupe, San Vicente, Ecuador y Venezuela) poseen áreas muy restringidas de cultivo de batata.

Cuadro 90. Area, rendimiento medio y producción de batatas (FAO, 1984a).

Continente y país	Superficie ha x 10 ³	Rendimiento medio t/ha	Producción total t x 10 ³
América	379	7.7	1 877
Brasil	85	8.8	750
Cuba	84	4.0	335
EE.UU.	42	13.9	589
Haití	70	5.0	350
Argentina	31	10.5	325
Perú	11	13.8	151
Paraguay	15	8.0	120
Uruguay	15	4.0	60
R. Dominicana	10	6.3	60
México	3	16.6	50
Jamaica	2	9.3	20
P. Rico	2	4.3	11
Guadalupe	1	10.5	9
Martinica	1	12.7	7
Venezuela	1	4.5	7
Chile	1	7.0	7
Ecuador	1	6.0	6
Bolivia	1	3.8	5
San Vicente	1	2.1	2
Asia	6 390	16.9	108 634
China	5 028	19.4	97 933
Vietnam	390	4.8	1 900
Indonesia	268	7.6	2 050
India	216	7.4	1 600
Japón	66	21.0	1 379
Corea	77	20.0	1 350
Filipinas	214	4.6	1 000
Bangladesh	72	10.8	780
Africa	841	6.1	5 136
Ruanda	120	7.9	950
Uganda	158	4.9	780
Madagascar	90	5.1	463
Tanzania	94	6.0	500
Kenia	40	8.7	350
Zaire	65	4.9	320
Oceanía	116	4.0	559
Papua-Nueva Guinea	102	4.5	464
Europa	13	10.4	131
Mundo	7 734	15.1	117 337

POSIBILIDADES DE EXPANSION

Se comprueba las enormes posibilidades de expansión que existen en el continente americano para la batata, la cual tiene la enorme ventaja de su corto ciclo, alta producción de carbohidratos en las raíces y de proteínas en las hojas nuevas; además, posee un rico y variado germoplasma, con trabajos muy avanzados en mejoramiento genético en China, Japón y Estados Unidos. Por otra parte, es un cultivo fácil y conocido por la mayoría de los agricultores y campesinos.

Con respecto a esta planta autóctona, como ha ocurrido con muchas otras, hubo en América Tropical un abandono frente a otros cultivos introducidos de otros continentes o que bien fueron trasladados de su hábitat original en la propia América, y que significan costos muy superiores.

BIBLIOGRAFIA

1. ABEELE, M. van den; VANDENPUT, R. 1958. Cultures du Congo Belge. Bruxelles, Government Pub. p. 113-121.
2. ACOSTA, J. de. 1940. Historia natural y moral de las Indias. México, Fondo de Cultura Económica. p. 273.
3. ACURERO, G.A.; ALVARADO, L. A.; ALVAREZ, G. R.; GUAICARA, M. R. s/f. La harina de batata (*Ipomoea batatas*) como fuente energética en raciones para cerdos en crecimiento. Ciencias Veterinarias (Maracay) 10(1/2):1407-1414.
4. ALDRICH, D.T.A. 1962. Field experiments on the sweet potato crop in Uganda. Makerere, University College.
5. ALVARADO, L.A.; ALVAREZ G.R.; ACURERO, G.A. 1977. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas*) en la alimentación del cerdo. Ciencias Veterinarias (Maracay) 6 (3): 955.
6. ALVAREZ, G. R.; ALVARADO, L. A. 1974. Sustitución del maíz por cuatro niveles de yuca deshidratada en raciones para cerdos en crecimiento. Maracay. Resúmenes Jornadas Veterinarias.
7. ANGULO; M.; LOPEZ, W.; BRINKE, H.W.T. 1979. Yuca, camote y grano de soya en engorde de cerdos. México. Memoria Asociación Latinoamericana de Producción Animal. V. 14:64.
8. ASIAN VEGETABLE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER (AVRDC). 1976. Sweet potato report for 1975. Shanhua, Taiwan. p. 9-12.
9. BARRIOS, J. R. 1981. Prueba comparativa de clones de batata (*Ipomoea batatas* L.) versus variedades establecidas. San Cristóbal (Venezuela), 10as. Jornadas Agronómicas. 15 p.
10. BAZAN, CONSUELO. 1965. Enfermedades de los cultivos tropicales y subtropicales. Lima, José Segura. 439 p.
11. BERENDSOHN, E. 1954. Digestibilidad de las hojas de camote en ovinos. Agronomía (Perú) 19(79-80): 74-75.
12. BIGGS, C.E.J. Sweet potatoes. In Agriculture in Uganda. Ed. por Tothill, J.D. Oxford Univ. Press., 1940. p. 126-128.
13. BOLLE-JONES, E. W.; ISMUNADJI, M. 1963. Mineral deficiency symptoms of the sweet potato. Empire Journal of Experimental Agriculture 31:60-64.
14. BOSWELL, V. P. 1950. Commercial growing and harvesting of sweet potatoes. U.S. Department of Agriculture. Farmers' Bulletin 2020. 38 p.

15. BOUNKAMP, J. C.; McARDLE, R. N. 1980. Effects of triacontanol on sweet potatoes. *HortScience* 15(1):69.
16. BRATHWAITE, C. W. D. 1973. Nematodes as pathogens of sweet potato. Proc. 3th Int. Symp. Soc. Trop. Root Crops, Tabadan, Nigeria: CP/14.
17. ———. 1977. The response of sweet potato to nematode infection. Honolulu, Tropical Root and Tuber Newsletter No. 10: 32-38.
18. BRAUER, O. 1969. *Fitogenética aplicada*. México, Editorial Limusa-Wiley, 518 p.
19. BUSSON, F. 1965. *Plantes alimentaires de l'Ouest Africain*. Marseille. Leconte. p. 374-377.
20. BUSTO, J. A. del. 1969. Perú preincaico. Lima, Editorial Universo. p. 55.
21. CANDOLLE, A. de. 1883. *Origine des plantes cultivées*. Paris, Bibliothèque Scientifique Internationale. 377 p.
22. CARPIO, R. del. 1957. Respuesta varietal del camote al ataque del gorgojo, *Euscepes batatae* Waterh. Lima, Escuela Nacional de Agricultura. 246 p. (Tesis Ing. Agr.)
23. ———. 1967. Instrucciones para obtener esquejes de un semillero de camote originado de tubérculos. *Vida agrícola* (Lima) 44: 379.
24. ———. 1970. El mejoramiento genético del camote en el Perú. *Vida Agrícola* (Perú) 47(456):33-48.
25. CASTILLO, L. S. *et al.* 1964. Camote and cassava tuber silage as replacement for corn in swine growing-fattening rations. *Philippine Agriculturist* 47:460-474. 1964.
26. CLUSIUS, G. 1601. *Historia rariorum plantarum*. Amberes. 364 p.
27. COCKERHAM, K. L.; DEEN, O. T. 1947. Resistance of new sweet potato seedlings and varieties to attack by the sweet potato weevil. *Journal of Economic Entomology* 40:439-441. 1947.
28. COOK, J. 1773. Account of a voyage round the world in the years 1768-71. In J. Hawkesworth's *Voyages*, v. 2 y 3.
29. COOK, O.F. 1925. Peru as a center of domestication. *Journal of Heredity* 16: 94-110.
30. COREY, K. A.; COLLINS, W. W.; PHARR, D. M. 1980. Effect of duration of soil saturation on ethanol content and storage loss of sweet potato roots. *HortScience* 15(3):378. (Sect. 2).
31. CROSS, L. 1968. Yams and sweet potatoes. Trinidad, Central Experiment Station. *Farmers' Bulletin* No. 4. 4 p.
32. CROZIER, J. A. *et al.* 1969. Herbicide evaluation studies with sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) and peanuts (*Arachis hypogaea*) in Hawaii. *Hawaii Agric. Exp. St.* 27 p. (Res. Rept. 121).
33. CHEN, C. P.; LI, L. 1970. Sweet potato production in Taiwan. Honolulu, 2nd Int. Symp. Trop. Root Crops. 5 p.
34. CHOISY, J. D. 1833. *Convolvulaceae Orientalis*. Genève, Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. 6:383-502.
35. DEMAREE, K. D. *et al.* 1961. Progress in sweet potato processing in the United States. In *Twenty years of cooperative sweet potato research: 1939-1959*. Louisiana. p. 19-26.
36. DUARTE, J. P. 1966. Efecto de la batata en el engorde de pollos. *Agricultura* (Rep. Dominicana) no. 430:10-12; 431:18-19, 23-25; 432/433:33-43.
37. FAO. *Anuarios de Producción*. 1967-1984. Roma.
38. FLORIDA AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION. 1965. *Sweet potato production guide*. Florida, Agric. Exp. St., Circ. 97A. 8 p.
39. FOLQUER, F. 1978. La batata (camote). Estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 144 p.
40. ———; RONCEDO, L. 1969. Tucumana mantecosa, nueva variedad de batata con pulpa anaranjada. Tucumán, Facultad de Agronomía. *Miscelánea* no. 17. 7 p.
41. ——— *et al.* 1969. Tucumana lisa, nueva variedad argentina de batata. Tucumán, Facultad de Agronomía. *Miscelánea* 34. 8 p.
42. FUJISE, K. 1970. Sweet potato and its breeding efficacy in Japan. Honolulu, Int. Symp. Trop. Root Crops. v. 1:19-21.
43. GAMEZ, Gladys. 1965. Propagación de batatas. Maracay, Escuela de Agronomía, 4 p. (Multigraf.).
44. GIRARDEAU, J. H. 1958. The sweet potato whitefly *Bemisia inconspicua* (Q), as a vector of the sweet potato mosaic in South Georgia. *Pl. Dis. Rept.* 42:819.

45. GROTH, B. H. aA. 1911. The sweet potato. Contr. Bot. Lab. Univ. Pennsylvania. 4: 1-104.
46. GUPPY, H. B. 1906. Observations of a naturalist in the Pacific between 1896 and 1899. Vanua Levu, Fiji: a description of its leading physical and geological characters. London, Macmillan. v. 1, 392 p., v. 2, 627 p.
47. HANNIGAN, K. J. 1979. Sweet potato chips. Foods Engineering 51(3):26-27.
48. HAYWARD, H. E. 1938. The structure of economic plants. New York, Macmillan. p. 485-513.
49. HERNANDES, T.P. *et al.* 1965. Inheritance of and methods of rating flesh color in *Ipomoea batatas*. Proc. American Soc. Hort. Sci. 87:387-390. 1965.
50. _____; *et al.* 1969. Improved techniques in breeding and inheritance of some of the characters in the sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.). Trinidad, Int. Symp. Trop. Root Crops, 1967. Proc. Univ. West Indies. v.1 (1):31-44.
51. HEYERDAHL, T. 1963. Prehistoric voyages as agencies for Melanisian and South American plants. Honolulu, B. P. Bishop Museum. p. 23-35.
52. HOLDAWAY, F. G. 1941. Insects of sweet potato and their control. Hawaii. Agricultural Experiment Station. Progress Notes No. 26. 7 p.
53. HUFFINGTON, J.M. *et al.* 1953. Sweet potato varieties for canning. Proc. American Soc. Hort. Sci. 61:487-495.
54. HUMBOLDT, A. von. 1827. Essai politique sur la Nouvelle Espagne. 2 ed. Paris. v. 2, p. 470.
55. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. 1974. Annual Report of the Root and Tuber Crop Program. Ibadan, Nigeria.
56. JENKINS, W. F.; ANDERSON, W. S.; GIEGER, M. 1957. Baking quality of sweet potato varieties studies. Mississippi Farm Research 20(5):5.
57. JIMENEZ, J. 1976. Descripción morfológica y evaluación agronómica de siete cultivares de batata, *Ipomoea batatas* (L.), en dos épocas de siembra. Jusepín, Universidad de Oriente (Venezuela). 84 p. (Trabajo de ascenso).
58. JIMENEZ DE LA ESPADA, M. 1896. Relaciones geográficas de Indias. Madrid, Ministerio de Fomento.
59. JONES, A. 1965. A proposed breeding procedure for sweet potato. Crop Science 5: 191-192.
60. _____. 1967. Should Nishiyama's K-123 (*Ipomoea trifida*) be designated *I. batatas*. Economic Botany 21:163-166.
61. _____. 1970. The sweet potato-today and tomorrow. In Int. Symp. Trop. Root Crops. 2nd. Honolulu, Hawaii, 1970. v.1:3-6.
62. _____; CUTHERBERT, F. P. 1973. Associated effect of mass selection for soil-insect resistance in sweet potato. Jour. American Soc. Hort. Sci. 98:480-582.
63. _____; DUKES, P. D. 1980. Heritabilities of sweet potato resistances to root knot caused by *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. Jour. American Soc. Hort. Sci. 105(2): 154-156.
64. _____; DUKES, P. D.; SCHALK, J. M. 1980. W-71, W-115, W-119, W-125, W-149 and W-154 sweet potato germplasm with multiple insect and disease resistances. HortScience 15(6):835-836.
65. KANTACK, E. J. 1961. Insect investigations. In Twenty years of cooperative sweet potato research: 1939-1959. Louisiana. p. 55-64.
66. KARSTEN, R. 1920. Contributions to the sociology of the Indian tribes of Ecuador. Acta Académica Aboensis. Humaniora 1:3. Abo Akademi Abo. Helsingfors. 75 p.
67. KENNARD, G. B. 1944. Sweet potato variety experiments at I.C.T.A. 1927-1943. Tropical Agriculture (Trinidad) 21(4):69-77.
68. KOBAYASHI, M. 1980. Expeditions for the collection of sweet potato germplasm in tropical America, 1979 y 1980. An. Rept. 1980. Nat. Inst. Agric. Sci., Div. Genetics, Japan, p. 52-54.
69. _____. 1981. Variant forms of newly introduced *Ipomoea trifida* complex. An. Rept. 1981. Nat. Inst. Agric. Sci., Div. Genetics, Japan. 1981. p. 8-9.
70. _____. 1981. Origin and differentiation of sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. 1. Geographic origin and varietal differentiation of the sweet potato. Recent Advances of Breeding 22:107-113.
71. _____; NAKANISHI, T. 1979. Flower induction by top-grafting in sweet potato. Manila, 5th Int. Symp. Trop. Root Crops. 1 p.

72. KRAMER, J. P. de; BOLHUIS, G. G. 1969. Propagation of sweet potato with different kinds of cuttings. Trinidad, 1st. Int. Symp. Trop. Root Crops, (1967). V.1(1): 131-136.
73. KUSHMAN, L. J. 1975. Effect of injury and relative humidity during curing on weight and volume loss of sweet potatoes during curing and storage. HortScience 10(3): 275-276.
74. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. Gainesville, Univ. Florida, Inst. Food and Agric. Sci., Center Trop. Agric., Dept. Animal Sci. 509 p.
75. LAUN, G. F. 1960. Use of sweet potatoes in feeding chicks. Rio de Janeiro, Inst. Zootecnia. Publicación no. 37. 15 p.
76. LI, L. 1967. Study of the combining ability in crosses among five varieties of sweet potato. Jour. Agric. Ass. China (n.s.) 58:33-45.
77. LINNAEUS, C. 1737. *Convolvulus batatas*. Hortus Cliffortianus. Amstelaedami. p. 427.
78. LUCIANI, J. F. 1981. Obtención y prueba de nuevos clones de batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Maracay, Universidad Central de Venezuela. (Trabajo de ascenso Prof. Agregado).
79. _____; QUINTERO, F. 1980. Mejoramiento genético de la batata. Maracay, 2as. Jornadas de la Facultad de Agronomía, UCV. 1 p. (multigraf.).
80. LUH, C. L.; MOOMAW, J. C. 1979. Present role and future outlook for sweet potato in Asia, research and development needs. Manila, Filipinas, 5th Int. Symp. Trop. Root Crops. p. 1-30.
81. MACGILLIVRAY, J. H. 1952. Vegetable production. New York, Blakiston. 397 p.
82. MAGOON, M. L.; KRISHNAN, R. 1971. Sweet potato breeding in India; problems and prospects. Indian Grassland and Fodder Research Institute, Jhansy, India. 9 p. (Mimeograf.).
83. MARCGRAVE, J. 1648. *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae*. II. Leyden, Amsterdam. p. 16.
84. MARTIN, F. W. 1969. The sterility-incompatibility complex of the sweet potato. Trinidad, 1st. Int. Symp. Trop. Root Crops, 1967. Proc. Univ. West Indies. v.1 (1):3-15.
85. MARTIN, J. H.; LEONARD, W. H. 1949. The principles of field crop production. New York, MacMillan, p. 1077-1093.
86. MARTIN, W. J. 1954. Varietal reaction to *Cerastostomella fimbriata* in sweet potato. Phytopath. 44:383-384.
87. _____. 1956. Varietal reaction to white rust in sweet potatoes. Pl. Dis. Rept. 40:233-234.
88. _____; HERNANDES, T.P. 1966. Multiple disease resistance in sweet potato selections. Phytopath. 56:888.
89. _____. 1969. Sweet potato diseases and their control. Trinidad, Int. Symp. Trop. Root Crops, 1967. Proc. Univ. West Indies. v. 2(4):1-12.
90. MASSEY, Z.A.; DENNEY, W. W.; SOUTHWELL, B.L. 1958. Sweet potato in the ration for dairy cows. Georgia. Agricultural Experiment Station. Circ. no. 156. 4 p.
91. MEANS, P. A. 1931. Ancient civilizations of the Andes. London, C. Scribner's Sons.
92. MENDIOLA, N. B. 1921. Two years of sweet potato breeding. Philippine Agriculturist 10:177-189.
93. MERRILL, E. D. 1954. The botany of Cook's voyages. Chronica Botanica 14(5/6): 161-384.
94. MILLER, J. C. 1939. Further studies and techniques used in sweet potato breeding in Louisiana. Jour. Heredity 30:485-492.
95. _____; HERNANDES, T.P. 1970. The sweet potato as a world food crop and how research has improved its nutritional quality. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
96. MONTALDO, A. 1967. Manual de cultivo de la batata (*Ipomoea batatas*). Maracay, Universidad Central de Venezuela, Instituto de Agronomía. 44 p. (multigraf.)
97. _____. 1967. Variedades de batatas (*Ipomoea batatas*) para la región central de Venezuela. 7a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Maracay, Venezuela, 5 p.

98. MONTALDO, A. 1983. Batata. In Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 284 p.
99. MOSCOSO, G. 1955. El cultivo de la batata en Puerto Rico. Rio Piedras, Estación Experimental Agrícola. Bol. no. 126. 73 p.
100. MUKIIBI, J. 1976. Synonymy in sweet potato virus diseases. 4th Int. Symp. Trop. Root Crops, 1976. Proc. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 163-168. (IDRC-080e).
101. ———. 1976. Effect of mosaic on the yield of sweet potato in Uganda. 4th Int. Symp. Trop. Root Crops, 1976. Proc. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 169-170. (IDRC-080e).
102. NISHIYAMA, I. 1963. The origin of the sweet potato plant. In Pacific Sci. Congress, 10 th, Hawaii, 1961. Proc. Honolulu, Bishop Museum Press. p. 119-128.
103. ———; TERAMURA, T. 1962. Mexican wild forms of sweet potato. Econ. Bot. 16 (4):305-314.
104. OVIEDO y VALDEZ, G.F. de. 1851-1855. Historia general y natural de las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Oceano. Madrid, Imp. Real Academia de la Historia. 4 v.
105. PATIÑO, V. M. 1964. Plantas cultivadas y animales domésticos de América Equinoccial. Cali, Imprenta Departamental, Tomo II. 363 p.
106. POOLE, C.F. 1952. Seedling improvement in sweet potato. Hawaii Agric. Exp. St. 16 p. (Bull. 17).
107. ———; 1955. The sweet potato in Hawaii. Hawaii Agric. Exp. St., 15 p. (Circ. 45).
108. POPE, D. T. 1970. Recent progress and current needs of the sweet potato industry in the United States.
109. ———; NIELSEN, L. W.; HOOVER, M. W. 1960. Disease-resistant new sweet potato variety. Research and Farming 18(3):7.
110. PUREWALL, S. A., DARGAN, K. S. 1959. Effect of sowing date, fertilizers and spacing on development and yield of sweet potatoes. Indian Journal of Agronomy 3(3): 164-171.
111. RHEENEN, H. A. van. 1960. De Bataat. Wageningen. (Mimeograf.).
112. ROBBINS, R. G. 1963. Correlation of plant patterns and population migrations into the Australian-New Guinea Highlands. Honolulu, B. P. Bishop Museum. p. 45-59.
113. ROIG, R. T. 1928. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. La Habana.
114. RUINARD, J. 1969. Notes on sweet potato research in west New Guinea (West Irian). Trinidad, 1st. Int. Symp. Trop. Root Crops, 1967. Proc. Univ. West Indies. v. 1 (3):88-111.
115. SAFFORD, W.E. 1925. The potato of romance and of reality. Journal of Heredity 16:113-126.
116. SAKAMOTO, S. 1979. Breeding of sweet potato varieties for high starch content and high yield. Manila, Filipinas, 5th Int. Symp. Trop. Root Crops. 1 p. (Mimeograf.).
117. SAMUELS, G. 1969. The influence of fertilizer ratios on sweet potato yields and quality. Trinidad, 1st Int. Symp. Trop. Roots Crops, 1967. Proc. Univ. West Indies. v. 1 (2):86-96.
118. SCHADEL, W.E.; WALTER, W. M. 1980. Calcium oxalate crystals in roots of sweet potatoes. Jour. American Soc. Hort. Sci. 105(6): 851-854.
119. SEKIOKA, H. 1970. The effect of temperature on the translocation and accumulation of carbohydrates in sweet potato. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
120. SHARMA, A. K.; DATA, P. C. 1958. Cytological investigations on the genus *Ipomoea* and its importance in the study of phylogeny. Nucleus 1:89-122.
121. SHERMAN, M.; TAMASHIRO, M. 1954. The sweet potato weevils in Hawaii; their biology and control. Hawaii. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 23. 36 p.
122. SLOANE, H. 1696. Catalogus plantarum quae in insula Jamaica. Londini. 232 p.
123. TANAKA, J. S.; SEKIOKA, T. T. 1976. Sweet potato production in Hawaii. Cali, Colombia, 4th Int. Symp. Trop. Root Crops, 1976. Proc. Centro Internacional de Agricultura Tropical, p. 150-151. (IDRC-080e).
124. THUNBERG, C.P. 1784. Flora japonica. p. 86-85.

125. TING, Y. C.; KEHR, A. E. 1953. Meiotic studies in the sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). Journal of Heredity 44:207-211.
126. URITANI, I.; KENJI, S.; TESUO, S. 1979. Biochemistry and physiology of sweet potato roots infested with sweet potato weevil. Manila, Filipinas, 5th Int. Symp. Trop. Root Crops. 1 p. (Multigraf.).
127. UMEMOTO, K. 1975. Morphological character of crystalline inorganic components present in plants: calcium oxalate crystals in the leaves of sweet potato grown in natural light and in darkness. Chem. Pharm. Bull. 22:1968-1974.
128. VAVILOV, N. I. 1928. Geographical centres of our cultivated plants. 5th International Congress of Genetics. Proc. p. 342-369.
129. VAZQUEZ DE ESPINOSA, Fray ANTONIO. 1942. Compendio y descripción de las Indias Occidentales. Washington, Smithsonian Institute. (Smithsonian Misc. Collection v. 102. Publ. 3646).
130. VIJAYA BAIR, K.; HRISHI, N.; MOORTHY, S.N. 1979. Cytotypes in sweet potato: pentaploid and heteroploid types. Manila, Filipinas, 5th Int. Symp. Trop. Root Crops, 1 p. (Multigraf.).
131. VENEZUELA. INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION, Caracas. 1973-1983. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Caracas, Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.
132. WANG, H. 1964. A study on the self and cross incompatibilities and the factors affecting seed setting in the sweet potato. Jour. Agric. Ass. China (n.s.) 48:1-12.
133. WANG, A.; LIN, C. T. 1969. Determination of carotene content among parental varieties and their offspring in the sweet potato. Jour. Agric. Ass. China (n.s.) 65: 1-5.
134. WILLE, J. E. 1952. Entomología agrícola del Perú. 2a. ed. rev. y amp. Lima, Junta de Sanidad Vegetal. p. 339-342.
135. WILSON, L. A. 1970. The process of tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas*). In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
136. WILSON, L. G.; AVERRE, C. W.; COVINGTON, H. M. 1976. Sweet potato production, handling, curing, storage and marketing in North Carolina. Cali, Colombia, 4th Int. Symp. Trop. Root Crops, 1976. Proc. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 146-150. (IDRC-080e).
137. WOOD, R.C. 1937. Sweet potato experiments. Empire Journal of Experimental Agriculture 5:231.
138. YACOVLEFF, E.; HERRERA, F.L. 1934. El mundo vegetal de los antiguos peruanos. Revista del Museo Nacional del Perú 3:243-322.
139. YEN, D. E. 1963. Plants and the migrations of Pacific peoples. Honolulu, B. P. Bishop Museum. p. 93-117.
140. _____. 1969. The economic aspects of the Pacific sweet potato collection. Trinidad, 1st. Int. Symp. Trop. Root Crops, 1967. Proc. Univ. West Indies. v.1(1): 45-56.

CLIMA FRIO

ARRACACHA

Arracacia xanthorrhiza – UMBELLIFERAE

SINONIMIA Y NOMBRES VULGARES

Arracacia esculenta

Arracacha, Racacha (Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia, Centroamérica); Virraca (Perú); Mandioquinha salsa, Batata baroa (Brasil); Apio criollo (Venezuela).

ORIGEN, HISTORIA Y GEOGRAFIA

Oviedo (1855) menciona a la arracacha como una planta alimenticia importante, sobre una descripción de material proveniente de los Andes al sur del Ecuador. Bukasov (1930) sugiere que la arracacha es la planta de cultivo más antigua de América. Safford, citado por León (1964) afirma que existen algunos restos arqueológicos de tumbas incaicas que parecen representar a la arracacha. Este cultivo habría empezado a desarrollarse en época preincaica (Barrett, 1930). Desde su centro andino de origen, la planta fue introducida en la zona montañosa de Centroamérica con éxito, lo mismo que en Brasil (Silva, 1963). También fue llevada a Europa; de Candolle (1831) y Jumelle (1910) reportan que las diversas introducciones efectuadas han sido un fracaso.

BOTANICA

Planta herbácea de 1 a 1.5 m de alto, de producción anual, con raíces carnosas y comestibles. Ejemplares mantenidos fuera de culti-

vo se comportan como perennes, según lo observado en Colonia Tovar, Venezuela.

El color de las raíces varía del blanco al púrpura. La planta produce 4-10 raíces fusiformes de 5-15 cm de largo por 3-8 cm de diámetro. Hojas pinatisectas. Flores pequeñas, amarillas, poco frecuentes.

CLIMA, SUELO Y FERTILIZANTES

Se cultiva hasta la isoterma de 22°C. Su óptimo de temperatura parece estar entre 15 y 16°C, con una humedad relativa de 80%.

Es una planta de fotoperíodo corto, por lo que no ha sido posible su introducción fuera de los trópicos. Necesita una larga estación de crecimiento, 8 a 10 meses, por lo menos con 1 000 mm de agua de lluvia. No soporta las temperaturas muy bajas como la papa, oca o ulluco. Requiere buenos suelos de cultivo, profundos, friables.

Silva *et al.* (1966) presentan resultados obtenidos en Campinas, Brasil, sobre fertilización de la arracacha. Con respecto a reacción de suelos, se ha visto que la planta se adapta muy bien entre pH 5.0-5.5.

Se la cultiva sola o asociada con maíz y frijoles en Colombia y en el Perú, o bien en los camellones de los cafetales en Centroamérica. Algunas veces sigue a la papa en la rotación de cultivos.

CULTIVO Y MEJORAMIENTO

Requiere suelos bien preparados, aunque esta condición no siempre puede cumplirse, pues se cultiva en general en lugares montañosos, con pendientes fuertes y sin riego artificial. Su plantación se hace a entradas de aguas, para aprovechar las lluvias en la iniciación del crecimiento.

El material de propagación son los "hijuelos", ramificaciones cortas o brotes, que parten hacia arriba de la corona o cepa madre a la que están adheridos por una base angosta. La longitud de estos hijuelos es variable; llegan hasta 6 a 7 cm. En el extremo superior se forman las hojas. En la cosecha se separan estos hijuelos y se dejan marchitar por 3 a 4 días. Cada hijuelo se planta individualmente en camellones separados a 80 cm y se colocan a 60 cm sobre el camellón.

Se aplican limpias, aporcas y riegos si es necesario, y si se dispone de agua.

La cosecha puede realizarse desde los 6 meses en forma escalonada. Las raíces tuberosas se forman en la parte inferior de la corona

o cepa madre y su separación no causa trastornos aparentes en la planta de arracacha.

La madurez fisiológica se manifiesta por amarillamiento del follaje. Es un cultivo que ofrece muy buenas perspectivas económicas en los países tropicales andinos (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) debido a la excelente calidad de las raíces tuberosas que produce; sin embargo, en todos esos países existe aún una serie de problemas culturales y de mejoramiento que es necesario resolver.

Problemas culturales

Tipos de suelos más adecuados y fertilización.

Laborales culturales:

densidad de plantación; aporques; herbicidas; requerimiento de agua; cosecha (mecanización).

Almacenamiento:

frigorífico: hormonas: irradiación (Cobalto 60).

Problemas de mejoramiento

Recolección de material autóctono:

Seleccionar por: rendimiento; tipo de raíz y profundidad de enraizamiento; precocidad; contenido en carbohidratos, proteína, caroteno y aceites esenciales.

Constance (1949) señala 24 especies de *Arracacia* de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, las cuales junto con el gran número de variedades locales de *Arracacia xanthorrhiza*, forman un interesante material para el mejoramiento genético de esta especie.

ENFERMEDADES

Müller (1941) menciona el hongo *Septoria apii* que ataca las hojas de las plantas de arracacha, pero sin constituir un problema grave. También los cultivos de Venezuela presentan ataque de *Cercospora* sp.

PLAGAS

Este cultivo no tiene problemas serios de plagas. En Venezuela existen determinaciones de *Papilio polyxenes* (Lepidoptera-Papilionidae); la misma plaga, de acuerdo con Evans (1952) constituye problema en las Umbelíferas cultivadas en Canadá. Higuítia (1968) señala que en la Ceja, Antioquia, la única plaga es *Ancognatha carabeoides*.

ALMACENAMIENTO

Czyhrinciw (1951) señala que la arracacha, a la temperatura ambiente, apenas logra conservarse una semana. García (1955) determina que la velocidad de respiración de arracacha es de 60.5 mg CO₂ / kg/ha, comparada con 36.9 para ñame (*Dioscorea alata*) y 28.6 para ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*).

Cuadro 91. Almidón, vitamina C, azúcares reductores y actividad catalásica en arracacha.

Determinaciones	Tiempo en semanas				Tratamiento
	1	2	3	4	
Pérdida de peso %	11.27	56.80	96.00	—	Testigo
	7.98	10.46	20.60	51.41	10 Krad
	10.16	23.33	41.61	36.51	11 Krad
Contenido de almidón % *	8.56	8.37	—	—	Testigo
	12.52	13.97	14.90	8.99	10 Krad
	12.03	13.59	10.28	12.06	11 Krad
Azúcares reductores % *	1.90	1.70	—	—	Testigo
	1.30	0.82	0.62	1.40	10 Krad
	1.54	0.93	0.58	1.41	11 Krad
Acido ascórbico % **	21.30	19.10	—	—	Testigo
	28.27	28.55	13.70	6.51	10 Krad
	28.66	17.88	9.86	11.96	11 Krad
Actividad catalásica % ***	0.14	0.30	—	—	Testigo
	0.68	0.43	0.27	0.31	10 Krad
	0.29	0.46	0.28	0.27	11 Krad

* Corregido para 100 g de material fresco.

** mg/100 g de material fresco.

*** ml de O₂ por 0.1 g de muestra en 2 minutos.

Fuente: Revetti, 1967.

Revetti (1967) aplicó los rayos gamma a la conservación de arracacha; midió almidón, azúcares reductores, vitamina C y actividad catalásica.

En el Cuadro 91 se comprueba que la irradiación gamma duplica la vida de almacenamiento de la arracacha.

ANALISIS, COMPOSICION Y UTILIZACION

Cuadro 92. Composición de raíces tuberosas de arracacha blanca (columna 1) y arracacha morada (columna 2), según Leung y Flores (1961) y de arracacha morada (columna 3), según Higitia (1968), en gramos por cien gramos de porción comestible, base húmeda.

Composición	Arracacha blanca 1	Arracacha morada 2	Arracacha morada 3
Valor energético, calorías	104	102	104
Humedad, %	73	73.4	71.9
Proteína, g	0.8	0.8	1.1
Grasa, g	0.2	0.2	0.1
Carbohidratos, g	24.9	24.4	24.9
Fibra, g	0.6	1.0	0.8
Calcio, mg	29	26	—
Fósforo, mg.	58	52	—
Hierro, mg.	1.2	0.9	—
Vitamina A. Mcg. Act.	60	0.0	—
Tiamina, mg.	0.06	0.07	—
Riboflavina, mg.	0.04	0.06	—
Niacina, mg.	3.4	2.8	—
Acido ascórbico, mg.	28.0	23.0	—

En el Cuadro 92 se comprueba una gran diferencia en contenido en Vitamina A entre la arracacha de raíces blancas con 60 microgramos activos y arracacha de raíces moradas con 0.0. El contenido en proteínas es bastante bajo (0.8-1.1%).

Las raíces reservantes son de color amarillo-crema a blanco y aun púrpura; en la madurez no pueden dejarse en el suelo, como las de yuca, pues se ponen fibrosas, duras y de mal sabor.

Las raíces se consumen por lo general hervidas, aunque también pueden asarse o freírse, o se preparan buñuelos; son de sabor delicado.

Se extrae almidón, fácilmente digestible por los niños y es muy apreciado en lavandería.

Los tallos tiernos se pueden utilizar para ensalada o bien pueden comerse hervidos. A la cosecha, la cepa madre o corona y las hojas se usan para alimento animal.

Cuadro 93. Composición de las raíces tuberosas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*).

Composición	Unidad	Raíces cocidas como alimento	Secas
Materia seca	%	28.1	100
Materia orgánica	%	27.2	96.80
Cenizas	%	0.9	3.2
Fibra	%	0.8	2.8
Grasa	%	1.2	4.2
E.L.N.	%	24.0	85.4
Proteína	%	1.2	4.3
Bov. dig.	%	-0.0	-0.1
Cabr. dig.	%	0.3	1.2
Equin. dig.	%	0.3	1.2
Ovin. dig.	%	0.3	1.2
Energía			
Bov. ED	Mcal/kg	0.87	3.09
Ovin. ED	Mcal/kg	1.06	3.76
Porc. ED	Kcal/kg	1028	3659
Bov. EM	Mcal/kg	0.71	2.54
Ovin. EM	Mcal/kg	0.87	3.09
Porc. EM	Kcal/kg	978	3482
Bov. NDT	%	19.7	70.1
Ovin. NDT	%	24.0	85.3
Porc. NDT	%	23.3	83.0
Ca	%	0.04	0.14
Fe	%	0.001	0.004
P	%	0.04	0.14
Ac. asc.	mg/kg	177.0	629.9
Niacina	mg/kg	4.6	16.4
Riboflavina	mg/kg	1.2	4.3
Tiamina	mg/kg	0.6	2.1
Vit. A. equiv.	U.I./g	9.0	12.9

Fuente: Latin American Tables of Feed Composition, 1974.

POSIBILIDADES DE EXPANSION

Existen bastantes posibilidades por la excelente calidad de las raíces reservantes y del almidón, y también por el uso que pueda darse a la cepa madre y hojas en la cosecha, ya sea directamente para los animales, o bien preparando harinas para agregarla a las raciones, en especial como fuente de carbohidratos.

Para ello sería necesario ejecutar previamente el trabajo de mejoramiento genético, seguido de métodos agronómicos adecuados. No

hay que olvidar las limitantes, pues es un cultivo de clima tropical frío (sobre 1500 m de altitud) y de corto fotoperíodo para engrosamiento de las raíces tuberosas.

Cultivada en Maracay a 450 msnm y 25°C de temperatura, latitud 4°N., la planta se desarrolla bien, pero no da ninguna producción de raíces reservantes.

BIBLIOGRAFIA

1. BARRETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural, p. 482.
2. BUKASOV, S. M. 1930. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breeding. Supp. 47. 553 p.
3. CANDOLLE, A. de. 1832. Note sur l'arracacha. Genève, Sci. Arts. p. 27-32.
4. CONSTANCE, L. 1949. The South American species of Arracacia (*Umbelliferae*) and some related general. Bulletin of the Torrey Botanical Club 76:39-52.
5. CZYHRINCIW, N.; JAFFE, W. 1951. Modificaciones químicas durante la conservación de tubérculos y raíces. Archivos Venezolanos de Nutrición. Secc. 2. 1:49-67.
6. EVANS, J. W. 1952. The injurious insects of the British Commonwealth (except the British Isles, India and Pakistán); with a section on the control of weeds by insects. London, Commonwealth Institute of Entomologist. 242 p.
7. GARCIA, J. F. 1965. Estudio de las principales propiedades físicas y químicas del apio (*Arracacha xanthorrhiza*), ñame (*Dioscorea alata*) y ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*) y sus cambios en función del tratamiento térmico previo. Tesis-Univ. Cent. Venezuela. Caracas. 52 p.
8. HIGUITIA, F. 1968. El cultivo de la arracacha en la sabana de Bogotá. Agricultura Tropical (Colombia) 24(3):139-146.
9. JUMELLE, H. 1910. Les plantes à tubercules alimentaires. Paris, Doin et Fils. 372 p.
10. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. University of Florida, Inst. Food and Agric. Scie., Center Trop. Agric., Dept. An. Sci., Gainesville. 509 p.
11. LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina. Boletín Técnico no. 6. 112 p.
12. LEUNG, W.; TSUEN y FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, 1961. 132 p.
13. MOURA, M. 1961. Cultura de batata baroa. Boletín de Agricultura (Brasil) 10(1-2): 89-92.
14. MULLER, A. S. 1941. *Septoria apii*. El reconocimiento de las enfermedades de las plantas cultivadas en Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 7(48):103.
15. OVIEDO Y VALDES, C. F. de. 1851-1855. Historia general y natural de las Indias, Islas y Tierra firme del Mar Océano. Madrid, Imprenta Real Academia de la Historia.
16. REVETTI, L. M. 1967. Gamma irradiation of *Arracacia xanthorrhiza*, a Venezuelan nutritive vegetable. Food Irradiation 8 (172):41-43.
17. SILVA, J. R. da y NORMANHA, E. S. 1963. Cultura de mandioquinhasalsa ou batatabaroa. O Agronomico (Brasil) 15(11-12):11-19.
18. ——— et al. 1966. Efeito de doses crescentes de nitrogenio, fósforo e potássio sobre a produção de raízes de mandioquinha-salsa. Bragantia (Brasil) 25:365-369.

OCA

Oxalis tuberosa – OXALIDACEAE

(Oxalis crenata)

Cuita, Cuiva, Quiba (Venezuela); Oca (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile); Macachín, Miquichi (Argentina); Huisisai, Ibias (Colombia); Okka (quechua); Apilla (aymara).

Es un cultivo importante en las tierras frías altas sobre 3 000 m de los Andes sudamericanos.

En Bolivia, Alandía (1967) indica para el año 1967 una superficie cultivada con oca de 16 000 ha, con una producción total de 63 000 t.

Según Hodge (1951), la oca tiene en ciertas áreas como Nariño (Colombia) y Puno (Perú) más importancia que la papa.

Hierba anual de tallos erguidos de 20-30 cm y hojas carnosas. Produce tubérculos comestibles que son generalmente ovoides, blancos, amarillos o rojos, de tamaño pequeño. Según Orbegoso (1960), la parte subterránea de la oca es un rizoma –tallo engrosado corto– con hojas escamiformes, la mayoría de las veces prominente y en cuyas axilas u ojos se encuentra una sola yema. Son de forma y coloración variados.

La cosecha se efectúa de seis a ocho meses.

Los tratamientos que se dan al cultivo son bastante similares que los que se dan a la papa.

Alandía (1967), en Patacamaya, Bolivia, a 3 876 m sobre el nivel del mar, ha realizado como una contribución previa a la iniciación de un programa de mejoramiento genético, el estudio de la producción de semilla sexual de oca; anota las siguientes conclusiones:

La antesis tiene una duración de 60-84 horas.

La oca es autógama, no obstante la heterostilia que caracteriza esta especie.

Se obtiene producción de semilla sexual protegiendo las plantas de influencias adversas del medio ambiente. La viabilidad de la semilla, bajo condiciones de ambiente, en su área de cultivo, se mantiene hasta un año. La obtención de plantas de semilla requiere los cuidados adecuados recomendados para los almárgos y semilleros.

Es posible efectuar con éxito curamientos varietales o autofecundaciones.

Alban *et al.* (1966) realizan en el Perú un estudio de brotación en oca. Ceballos (1941) indica para Bolivia las siguientes variedades:

Jancko apilla: oca de cáscara blanca.

Chiar apilla: oca de cáscara negra.

Huari chuchu: (pezón de vicuña) oca de cáscara roja y de forma muy alargada.

Khella suntti: (revolcada en ceniza) oca de un blanco descolorido.

Uma huaculla: (cántaro de agua) oca de color rojo, con yemas negras; alcanza gran tamaño.

Chiar achacana: (puente negro) oca de cáscara amarilla con listas negras.

Lluchu: (gorro) oca de color ligeramente rosado; cocida, bota su cáscara.

Kheni: (harinosa) oca de cáscara amarilla.

Todas estas variedades se comen cocidas y las tres que siguen heladas (tayacha) en crudo:

Huila zapallo: (zapallo rojo) oca de color rojo exteriormente y corazón de un amarillo marcado, de gusto parecido al zapallo; es muy feculenta.

Jaacko isaño: (helada blanca) oca de cáscara blanca, de gran tamaño.

Isaño: (helada) oca de cáscara amarillosa.

Rea y León (1968) informan sobre los trabajos realizados en el Banco de Germoplasma de Oca, que agrupa numerosas variedades de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

Las siguientes enfermedades han sido señaladas para este cultivo:

Nombre del patógeno	Nombre de la enfermedad	Región en que es más citado en oca.
<i>Cercospora oxaphila</i>	—	Venezuela (Müller, 1942)
<i>Colletotrichum</i> sp.	—	Venezuela (Müller, 1942)
<i>Phyllosticta</i> sp.	—	Venezuela (Müller, 1942)
<i>Puccinia oxalidis</i>	Roya	Venezuela (Chardon, 1934) Bolivia (Alandia, 1967) Perú (IICA, 1967).
<i>Uredo oxalidis</i>	Roya	Bolivia (Alandia, 1967)
<i>Urocystis</i> sp.	Musuru o carbón	Perú (IICA, 1967) Bolivia (Alandia, 1967)
<i>Phoma oxalidicola</i>	Costra	Bolivia (Alandia, 1967)
<i>Septoria</i> sp.	Necrosis foliar	Bolivia (Alandia, 1967)

En el Perú se han señalado como plagas más importantes crisomélidos barrenadores de los tubérculos, además de nematodos (*Heterodera rostochiensis*) (Wille y Bazán, 1952).

En Venezuela esta planta pasó a ser maleza en los cafetales.

Cuadro 94. Composición de tubérculos de oca (*Oxalis tuberosa*) para 100 g de porción comestible. Base húmeda.

Composición	Tubérculos base húmeda
Valor energético kcal.	63
Humedad, %	83.8
Proteína, g	1.0
Grasa, g	0.6
Carbohidratos, total, g	13.8
Fibra, g	0.8
Cenizas, g	0.8
Calcio, mg.	4.0
Fósforo, mg.	34.0
Hierro, mg.	0.8
Vitamina A. Mcg. Act.	tz.
Tiamina, mg.	0.05
Riboflavina, mg.	0.07
Niacina, mg.	0.4
Acido ascórbico, mg.	37.0

Fuente: Leung y Flores, 1961.

Terra (1966) señala 1.1-1.9% de proteína en tubérculos frescos y 1% de proteína en las hojas, las que también se consumen.

Townsend (1964) señala que la oca es más popular y rivaliza en importancia con la papa en ciertas localidades.

Cuadro 95. Análisis proximal de tubérculos de oca (*Oxalis tuberosa*).

Composición	Unidad	Tubérculos deshidratados	Secos
Materia seca	!	86.5	100
Materia orgánica	%	84.9	98.2
Cenizas	%	1.6	1.8
Fibra	%	3.1	3.6
Grasa	%	0.4	0.5
ELN	%	78.9	91.2
Proteína	%	2.5	2.9
Bov. dig.	%	-1.1	-1.3
Cabr. dig.	%	-0.1	-0.1
Equin. dig.	%	-0.1	-0.1
Ovin. dig.	%	-0.1	-0.1
Energía			
Ovin. ED	Mcal/kg	3.29	3.81
Porc. ED	Kcal/kg	3532	4083
Ovin. EM	Mcal/kg	2.70	3.12
Porc. EM	Kcal/kg	3370	3896
Ovin. NDT	%	74.7	86.4
Porc. NDT	%	80.1	92.6
Ca	%	0.06	0.07
P	%	0.05	0.06
Fe	%	0.004	0.005
Ac. asc.	mg/kg	180	208.1
Niacina	mg/kg	4.5	5.2
Riboflavina	mg/kg	1.6	2.1
Tiamina	mg/kg	0.6	0.7
Vit. A. equiv.	UI/g	12.0	13.9

Fuente: Latin American Tables of Feed Composition, Florida, 1974 .

Los tubérculos de oca son una excelente fuente de carbohidratos para alimentación animal (Cuadro 95).

Se utiliza para consumo humano en las comunidades que viven a 3 000-4 000 m de altitud: Puna de Atacama (Chile, Argentina, Bolivia); Bolivia (Potosí, La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Oruro); Perú (Ancash, Junín, Huancavélica, La Libertad, Ayacucho, Puno, Cuzco, Cajamarca); Ecuador (Carchi, Imbabura, Bolívar); Colombia (Nariño); Venezuela (Táchira, Mérida).

Las ocas dulces pueden comerse crudas o en "locros" o sopas. También se elaboran dulces. Con las ocas amargas se prepara el "chuño" (ojaya), alimento disponible en cualquier época del año. Estas ocas amargas contienen una elevada proporción de oxalato de calcio; por tal causa, deben ser curadas, exponiéndolas por varios días al sol.

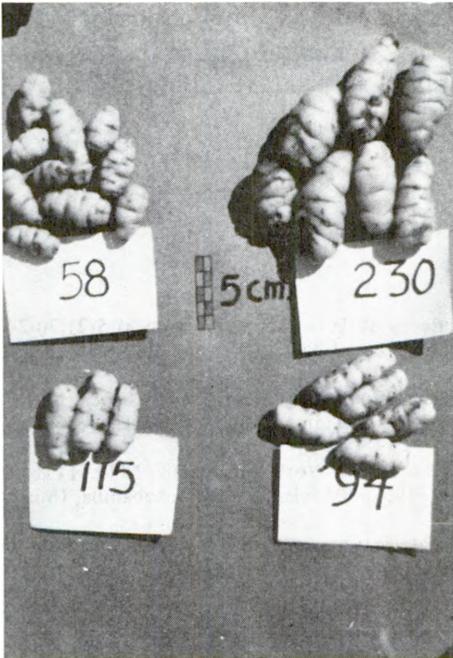


Fig. 57. Variedades de oca, *Oxalis tuberosa*. (Foto: cortesía Ing. Agr. J. Rea, Bolivia).

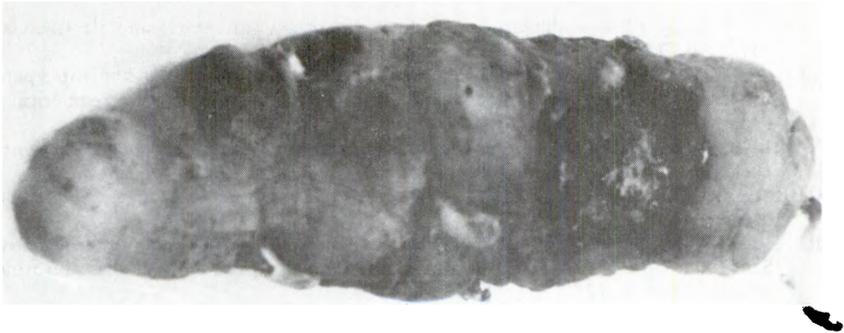


Fig. 58. Tubérculo de oca, atacado por el hongo *Urocystis* sp.

Habría posibilidades de expansión para ocas mejoradas en rendimiento en tubérculos, carbohidratos y proteínas para las poblaciones andinas, con el propósito de mejorar la calidad de su dieta.

BIBLIOGRAFIA

1. ALANDIA BORDA, S. 1967. Enfermedades de la oca. *Sayaña (Bolivia)* 5(2):20-24.
2. ————. 1967. Producción de semilla sexual de oca. *Sayaña (Bolivia)* 2(2):12-15.
3. ALBAN, E.; LEON, J.; REA, J. 1966. Brotación de tubérculos menores: oca, ulluco, mashua. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 189.
4. BAILEY, L. H. Manual of cultivated plants. New York. Macmillan, 1949. 1116 p.
5. CEBALLOS, W. 1941. Clasificación de la papa de Bolivia. 2a. ed. Cochabamba, Universidad Autónoma San Simón. p. 8-17.
6. CHARDON, C. E. y TORO, R.A. 1934. *Puccinia oxalidis*. Mycological explorations of Venezuela. Río Piedras, Puerto Rico. University. Monographs University. Ser. B. no. 2. 355 p.
7. HODGE, W. H. 1951. Three native tuber foods of the High Andes. *Economic Botany* 5:185-201.
8. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. 1967. Banco de germoplasma de tubérculos menores. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 151.
9. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. University of Florida, Inst. Food and Agric. Sci. Center Trop. Agric., Dept. An. Sci., Gainesville, 509 p.
10. LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico no. 6. 112 p.
11. LEUNG, W.; TSUEN, W.; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 132 p.
12. MULLER, A. S.; CHUPP, C. 1942. *Cercospora oxalidiphila*. Las Cercosporas de Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 8(52):52.
13. ORBEGOSO, G. 1960. Estudio de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) con especial referencia de su estructura y variabilidad. *Agronomía (Perú)* 27(1):28-38.
14. REA, J.; LEON, J. 1968. Selección de variedades superiores de tubérculos andinos. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico 1968. p. 129-130.
15. TERRA, J. A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute, 107 p. (Comm. 54e).
16. TOWNSEND, J. 1964. Unexploited crops in Bolivia. *World Crops* 16(3); 67-68.
17. WILLE, J. E.; BAZAN, 1952. La anguilula dorada (*Heterodera rostochiensis*), una plaga en el cultivo de las papas recién descubiertas en el Perú. Lima, Estación Experimental Agrícola de La Molina. Boletín No. 48. 17 p.

ULLUCO

Ullucus tuberosus – BASELLACEAE

Timbos, Mucuchi, Migurí, Tiquino, Michirui, Michurí (Venezuela); Ulluco, Olluco (Perú, Bolivia); Chigua (Colombia); Melloco, Olloco, Hubas, Chuguas, Rubas (Ecuador, Colombia); Papa lisa.

Planta herbácea, compacta, de tallos carnosos, erectos o rastreos. Los tubérculos son redondos, del tamaño de una nuez, de cáscara delgada, pulpa amarilla, feculenta y mucilaginosa. Las hojas de la planta son gruesas; las flores son pequeñas y de color amarillo.

Se produce en el trópico americano, desde medianas a grandes altitudes (1 500-4 000 m), bajo condiciones ecológicas muy diversas. Es muy resistente a las heladas. El ulluco reemplaza a la papa donde el exceso de humedad ambiental, de los altiplanos o valles interandinos, hace problemático su cultivo (Bois, 1927; Cárdenas, 1969). Sus rendimientos son superiores a la papa (Townsend, 1964).

Gandarillas y Luizaga (1967) estudian el contenido cromosomal en 11 cultivares de ulluco provenientes de Bolivia y Perú; encuentran en todas las muestras $2x = 24$.

Estudios anteriores de Cárdenas y Hawkes (1948), asignan a esta especie $2x = 24$ y $3x = 36$ cromosomas.

Schnee (1960) señala que esta especie es muy variable, sobre todo en el tamaño y color de los tubérculos.

Ceballos (1941) enumera para Bolivia las siguientes variedades:

Janco ulluco, de cáscara blanca y pulpa amarilla.

Quellu ulluco, de cáscara y pulpa amarilla.

Laram ulluco, de cáscara morada y pulpa amarilla.

Huila ulluco, de cáscara roja y pulpa amarilla.

Chitequet ulluco, de cáscara amarilla con pintas rojas y pulpa amarilla.

Se realizó un estudio sobre tuberización (Rodríguez *et al.*, 1966), en el Mantaro (Perú) a 3 300 m de altitud, con el clon Tarmefiño; reveló que este proceso se inicia a los 110 días y obtiene el mayor número de tubérculos a los 140 días, con un promedio de 30 por planta. El peso máximo se obtuvo a los 160 días, con un equivalente a 11 ton/ha.

Un ensayo de distancias de plantación (Bentin, 1966) demostró que con “tubérculos-semillas” de 20 g las mejores distancias entre hileras fueron de 80-90 cm y de 30 cm sobre las hileras de plantación.

Benavides (1967) seleccionó y clasificó 71 clones de ulluco entre los 211 recolectados originalmente por Benavides, León y Rea (1967) en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Esta clasificación incluye los caracteres diferenciales más importantes: color y forma de los tubérculos; tipo de crecimiento vegetativo; vigor; duración del período productivo; inicio y duración de la tuberización.

El autor establece una relación definida entre el tipo de porte y el follaje laxo o compacto, entre la coloración de los tubérculos y la pigmentación de los tallos. Se encontraron también diferencias varietales en capacidad de almacenamiento y característica de brotación.

Entre los organismos causantes de enfermedades en ulluco se citan para el Perú (Bazán, 1965) *Aecidium cantensis* y *Rhizoctonia solani*.

La plaga más importante también señalada para Perú es *Preunotrypes solani* o gorgojo de los Andes.

Los tubérculos se consumen frescos y en forma de “chuño” o hidratados.

Cuadro 96. Composición de tubérculos de ulluco (*Ullucus tuberosus*) en g x 100 de porción comestible, base húmeda.

Composición	Tubérculos base húmeda
Valor energético, calorías	51
Humedad, %	86.9
Proteína, g.	1.0
Grasa, g	0.0
Carbohidratos, total, g	12.5
Fibra, g	0.6
Cenizas, g	0.6
Calcio, mg	3.0
Fósforo, mg	35.0
Hierro, mg	0.8
Vitamina A. Mcg. Act.	0.0
Tiamina, mg	0.04
Riboflavina, mg	0.02
Niacina, mg	0.3
Acido ascórbico, mg	23.0

Fuente: Laung y Flores, 1961.

En el Cuadro 96 se ve que tanto el contenido en carbohidratos como de proteína es bajo. El contenido en ácido ascórbico es alto y llega a 23 mg x 100 g. de porción comestible.

Cuadro 97. Análisis proximal de tubérculos de ulluco (*Ullucus tuberosus*).

Composición	Unidad	Tubérculos cocidos	Secos
Materia seca	%	16.2	100
Materia orgánica	%	15.5	95.7
Cenizas	%	0.7	4.3
Fibra	%	0.4	2.5
Grasa	%	0.1	0.6
ELN	%	13.3	82.1
Proteína	%	1.7	10.5
Bov. dig.	%	0.9	5.7
Cabr. dig.	%	1.1	6.9
Equin. dig.	%	1.1	6.9
Ovin. dig.	%	1.1	6.9
Energía			
Bov. ED	Mcal/kg	0.53	3.30
Ovin. ED	Mcal/kg	0.61	3.78
Porc. ED	Kcal/kg	610	3763
Bov. EM	Mcal/kg	0.44	2.70
Ovin. EM	Mcal/kg	0.50	3.10
Porc. EM	Kcal/kg	572	3533
Bov. NDT	%	12.1	74.6
Ovin. NDT	%	13.9	85.8
Ca	%	0.01	0.06
P	%	0.03	0.19
Fe	%	0.01	0.006
A. asc.	mg/kg	254	1567.9
Niacina	mg/kg	9.4	58
Riboflavina	mg/kg	0.6	3.7
Tiamina	mg/kg	0.4	2.5
Vit. A. equiv.	UI/g	16.8	103.9

Fuente: Latin American Tables of Feed Composition, Florida, 1974.

En muchas localidades andinas, como Nariño (Colombia), Carchi (Ecuador), Cuzco (Perú) y en Bolivia, el ulluco sigue en importancia a la papa.

Se utiliza cocido en lugar de papas, o bien frío en ensaladas.

POSIBILIDADES DE EXPANSION

Sigue en importancia a la papa en las regiones altas de la Cordillera de los Andes; su cultivo sobrepasa en altura —por su alta resistencia a heladas— al de todas las otras plantas tuberosas. Tiene la primera posibilidad de expansión después de la papa, debido a los rendimientos en tubérculos relativamente altos y por el contenido en proteína en el “chuño” (lingli), que puede llegar a 10.5%, y de ELN a 82.1% (Cuadro 97).

BIBLIOGRAFIA

1. BAZAN DE SEGURA, C. 1965. Enfermedades de los cultivos tropicales y subtropicales. Lima, José D. Segura. 439 p.
2. BENAVIDES, A. 1967. Variabilidad clonal en ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz.). Fitecna Latinoamericana 4(2):91-98.
3. ———; LEON, J.; REA, J. 1966. Características clonales del ulluco. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 188.
4. BENTIN, R.; REA, J. Distanciamiento en ulluco. 1966. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 189.
5. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Paris, Encyc. Biol. v. 1, 593 p.
6. CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Imp. Icthus, p. 85.
7. ———; HAWKES, J. G. 1948. Número de cromosomas de algunas plantas nativas cultivadas por los indios en los Andes. Revista de Agricultura (Bolivia) 5(4):30-32.
8. CEBALLOS, W. 1941. Clasificación de la papa de Bolivia. 2 ed. Cochabamba, Universidad Autónoma San Simón. p. 8-17.
9. GANDARILLAS SANTA CRUZ, H.; LUIZAGA, J. 1967. Número de cromosomas de la papa lisa (*Ullucus tuberosus* Caldas). Sayaña (Bolivia) 5(2):8-9.
10. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. University of Florida, Inst. Food and Agric. Sci., Center Trop. Agric., Dept. An. Sci., Gainesville. 509 p.
11. LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico No. 6. 112 p.
12. LEUNG, W; TSUEN, W; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 132 p.
13. PEREZ, E. 1947. Plantas útiles de Colombia. Bogotá, Pub. Cont. General República, 529 p.
14. REA, J.; LEON, J. 1968. Selección de variedades superiores de tubérculos andinos. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 120-130.
15. RODRIGUEZ, E.; LEON J.; REA, J. 1966. Tuberización en ulluco. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 189.
16. SCHNEE, L. 1960. Plantas comunes de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela) Alcance no. 3. 663 p.
17. TOWNSEND, J. 1964. Unexploited crops in Bolivia. World Crops 16(3): 67-68. (*Oxalis*, *Ullucus*, *Tropaeolum*).

MASHUA

Tropaeolum tuberosum – TROPAEOLACEAE

Añu, Piña-mama, Isaño, Isañu (Perú); Cubio, Navo, Navíos (Colombia); Añu, Isaño, Isañu (Bolivia y Argentina); Mashua (Perú y Bolivia).

Planta originaria de la Meseta Perú-Boliviana (Bukasov, 1930; Cárdenas, 1969). Anual, con tallos muy ramificados (Bailey, 1949; León, 1964). Se cultiva en las laderas de los cerros, a grandes altitudes; es decir con clima fresco, 12 a 14°C, pero bajo condiciones de día corto. Produce tubérculos pequeños con yemas bastante profundas (Arias 1966). No ha sido un cultivo muy importante, quizás por el olor desagradable de sus tubérculos, que no pueden comerse crudos. Es recomendable para enfermos del hígado y riñones y tiene propiedades antifrodisíacas (Townsend, 1964). Se dice que a las tropas del Inca se les repartía una ración de añu para mantenerlas “tranquilas”.

Según los datos incluidos en el Cuadro 98, la mashua es baja en carbohidratos, 11% (base húmeda), con un valor medio de proteína de 1.6% .

Se encuentra en la mayoría de los mercados de los pueblos y aldeas de los Andes, desde Pasto en Nariño (Colombia) hasta Bolivia. Se usa como alimento ocasional. Solís (1981) cita a Parodi, quien manifiesta haber encontrado relictos de mashua en el noroeste argentino (23° 30' lat. S.), a 3 500 msnm, soportando las adversidades climáticas propias de la Puna de Atacama. Considera que fitogeográficamente pueden constituir plantas arqueológicamente vivientes, hecho comprobado también por las piezas arqueológicas halladas en Jujuy, Salta y la frontera argentino-boliviana.



Fig. 59. Tubérculos de mashua. *Tropaeolum tuberosum*. (Foto: cortesía Ing. Agr. J. Rea, Bolivia).

Cuadro 98. Composición de los tubérculos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), por 100 g de porción comestible, base húmeda.

Composición	Tubérculos base húmeda
Valor energético, kcal.	52
Humedad, %	86.0
Proteína, g	1.6
Grasa, g	0.6
Carbohidratos, total, g	11.0
Fibra, g	0.8
Cenizas, g	0.8
Calcio, mg	7.0
Fósforo, mg	42.0
Hierro, mg	1.2
Vitamina A. Mcg. Act.	15.0
Tiamina, mg	0.06
Riboflavina, mg	0.08
Niacina, mg	0.6
Acido ascórbico, mg	67.0 (muy alto)

Fuente: Leung y Flores, 1961.

BIBLIOGRAFIA

1. ARIAS, P.; LEON, J. y REA, J. 1966. Determinación de clones en mashua o isaño (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 188.
2. BAILEY, L. H. 1949. Manual of cultivated plants. Rev. ed. New York. Macmillan, 1116 p.
3. BUKASOV, S. M. 1930. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding. Supplement 47. 553 p.
4. CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Imp. Icthus, p. 60-65.
5. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. 1967. Banco de germoplasma de tubérculos menores. San José, Costa Rica. Informe Técnico. p. 151.
6. LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Boletín Técnico no. 6. 112 p.
7. LEUNG, W.; TSUEN W.; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 132 p.
8. SOLIS. 1964. Tubérculos Andinos. In Botánica Económica. Quito, Politécnica Nacional.
9. TOWNSEND, J. Unexploited crops in Bolivia. World Crops 16(3): 67-68.

III
**CULTIVOS DE RAICES Y
TUBERCULOS TROPICALES
AMERICANOS DE AREA
RESTRINGIDA**

CLIMA CALIENTE

ACHIRA

Canna edulis – CANNACEAE

Nombres vulgares: Achira (Perú, Bolivia); Bandera de Uribe, Chisgua, Rijua, Capacho (Colombia); Maraca, Capacho (Venezuela); Imocoma (arawak); Achera (Argentina, Ecuador); Araruta bastarda, Birú manso, Imbiri (Brasil); Sembú (Filipinas); Tous les mois (Antillas francesas); Queensland arrowroot (Antillas inglesas y Australia); Purple arrowroot (inglés); Maraca (Antillas españolas); Sagú (Centroamérica).

Originada en América Tropical. Cultivo muy antiguo en Perú.

Descripción de la planta: Perenne, a veces alcanza de 2.5 a 3 m de alto. Rizomas de 50-60 cm de largo y 4-6 de grueso, ramificados. Hojas anchas, verde o verde violáceas. Flores rojas. Semillas negras y muy duras.

Geografía de producción: áreas tropicales bajas y medias, su

cultivo puede llegar hasta 2 500 m de altitud. Requiere una lluvia de 500 mm en el primer período de desarrollo, comportándose después como muy resistente a la sequía. Temperaturas entre 14-26°C.

Su cultivo comercial puede ocupar una amplia variedad de suelos. Se utilizan como material de propagación los rizomas o secciones de éstos, o bien semillas verdaderas.

Se puede plantar a 15 cm de profundidad en líneas con separación de 80 cm entre ellas y 50 cm sobre la línea. El cultivo puede hacerse en plano, en camellones o en montículos. Conviene efectuar todas las labores de limpia, escarda y aporque al comienzo de la estación de lluvias; en caso de retraso habrá que efectuar algunos riegos.

Se ha señalado como patógenos al cultivo *Puccinia cannae*, *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. y virus del mosaico de las hojas (Abrego et al. 1956); Chardón y Toro (1934); Müller (1941); Ocfemia et al. (1941).

Como plagas, pero sin indicar la intensidad del ataque, se citan: *Calpodus ethlius*, *Cobalus cannae* (Lepidoptera-Hesperiidae); *Caligo meninon* (Lepidoptera-Brassolidae); *Scaphytopius* sp. (Hemiptera); y *Nodonota* sp. (Coleoptera-Chrysomelidae) (Venezuela, 1967).

La cosecha de los rizomas para consumo humano puede hacerse a los 6 meses, y para la industria del almidón a los 18 meses. En América Tropical, esta planta sólo está presente en jardines con usos ornamentales; no hay cultivos de producción comercial de rizomas.

Evenson (1970) señala para Queensland, Australia, un área de cultivo de cierta importancia, donde en 1969 se cultivaron 66 hectáreas con un rendimiento medio de 25.5 t/ha. Kundu (1969) informa que en la India se hace algún cultivo.

De la harina de sus rizomas se preparan galletas y panecillos; también dulces, ya que contiene alrededor de un 4% de azúcar.

Los tallos nuevos son comestibles. A la cosecha, la parte aérea y los rizomas pueden utilizarse como alimento de ganado (Assis, 1962).

Los granos de almidón son muy grandes; se distinguen a simple vista. Se le llama almidón de "Tolomán" o "Tous les mois". Se utiliza como alimento para bebés y enfermos.

No es recomendable en lavandería, pues rompe las telas.

POSIBILIDADES DE EXPANSION

Habría que conocer su comportamiento agronómico, en especial su rendimiento en rizomas. Barrett (1930) informa sobre rendimientos de 35 t/ha. Es interesante el alto contenido en ELN, que llega a 31.3% . (Cuadro 99).

No hay experimentación al respecto.

Cuadro 99. Composición de rizomas de achira (*Canna edulis*) en g x 100 g de porción comestible. Base húmeda.

Composición	Rizoma
Valor energético kcal	130
Humedad %	66.8
Proteína g	0.9
Grasa g	0.1
ELN g	31.3
Fibra g	0.5
Cenizas g	0.9
Ca mg	15.0
P mg	63.0
Fe mg	1.4
Vit. A. mcg. act	trazas
Tiamina mg	0.03
Riboflavina mg	0.01
Niacina mg	0.4
Ac. asc. mg	7.0

Fuente: Leung y Flores, 1961.

BIBLIOGRAFIA

1. ABREGO, L.; PATIÑO, B.; WEBER, G. F. 1956. Plants diseases observed in El Salvador during summer. 1955. Plant Disease Reporter 40: 656-660.
2. ASSIS, F. de P. 1962. Efecto de la administración de raíces y tubérculos como suplemento alimenticio de invierno en la nutrición de terneros lactantes. Bol. Indus. Anim. n. s. (Brasil) 20:55-61.
3. BARRETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural, p. 475-476.
4. CHARDON, C.E. y TORO, R.A. 1934. *Puccinia cannae*. Mycological exploration of Venezuela. Puerto Rico. University. Monographs Univ., Ser. B. 2. 355 p.
5. EVENSON, J. P. 1970. Root crop production in Queensland, Australia. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
6. KUNDU, B. C. 1969. Some edible rhizomatous and tuberous crops of India. In International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, April 2-8, 1967. Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies. v. 1(1): 124-130.
7. LEUNG, W.; TSUEN, W.; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 132 p.
8. MULLER, A.S. *Puccinia cannae*. 1941. El reconocimiento de las enfermedades de las plantas cultivadas en Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 7(48):107.
9. OCFEMIA, G. O.; MACASCAP, I. S. ; YUAN, H. F. 1941. Experimental transmission of the mosaic of *Canna indica*. Philippine Agriculturist 30:357-370.
10. VENEZUELA. UNIVERSIDAD CENTRAL. INSTITUTO DE AGRONOMIA. 1967. Plagas en cultivos de raíces y tubérculos mencionados en los Archivos del Centro de Investigaciones Agronómicas. Maracay. 4 p.

GUAPO

Maranta arundinacea – MARANTACEAE

Nombres vulgares:

Guate, Guapo, Sulú, Bordoncillo, Caramaco, Yuquilla (Venezuela), Amaranta, Maranta, Pitisilén, Yuquilla (Puerto Rico), Sagú, Bribri (Costa Rica), Jua-Juá (Chocó, Colombia), Arrowroot (inglés), Aru-Aru, Araruta (Brasil), Envers Blanc, Dictame (Antillas francesas), Pfeilwurz (alemán).

Patiño (1964) indica que esta especie se dispersó desde las planicies ribereñas y parte alta del Orinoco y desde algunos sectores de la serranía venezolana. Existe un río Guapo afluente del Orinoco y una localidad denominada El Guapo, en el Estado Miranda, Venezuela. Clima caliente, altitudes desde nivel del mar a 400 m.

Herbácea, perenne, con tallos erectos y hojosos. Alcanza 1 m de altura. Hojas de 20 cm, ovalanceoladas, con pecíolos de 2 cm. Rizomas blancos, amarillos o rosados, cilíndricos de 18-15 cm de largo, escamosos, con gran cantidad de fibras bastas, que no permiten su consumo directo. Inflorescencias terminales, con pocas flores blancas.

Se da bien en suelos húmedos y bien preparados. Se propaga por hijuelos que nacen de los rizomas. La plantación se efectúa a la entrada de la estación de lluvias, a 0.80–1 m entre hileras y 0.30-0.40 m en la hilera, en suelo plano o en camellones.

Existen en la Isla de San Vicente (Antillas) diversas variedades, siendo las principales la Creole y la Banana. Los rizomas de Creole crecen hacia abajo, lo que ocasiona una producción profunda; los de Banana son cortos y superficiales y, por lo tanto, de fácil cosecha con cualquier arrancadora. Sin embargo los rendimientos de Banana son inferiores a Creole.

Entre los organismos causantes de enfermedades a este cultivo se señalan la marchitez bacteriana, *Pelicularia filamentosa*, *Rose-*

Illinia bunodes y mosaico (Briant, 1933 y 1934; Issa, 1962; Nowell, 1916; Ramakrishnan, 1948). Entre las plagas se citan: *Calpodus ethlius* (Lepidoptera-Hesperiidae) en las Antillas (Jones, s/f); *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera-Pierididae) en Venezuela (Venezuela, 1967); *Gryllotalpa hexadactyla* y *Scapteriscus vicinus* (Orthoptera-Gryllotalpidae) en San Vicente (Zwaluwenberg, 1918).

Se cultiva en San Vicente y Bermudas, en las Antillas (Schnee, 1960; Williams, 1951); Brasil (Cordeiro, 1960); Filipinas (Brown, 1951; Vibar y Montemayor, 1932), India (Kundu, 1969) y en otros lugares.

Cuadro 100. Composición de rizomas de guapo (*Maranta arundinacea*). (Uso animal).

Composición	Unidad	Base seca
Materia seca	%	100
Materia orgánica	%	92.0
Cenizas	%	8.0
Fibra	%	4.0
Grasa	%	0.7
E.L.N.	%	81.3
Proteína	%	5.2
Bovinos dig.	%	0.6
Cabr. dig.	%	2.0
Equin. dig.	%	2.0
Ovin. dig.	%	2.0
Energía		
Bovinos ED	Mcal/kg	2.81
Ovinos ED	Mcal/kg	3.58
Porc. ED	Kcal/kg	3695
Bovin. NDT	%	63.7
Ovinos NDT	%	81.3
Porc. NDT	%	83.8

Fuente: Latin American Tables Feed Composition, 1974.

Los rizomas se consumen cocidos o en rebanadas, y secos como hojuelas.

Para preparar almidón, los rizomas deben ser pelados; hay que eliminar las partes dañadas y afectadas por enfermedades e insectos. La extracción posterior sigue técnicas muy diversas, de acuerdo con la extensión de la explotación, sea ésta agroindustrial o industrial.

Antiguamente se utilizaba por los naturales de las Antillas, del Orinoco y Amazonía un preparado con el almidón, con el fin de curar las heridas provocadas por las flechas envenenadas; de ahí el nombre inglés de raíz de flecha (*arrowroot*).

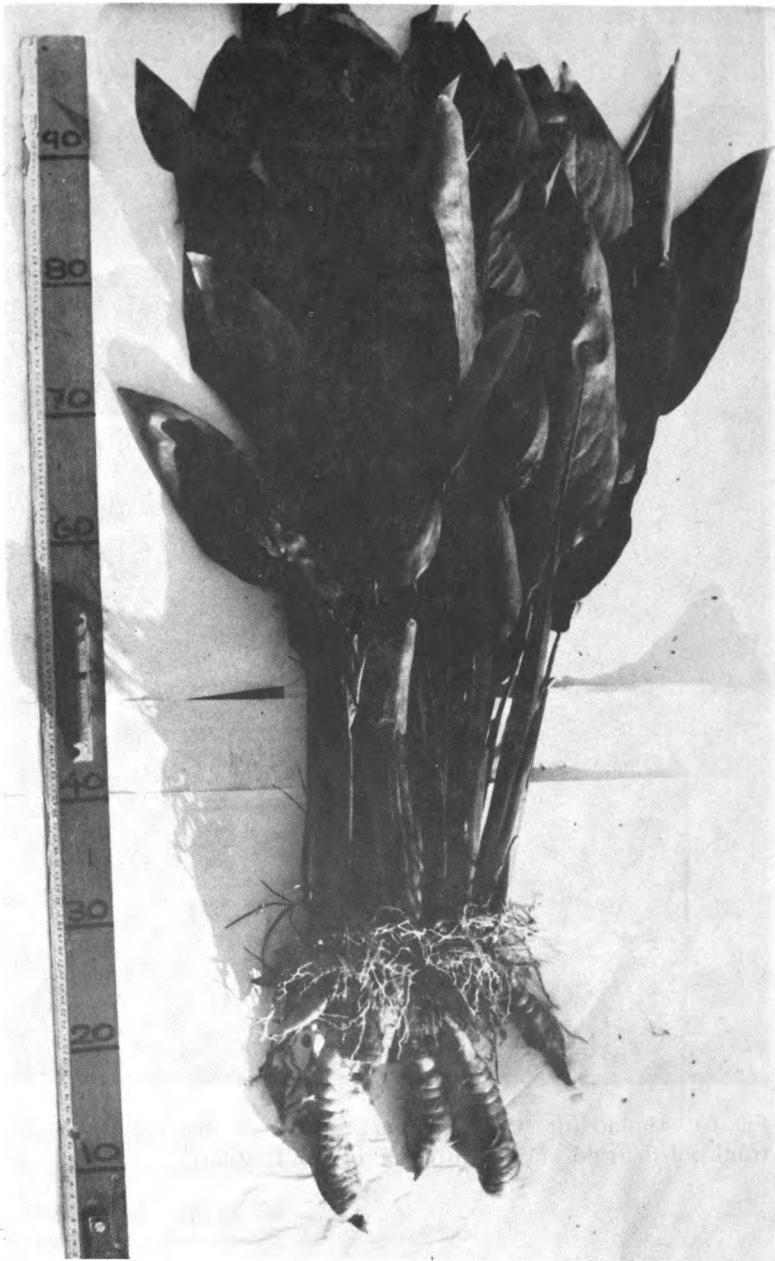


Fig. 60. Planta de guapo, *Maranta arundinacea*, a los 11 meses de ciclo. En Maracay, Venezuela.

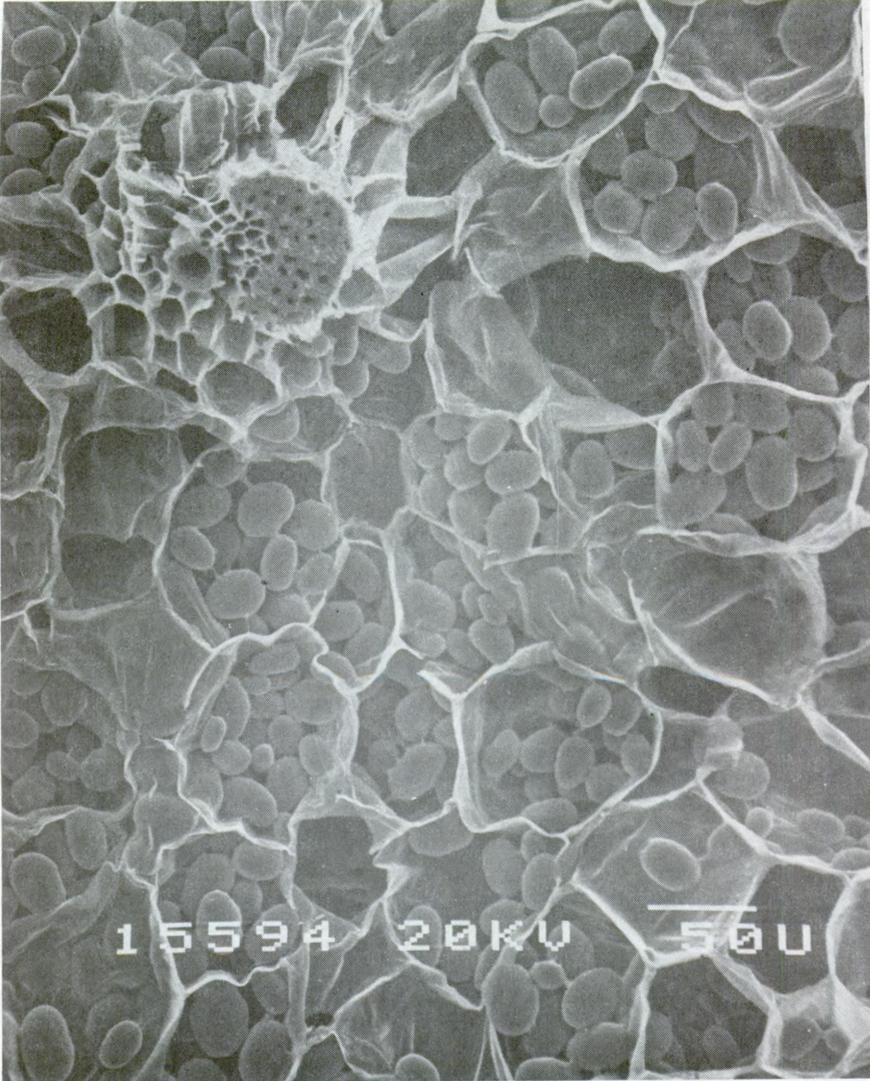


Fig. 61. Almidón de guapo *Maranta arundinacea* observado al microscopio electrónico de barrido. (Foto: cortesía Prof. J.J. Castillo).

POSIBILIDADES DE EXPANSION

La isla de San Vicente (Antillas menores) ha sido tradicionalmente el mayor productor de almidón de guapo. La máxima producción de rizomas fue en 1964, con 7 500 t. De ese total, se exportaba un 60% del almidón producido a Estados Unidos; un 16% a Gran Bretaña y el resto se consumía en el Caribe. Posteriormente, con un cambio en la política de la caña de azúcar por parte del Reino Unido, el guapo ya no pudo ser competitivo con respecto a la caña y su producción bajó considerablemente. Sin embargo, se tiene información de que últimamente, debido a la necesidad de almidones de calidad para utilizar en las cintas de computadora, el guapo ha vuelto a tener importancia.

Los productores de Saint Vincent consideran que para tener éxito con la producción de almidón de guapo es necesario contar con precios adecuados, y disponibilidad y seguridad de entregas (Martin, 1967).

En una visita a la isla de Saint Vincent en 1981, no se permitió tomar fotografías a las plantaciones de guapo (*arrow-root*) y tampoco se dio información de cultivo. Sí se lograron algunas fotografías de la fábrica de almidón.

BIBLIOGRAFIA

1. BRIANT, A. K. 1933. Maladies affecting arrowroot in St. Vincent. *Tropical Agriculture* (Trinidad) 10(7):183-188.
2. ———. 1934. Diseases affecting arrowroot in St. Vincent. *Review of Applied Mycology*. p. 13.
3. BROWN, W. H. 1951. *Maranta arundinacea*. Useful plants of the Philippines. Philippines. Dept. Agric. Nat. Res. Technical Bulletin no. 1. p. 438.
4. CORDEIRO, J. 1960. Araruta. *Coopercotia* (Brasil) 17(124):53.
5. ISSA, E. 1962. "Murcha bacteriana", nova doenca da araruta: notas e informacoes. *Biológico* (Brasil) 28(6):168-169.
6. JONES, A. J. s/f. A study of the arrowroot leaf roller (*Calpodex ethlius*, Cramer) with special reference to its parasites. Trinidad, Imp. Coll. Trop. Agric. (Mecanograf.).
7. KUNDU, B. C. 1969. Some edible rhizomatous and tuberous crops of India. In *International Symposium on Tropical Root Crops*. St. Augustine, Trinidad, April 2-8, 1967. Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies. v 1(1): 124-130.
8. LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. 1974. University of Florida. Inst. Food and Agric. Sci., Center Tropical Agric., Dept. An. Sci., Gainesville. 509 p.
9. LEUNG W.; TSUEN W.; FLORES M., 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 132 p.
10. MARTIN, C.I. 1967. The arrowroot industry in St. Vincent. Trinidad, 1st. Inst. Symp. Trop. Root Crops. V:125-139.
11. NOWELL, W. 1916. *Rosellinia* root diseases in the Lesser Antilles. *West Indian Bulletin* 16:37-71.

12. PATIÑO, V.M. 1964. Plantas cultivadas y animales domésticos de América Equinoccial. Cali, Imprenta Departamental, Tomo II. 364 p.
13. RAMAKRISHNAN, K. y RAMAKRISHNAM, T. S. 1948. Banded leaf blight (*Pellicularia filamentosa*) of arrowroot, *Maranta arundinacea*. Indian Phytopathology 1:129-136.
14. RELAND, M. 1921. Bulletin Economique de l'Indochine. p. 135.
15. SCHNEE, L. 1960. Plantas comunes de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela) Alcance no. 3, p. 321.
16. ST. VINCENT. 1893. Arrowroot. Kew Bull. Misc. Inf. 80:191-204.
17. VENEZUELA. UNIVERSIDAD CENTRAL. INSTITUTO DE AGRONOMIA. 1967. Plagas de cultivos de raíces y tubérculos mencionados en los Archivos del Centro de Investigaciones Agronómicas. Maracay. 4 p.
18. VIBAR, T. y MONTEMAYOR Z. 1932. Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) its possibilities in the Philippines. Philippine Journal of Agriculture. 3:65-68, 71.
19. WILLIAMS, R. O. 1951. The useful and ornamental plants of Trinidad and Tobago. Port of Spain, Guardian Comm. Print 355 p.
20. ZWALUWENBERG, R. H. van. 1918. The "changa" or West Indian mole cricket. Río Piedras, Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 23. 28 p.

LAIREN

Calathea allouia – MARANTACEAE (*Maranta allouia*)

Lairén, Cucurito, Agua bendita, Lerén, Topi-tambú (Venezuela); Topi-tambo (Trinidad); Larenes, Llenrenes (Puerto Rico); Topi-nambur blanc (Antillas francesas); Guinea arrowroot (Guinea).

De acuerdo con Bailey (1949), el género contiene más de 100 especies, especialmente en América Tropical y en Africa. La especie más importante desde el punto de vista agrícola es *Calathea allouia*, de origen americano, que aún se cultiva algo bajo condiciones de clima caliente y húmedo en Venezuela y en el Caribe (Barrett, 1930). Hierba perenne de 1 m y más de alto. Hojas lanceoladas, largamente pecioladas, de 40 a 60 cm de largo por 20 cm de ancho.

La planta produce raíces fibrosas, al final de las cuales se origina una formación tuberosa de origen radical. Estas raíces tuberosas son ovoides o globulares de cáscara amarilla, de hasta 5 cm. No tienen yemas. Interiormente casi no tienen fibra. Tienen muy buena conservación. El período vegetativo es de 12-15 meses; se clasifican como de muy lenta maduración (Pittier, 1926; Schnee, 1960).

El almidón de las raíces es bajo, pero éstas contienen una sustancia con los caracteres de la levulosa, que polariza la luz hacia la izquierda. La propagación del lairén sólo se hace por hijuelos o chupones de plantas adultas.

Como plagas en este cultivo, hasta ahora sólo se han mencionado *Calpodes ethlius* (Lepidoptera-Hesperiidae).

BIBLIOGRAFIA

1. BAILEY, L. H. Manual of cultivated plants. New York, Macmillan, 1949. 1116 p.
2. BARRETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural, p. 477-478.
3. PITTIER, H. 1926. Las plantas usuales de Venezuela. Caracas, Lit. El Comercio.
4. SCHNEE, L. 1960. Plantas comunes de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela) Alcance No. 3. 663 p.

1911

Pachyrrhizus erosus – LEGUMINOSAE

(*P. angulatus*, *P. bulbosus*, *Dolichus erosus*, *Cacara erosa*, *Dolichos bulbosus*).

Nupe, Nupera, Yuca de bejuco, Caraota de caballo (Venezuela); Frijol de jícamo (Salvador); Jícama (México); Sinkamás (Filipinas); Pois-cochon, Pois-manioc, Manioc-cochon (Isla Reunión); Patate-cochon (Martinica); Dolique bulbeux (francés); Cudau (Vietnam); Magnagna, Quéchoc (Nueva Caledonia); Bangkoang (Java); Yam-bean, Potato-bean (inglés); Chopsui-potato (Hawaii).

Esta especie se origina en México (Clausel, 1944), aunque su cultivo está tan expandido en Asia (Kundu, 1969), e islas vecinas (Bautista, 1967; Maclet y Barrau, 1959), que algunos autores, como Jumelle (1910) indican que es originaria de Filipinas, en sitios calurosos. Planta de tallos volubles que alcanzan 5 a 6 m, con hojas largamente pecioladas, trifoliadas. Raíces tuberosas de 25 cm de diámetro. Se propaga por semillas.

Las raíces de *P. erosus* por lo general se consumen crudas, pero además dan un almidón de buena calidad comparable al de *Ipomoea batatas*. Se parece a un frijol trepador; sus legumbres son venenosas, pero en algunos lugares se consumen en estado tierno. Las hojas son igualmente venenosas.

La cosecha de raíces tuberosas se hace a los 6-7 meses.

Schroeder (1967) indica como plagas en Nupe a *Tecla jebus* y *Ferrisia virgata* en América Central.

Kundu (1969) señala para *P. erosus* la siguiente composición: proteína 1.47% ; grasa 0.09% ; almidón 9.72% ; azúcares reducidos 2.17% ; azúcares no reducidos 3.03% ; cobre 0.43% ; hierro 1.03% y calcio 16.0 mg/100 g.

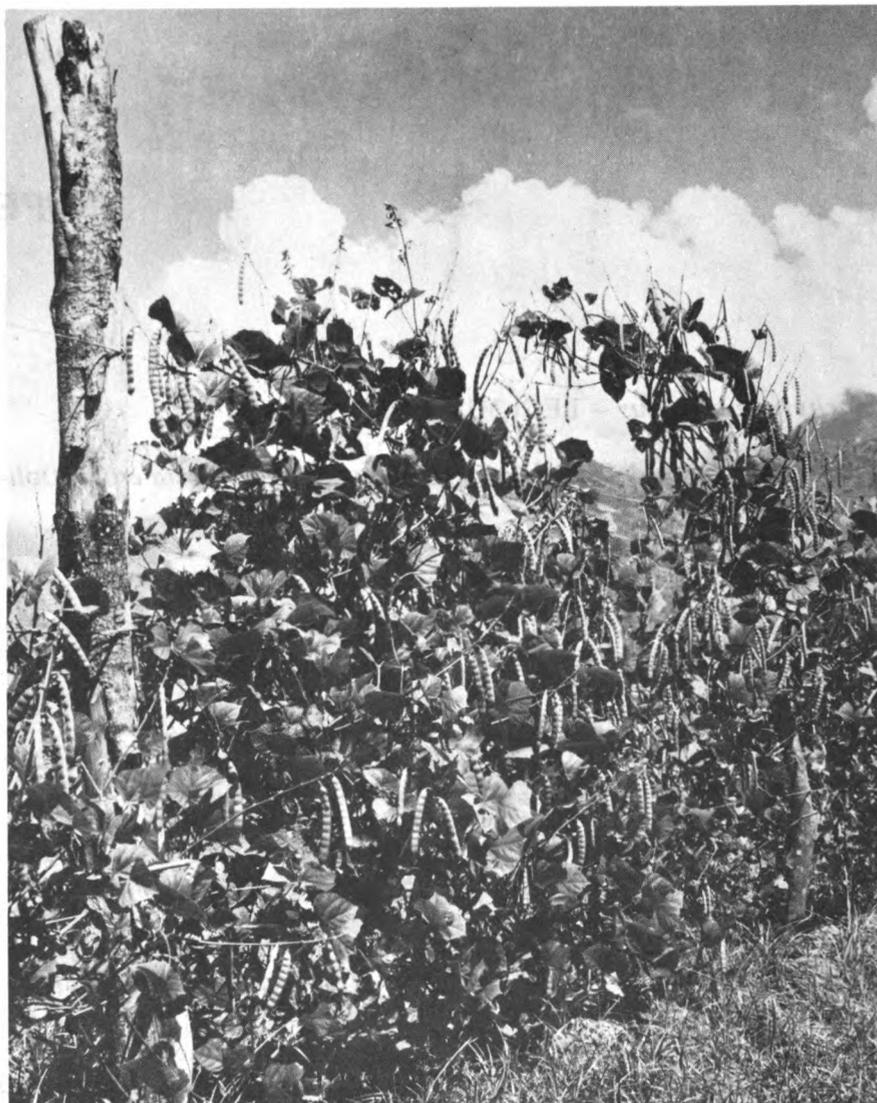


Fig. 62. Nupe, leguminosa de doble propósito, granos y raíces tuberosas. Maracay, Venezuela.

Cuadro 101. Composición de nupe (*Pachyrrhizus erosus*) para 100 g de porción comestible. Columna 1, valores para muestras de raíces de América Central, según Leung y Flores (1961). Columna 2, valores para muestras de Hawaii en raíces, según Miller y Branthoover (1957). Columnas 3 y 4, valores para muestras de raíces y legumbres, respectivamente, de Filipinas, según Manila Food and Nutritional Research Center, Food Composition Tables (1964).

Composición	América Central	Hawaii	Filipinas	
	Raíces 1	Raíces 2	Raíces 3	Legumbres 4
Valor energético, kcal.	45	41	39	45
Humedad, %	87.8	—	89.5	86.4
Proteína, g	1.2	0.8	1.1	2.6
Grasa, g	0.1	0.0	0.2	0.3
Carbohidratos, total, g	10.6	10.2	8.9	10.0
Fibra, g	0.7	—	0.5	2.9
Cenizas, g	0.3	—	0.3	0.7
Calcio, mg	18.0	8.0	14.0	121.0
Fósforo, mg	16.0	18.0	15.0	39.0
Hierro, mg	0.8	0.4	0.4	1.3
Vitamina A	tz. Mcg. act.	0.0 U.I.	tz. U.I.	575
Tiamina, mg	0.03	0.07	0.05	0.11
Riboflavina, mg	0.03	0.06	0.02	0.09
Niacina, mg	0.3	0.3	0.2	0.8
Acido ascórbico, mg	21.0	12.0	14.0	1 056.0
Porción no comestible, cáscara %	10.0	—	—	—

La información del Cuadro 101 muestra que las raíces de nupe son bajas en carbohidratos, proteína, grasa y, en general, en todos los componentes si se compara con batata, yuca, taro. De allí que se utiliza sobre todo como refresco y antifebril.

Se ha comprobado que las semillas de esta planta contienen rotenona y pueden usarse como materia prima para insecticidas (Clauzel, 1945).

POSIBILIDADES DE EXPANSION

Debido al bajo contenido en materia seca de las raíces (12%), las posibilidades de expansión parecen escasas.

Otra especie es *Pachyrrhizus tuberosus* (*Dolichos tuberosus*, *Cacara tuberosa*), llamada vulgarmente jícama. Esta planta trepadora

crece en la Amazonia, en clima caliente, y produce raíces grandes y largas (Clausel, 1944; León, 1964).

Pachyrrhizus ahipa, especie tropical de clima frío, crece en la meseta peruano-boliviana, a grandes altitudes. Es planta de tallos cortos. Se le denomina ahipa, ajípa (Perú y Bolivia) y poroto-batata (Argentina) (Cárdenas, 1969; Clausel, 1944).

BIBLIOGRAFIA

1. BAUTISTA, O. D. K.; CADIZ, T. G. 1967. Yam bean. In Knott, J. E. y Deanon, J. R. Vegetable production in Southeast Asia. Manila, Univ. Philippines, Coll. Agric., 293-300.
2. CÁRDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Imp. lethus, p. 74-78.
3. CLAUSEL, R. T. 1944. A botanical study of the yam beans (*Pachyrrhizus*). Ithaca. Cornell University. Agricultural Experiment Station. Memoir no. 264. 38 p.
4. _____ . 1945. El frijol de jícamo (*Pachyrrhizus erosus*) un nuevo insecticida. Café (El Salvador) 15:258-259.
5. JUMELLE, H. 1910. Les plantes à tubercules alimentaires. París, Enc. Scientifique, p. 318.
6. KUNDU, B. C. 1969. Some edible rhizomatous and tuberous crops of India. In International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, April 2-8, 1967. Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies. v.1(1):124-130.
7. LEÓN, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico no. 6. 112 p.
8. LEUNG, W.; TSUEN, W.; FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 132 p.
9. MACLETT, J. N.; BARRAU, J. 1959. Catalogue des plantes utiles aujourd' hui présentes en Polynésie Française. Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée 4:1-21.
10. MILLER, C. D.; BRANTHOVER, B. 1957. Nutritive value of some Hawaii foods. Hawaii. Agricultural Experiment Station. Circular no. 52. 20 p.
11. SCHROEDER, C. A. 1967. The jicama, a rootcrop from Mexico. Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science 11:65-71.

JICAMA DE CERRO

Dalambertia populifolia – EUPHORBIACEAE

Jícama de Cerro, Jícama de Barite (México).

Planta arbustiva de 2 a 2.50 m de alto, con hojas muy polimorfas de zonas tropicales (Bois, 1927).

Sus raíces tuberosas, que son esféricas u oblongas, se consumen crudas o cocidas. En esta última forma es un gran recurso para quitar la sed.

Según Urbina (1906) las raíces contienen 5% de almidón.

BIBLIOGRAFIA

1. BAILLON, M. H. 1958. *Dalambertia populifolia*. Etude générale du groupe des Euphorbiacées. Paris, Masson, p. 545-546. Descripción original del género *Dalambertia*.
2. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Paris. Evenc. Biol. v. 1. p. 446.447.
3. URBINA. 1906. Las raíces comestibles entre los antiguos mexicanos. Anales del Museo Nacional de México. p. 183.

CIPOY

Jacaratia hassleriana – CARICACEAE

Cipoy (Paraguay, Bolivia).

Planta xerófita pequeña, crece en el Chaco Paraguayo-Boliviano y produce grandes raíces tuberosas de 60-80 cm de largo y 15-30 cm de diámetro (Cárdenas, 1941).

Según Cárdenas (1969) los nativos usan estas raíces como recurso de agua, ya sea machacadas o cortadas.

BIBLIOGRAFIA

1. CANDOLLE, D. de. 1864. Prodomus 15(1):419.
2. CARDENAS, M. 1941. Vegetales curiosos de Bolivia. In Contribuciones a la flora económica de Bolivia. Cochabamba, Imp. Universitaria.
3. _____ . 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba. Imp. Ictus, p. 81.

CLIMA FRIO

TOTORA

Scirpus riparium – CYPERACEAE

Totora (Bolivia, Perú e Isla de Pascua, Polinesia).

Planta americana, acuática, de hojas largas y aplanadas, que crece en el Lago Titicaca y otros del Altiplano Perú-Boliviano (Cárdenas, 1969; Parodi, 1935). La parte tierna basal de los tallos se consume como alimento, especialmente en las plantas recién sacadas del agua. Sus hojas sirven para hacer balsas y esteras.

Según Cárdenas (1969) los nombres aymaras de la parte comestible de la totora son: “kauri”, “saka” y “chullu”.

Esta planta fue transportada en épocas precolombinas a la Isla de Pascua, en Polinesia, según Heyerdahl (1963), de acuerdo con una verificación de su presencia en tumbas del Período Medio excavadas por Smith en Ahu Tepeu.

La totora es de primera importancia en la economía de la Isla de Pascua; sus plantaciones son como los cultivos de plátanos, caña de azúcar y camote.

Skottsberg (1956) manifiesta sobre esta planta, aislada a 2 000 millas de su origen: “Un transporte directo de sus semillas a través del océano, sin la ayuda del hombre, es difícil de imaginar, y no tiene objeto especular sobre conexiones de tierra”.

BIBLIOGRAFIA

1. CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Imp. Icthus, p. 81-82.
2. HEYERDAHL, T. 1963. Prehistoric voyages as agencies for Melanesian and South American plant and animal dispersal to Polinesia. Honolulu, B. P. Bishop Museum. p. 21-35.
3. PARODI, L. R. 1935. Relaciones de la agricultura prehispánica con la agricultura argentina actual. Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (Argentina) 1:115-167.
4. SKOTTSBERG, C. 1956. Derivation of the flora and fauna of Juan Fernández and Eastern Island. In The natural history of Juan Fernández and Easter Island. Uppsala, v 1. p. 193-438.

MAUKA

Mirabilis expansa – NYCTAGINACEAE

Mauka (Bolivia); Miso (Ecuador).

Planta baja, compacta, que se encuentra en regiones altas y frías de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1969; Rea, 1968). Alcanza hasta 1 m de altura. Posee tallos y raíces engrosados que se consumen como alimento. Bajo tierra, los tallos reservantes son de color salmón y llegan hasta 5 cm de ancho por 50 cm de largo.

Se multiplica por brotes basales, hijuelos y semillas (Rea, 1965).

La información que hay sobre este cultivo es muy escasa; se reduce a la descripción de Ruiz y Pavón (1794), a los recientes trabajos de Rea (1965, 1966, 1968) y al informe de Cárdenas (1969).

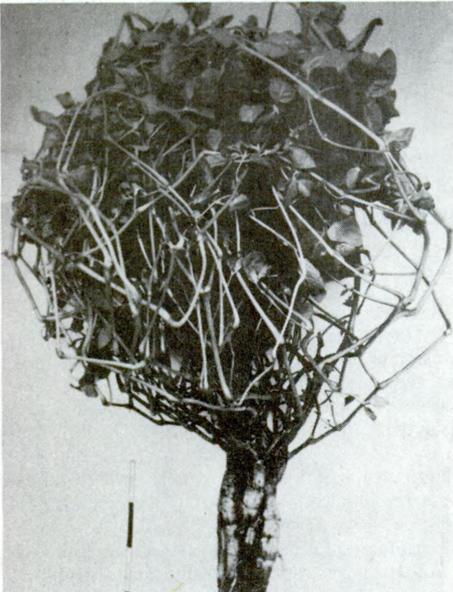


Fig. 63. Mauka, *Mirabilis expansa*.
(Foto: cortesía J. Rea, Bolivia).

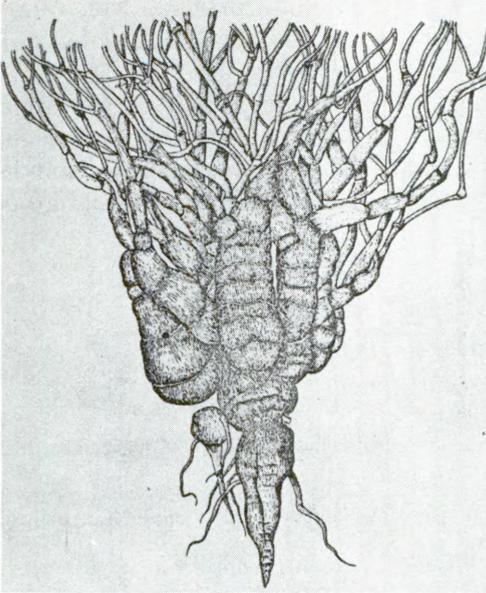


Fig. 64. Raíces tuberosas y tallos comestibles de mauka, *Mirabilis expansa*. (Foto: cortesía J. Rea).

Rea (1968) da cuenta de ejemplares de mauka cultivados en San Mateo (Perú) a 3 200 m de altitud, que rindieron a los 2 años 40 t/ha de tallos subterráneos engrosados y raíces tuberosas comestibles.

Cuadro 102. Análisis del valor nutritivo del follaje (tallos aéreos y hojas) para fines forrajeros, y de los tallos subterráneos engrosados y raíces tuberosas para fines alimenticios humanos de mauka (*Mirabilis expansa*), realizados por la Estación Experimental La Molina, Lima. Los valores están indicados para 100 g. de porción aprovechable.

Composición	Follaje		Parte subterránea	
	Base seca	Base húmeda	Base seca	Base húmeda
Húmedad %	—	75.00	—	65.00
Proteína, g	17.22	4.30	6.85	2.38
Grasa, g	5.04	1.26	0.72	0.25
Carbohidratos total, g	43.33	10.84	86.98	30.47
Fibra, g	20.84	5.21	1.25	0.43
Cenizas, g	13.57	3.39	4.20	1.47
Calcio, mg	2760	680	—	—
Fósforo, mg	590	150	—	—

De acuerdo con Rea (1968), el contenido proteico hace que la mauka sea superior a los tubérculos y raíces cultivados alrededor de los 2 500 m de altitud.

Rea (1967) da cuenta de una planta alimenticia de los Andes Ecuatorianos, llamada vulgarmente “viso”, encontrada en Cotacachi, Provincia de Imbabura, a 3 000 m de altitud, de la cual se utilizan las raíces en la alimentación. Perteneció al género *Mirabilis*. El hábito de crecimiento es muy parecido al de la “mauka” de Bolivia.

BIBLIOGRAFIA

1. CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Imp. Icthus, p. 85.
2. REA, J. 1966. Una planta poco conocida en Bolivia. La mauka (*Mirabilis expansa* R. & P). San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 190.
3. ————. 1967. El viso. (*Mirabilis* sp.), una planta alimenticia de los Andes ecuatorianos. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico. p. 153.
4. ————. 1968. Valor alimenticio de la mauka (*Mirabilis expansa*). San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Informe Técnico, p. 131-132.
5. ———— ; LEON, J. 1965. La mauka (*Mirabilis expansa* Ruiz et Pavon) un aporte de la agricultura andina prehispánica de Bolivia. Anales Científicos (Perú) 3(1):38-41.
6. RUIZ, H.; PAVON, J. 1794. *Mirabilis expansa*. Flora peruviana et Chilensis. Madrid, Imp. de Sancha.

MACA

Lepidium meyenii – CRUCIFERAE

Planta arrosetada que crece en suelos pedregosos a grandes altitudes (4 000 m), en regiones frías de la Cordillera de los Andes, Perú y Bolivia (Weberbauer, 1945).

Se reproduce por siembra de semillas verdaderas (León, 1964).

Produce una raíz gruesa y carnosa que se cosecha a los 8-10 meses; tiene gusto dulce y se consume, ya sea fresca o seca (Bois, 1927).

De acuerdo con Rea* y Pulgar (1960), las raíces de esta planta tienen propiedades de fertilidad, ya que se dan a los animales estériles con resultados positivos.

BIBLIOGRAFIA

1. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Paris, Encyc. Biol., v. 1, 505 p.
2. LEON, J. The maca (*Lepidium meyenii*), a little known food plant of Peru. Economic Botany 18:122-127.
3. PULGAR VIDAL, J. 1960. La maca (*Lepidium* sp.) poderoso fecundante vegetal. La Voz de Huancayo, Abril 24, 1960:10.
4. WEBERBAUER, A. 1945. El mundo vegetal de los Andes peruanos; estudio fitogeográfico. Lima, Estación Experimental Agrícola de La Molina. 776 p.

* Rea, J. Observaciones en sitios de colección en Bolivia. 1969. (Comunicación personal).

ACHACANA

Neowerdermannia vorwerckii – CACTACEAE

Achacana (Bolivia, Argentina y Chile).

Planta baja que crece en la Puna de Atacama desde Viacha, Bolivia; extremo norte de Chile y noroeste argentino, a una altura de 3 800 m sobre el nivel del mar. Cárdenas (1969) informa que la ha recolectado en Oruro, Viacha, Potosí y alturas de Quechisla, en Bolivia.

Posee raíces gruesas almidonosas de 7-15 cm de largo y 5-7 cm de diámetro. Se come cocida como la papa. Según Cárdenas, su sabor es agradable como la papa de la variedad runa.

BIBLIOGRAFIA

CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Imp. Ictus, p. 80-81.

ARICUMA

Polymnia sonchifolia – COMPOSITAE

(*Polymnia edulis*)

Jícama o Chícama (Ecuador); Jíquima, Jiquimilla (Venezuela y Colombia); Arboloco (Colombia); Llacón, Yacón (Perú, Bolivia, Argentina); Aricama, Aricama (Perú y Bolivia).

Planta de origen americano (Bukasov, 1930). Se cultiva en Perú y en Bolivia a grandes altitudes, en regiones de temperatura fresca (Cárdenas, 1948).

Perenne por su parte subterránea del tronco, los tallos aéreos son anuales. Produce varias raíces tuberosas que pesan entre 100 y 500 gm; se consumen crudas y son de sabor dulce. La planta se usa también como forraje.

Las raíces contienen 0.3 a 2.2% de proteína y 20% de azúcar.

BIBLIOGRAFIA

1. BUKASOV, S. M. 1930. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, Supplement 47. 553 p.
2. CARDENAS, M. 1948. Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia. Folia Universitaria (Bolivia) 2(2):36-51.
3. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, p. 226. (Serie: Textos y Materiales de Enseñanza No. 18).

IV
OTROS CULTIVOS DE RAICES
Y TUBERCULOS TROPICALES
DE AREA RESTRINGIDA

PIT'SI

Eleocharis esculentus – CYPERACEAE

Water Chesnut (Filipinas); Pi't'si (China); Chataigne d'eau (francés); Kohekohe, Pipi-wai (Hawaii).

Planta herbácea, acuática, con tallos erectos que alcanzan de 0.30-1-20 m, vivaz (Blasdale, 1899; Bois, 1927; Bretschneider, 1880). Produce una cepa redondeada, en la base de la cual se generan varios estolones que terminan en un cormo de 2.5 cm de diámetro. La inflorescencia, de acuerdo con Ezumah (1970), es una cabezuela y produce cerca de 50 flores; cada una mide 2-5 cm.

Se cultiva como el arroz en China, Japón, Indochina, India, Filipinas, Hawaii y otras islas del Pacífico. (Ezumah, 1970; Hodge y Bisset, 1955; Mendoza, 1962; Yu King Key, 1960). Variedades pequeñas de "pi't'si" crecen como malezas en los arrozales.

El contenido en proteína de los cormos, de acuerdo con Terra (1966) es de 1.4-2.6% .

BIBLIOGRAFIA

1. BLASDALE W. C. A description of some Chinese vegetable food U.S. Department of Agriculture. Bulletin no. 68. 1899 p. 15.
2. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Pris. Eneye. Biol., v.1. p. 535-537.
3. BRETSCHNEIDER, E. V. Early European researches into the flora of China. Journal N. China Branch Royal Asiatic Society 15:1-182. 1880.
4. EZUMAH, H. 1970. Miscellaneous tuberous crops of Hawaii. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
5. HODGE, W.H.; BISSET, D.A. 1955. The Chinese water chesnut. U.S. Department of Agriculture. Circular no. 956. 16 p.
6. MENDOZA, A. M. R. 1962. There's money in water chestnut. Coffee and cacao Journal (Philippines) 5(10):246.
7. TERRA, J. A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute, 107 p. (Comm 54e).
8. YU KING KEY. 1960. A trial culture in the Chinese water chestnut (*Eleocharis dulcis*) at the Araneta University experimental ground. Aranela Jour. Agric. (Malabon) 7(2):116-128.

ALOCASIA

Alocasia sp. – ARACEAE

Existen varias especies de *Alocasia* en el Sudeste Asiático y en las islas del Pacífico (Barrau, 1957; Bois, 1927; Brown, 1951; Gagnepain, 1942; Heyne, 1928; Plucknett, 1970).

Sastrapradja (1970) indica 5 especies para Java que son: *A. macrorrhiza*, *A. indica*, *A. heterophylla*, *A. longiloba* y *A. bantamensis*. Las dos primeras se cultivan por sus cormos y tallos comestibles.

Kundu (1969) señala para Asia, como la principal especie cultivada, a *A. macrorrhiza*; explica que las especies *A. indica*, *A. cucullata* y *A. fornicata* también se utilizan en algunas regiones para la alimentación.

APE

Alocasia macrorrhiza – ARACEAE

(*Arum macrorrhizum*, *Caladium costatum*)

Ray trang (Vietnam); Birah (Malasia); Biga (Filipinas); Kape, Ape (Tahití); Boromankachu (India); Bira, Kei, Wire (Indonesia).

Planta herbácea gigante que tiene 5 y más metros de alto, con hojas enteras, sagitadas a 1 m de largo con nervadura intramarginal poco aparente y lóbulos inferiores obtusos. Las láminas de las hojas en todas las especies de *Alocasia* forman una línea recta continua con el eje principal del pecíolo (Plucknett, 1970).

Produce un cormo grueso sobre la tierra de 0.5 a 1 m de largo, que puede pesar hasta 20 kg y sólo se consume en períodos de hambrunas y después de una prolongada cocción debido al alto contenido de oxalato de calcio.

Los cormos pequeños sirven de material de propagación.

Terra (1966) indica un contenido de proteína de 0.6% en los cormos.

Quisumbing (1914), para cormos frescos de dos años, da 2.75% de almidón y en cormos secos 18.80% .

KHOAI MON

Alocasia indica – ARACEAE

(*Alocasia plumbea*)

Khoai mon (Vietnam); Mankanda (India); Larged leaved caladium (inglés).

Planta herbácea de hasta 2 m de altura, con hojas de 60, 120 cm de largo, muy parecida a la anterior. Frecuente en Indostán, Birmania y Assam.

Los cormos son de gusto muy acre por su contenido de oxalato de calcio y sólo se pueden consumir después de un largo lavado y una prolongada cocción. Produce una excelente harina.

BIBLIOGRAFIA

1. BARRAU, J. 1957. Les aracées á tubercules alimentaires des Iles du Pacifique Sud. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée* 4:34-52.
2. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Paris, *Encyc. Biol.*, v. 1, p. 527.
3. BROWN, W. H. 1951. Useful plants of the Philippines. Manila, Dept. Agric Nat. Res., v. 1.
4. GAGNEPAIN, F. 1942. Aracées. *Flora générale de l'Indochine*. Paris, v. 6, fase 9.
5. HEYNE, K. 1928. *De Nuttige Blanten van Nederlandsch Indie*. Batavia. 617 p.
6. KELENY, C. P. 1962. The origin and introduction of the basic food crops of the New Guinea people. *New Guinea Agric. Journal* 15 (1-2). 7-13.
7. KUNDU, B. C. 1969. Some edible rhizomatous and tuberous crops of India. In *International Symposium on Tropical Root Crops*. St. Augustine, Trinidad, April 2-8, 1967. *Proceedings*. St. Augustine, Trinidad. University of the West Indies. v. 1(1): 124-130.

8. PLUCKNETT, D. I. 1970. *Colocasia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma* and *Amorphophallus*. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
9. QUISUMBING, F. A. 1914. The cultivated root-producing aroids. *Philippine Agriculturist* 3:85-98.
10. SASTRAPRADJA, S. Inventory, evaluation and maintenance of genetic stocks. H. Root crops. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
11. TERRA, J. A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute. 107 p. (Comm. 54e).

Amorphophallus campanulatus – ARACEAE

(Dracontium polyphyllum)

Tevé (Tahití); Koe, Pwe'a (Nueva Caledonia); Daga (Fiji, Samoa); Kanda goda, Suran, Zamin-kand (India); Soforo (Mali); Oroy (Filipinas); Kidaran; Elephant foot (inglés); Suweg (Java); Kideran (Ceylan).

Planta herbácea de gran talla, con hojas peltadas, divididas. Cultivada en India, Indochina, Java, Oeste Africano y Polinesia, en lugares húmedos y calurosos (Barrau, 1957; Bois, 1927; Brown, 1951; Henry, 1893; Maclet y Barrau, 1959).

Actualmente no es muy importante; algunas veces sólo se utiliza en la alimentación humana en los períodos de escasez o hambruna. La propagación se hace por pequeños cormos. La duración del cultivo es de 1-3 años o más (Pailleux y Bois, 1884). Los cormos comestibles pueden pesar de 3-20 kg y son de aspecto redondo y aplanados. Necesitan una larga cocción para hacerlos perder el oxalato de calcio. Después se preparan con azúcar y agua de coco (Sastrapradja, 1970).

Esta planta contiene una sustancia feculosa de color naranja.

Aparte de los cormos, se consumen los pecíolos y la yema de las hojas nuevas.

Según Terra (1966), esta especie contiene de 1-3% de proteína en los cormos.

Cuadro 103. Composición de los cormos de tevé (*Amorphophallus companulatus*) según diversos autores, por 100 g de porción comestible (base húmeda).

Composición	Cormos Wester (1925)	Cormos Hermano (1934)
Valor energético kcal	57.40	100.00
humedad, %	77.83	74.81
Proteína, g	1.40	5.10
Grasa g	0.13	0.38
Carbohidratos, total, g	4.5-12.0	18.37
Fibra, g	—	0.61
Cenizas, g	1.34	0.73

Busson (1965) indica que en el Oeste Africano existe una docena de especies de *Amorphophallus*, vivaces por la producción de cormos. Entre las especies más importantes menciona a *Amorphophallus leonensis* (*Arum aphyllum*) y *Amorphophallus dracontioides*.

Cuadro 104. Composición de cormos de *Amorphophallus leonensis* según Busson (1965) para Africa Occidental, base seca, en g x 100 g de porción comestible.

Composición	Cormos base seca
Proteína, g	8.4
Grasa, g	1.4
Carbohidratos, g	79.4
Celulosa, g	4.9
Insoluble fórmico, g	18.0
Cenizas, g	5.9
Calcio, mg	530
Fósforo, mg	380

Otra especie de Japón e Indochina es *Amorphophallus rivieri*, (Konnyaku, Khoai na). Es planta perenne que no requiere de calor constante. La plena iluminación como la sequía le son perjudiciales. Produce en el primer año un cormo central que da nacimiento a varios cormos laterales. Los cormos frescos contienen 90% de agua y 6.7 % de almidón.



Fig. 65. *Tevé*, *Amorphophallus campanulatus*. Nueva Guinea. (Foto: cortesía J. Evenson).

Terra (1966) da 1% de proteína para los cormos de la variedad Konjac. Poseen un elevado contenido en oxalatos de calcio. Los chinos lo utilizan como alimento después de una larga cocción. En Japón se prepara una harina que se llama "kopako".

En Java, de acuerdo con Sastrapradja (1970), aparte de *Amorphophallus campanulatus*, que es cultivada, se encuentra en forma espontánea *Amorphophallus variabilis*, que fue un importante recurso alimenticio durante la ocupación japonesa en la Segunda Guerra Mundial.

BIBLIOGRAFIA

1. BARRAU, J. 1957. Les aracées à tubercules alimentaires des Iles du Pacific Sud. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée* 4:34-52.
2. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Paris, *Encyc. Biol.*, v. 1, p. 527-528.
3. BROWN, W. H. Useful plants of the Philippines. Manila, Dept. Agric. Nat. Res., 1951. v. 1, pp. 344-348.
4. BUSSON, F. Plantas alimentaires de l'Ouest Africain. Marseille, Leconte, 1965. pp. 516-517.
5. CHEVALIER, A. 1931. Les Amorphophallus et leur usages. *Revue Internationale d'Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale* 11:809-816.
6. HENRY, A. H. 1893. Notes on the economic botany of China. Shanghai, p. 35.
7. HERMANO, A. J. 1934. Food values. Manila. Bur. Sc. Pop. Bulletin no. 16. 1934. 14 p.
8. MACLET, J. N. y BARRAU, J. 1959. Catalogue des plantes utiles aujourd' hui présentes en Polynésie Française. *Journal d' Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée* 4:1-21. 1959.
9. PAILLEUX, A. y BOIS, D. 1884-1885. Le potager d'un curieux. *Bull. Soc. d'Acclimatation*.
10. PLUCKNETT, D. L. 1970. *Colocasia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma* and *Amorphophallus*. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, 1970. v. 1:127-135.
11. SASTRAPADJA, S. 1970. Inventory, evaluation and maintenance of genetics stocks. II. Root crops. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, 6 p.
12. TERRA, J. A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute. 107 p. (Comm. 54e).
13. TEUIRA, H. 1951. Tahiti aux temps anciens. (*Amorphophallus campanulatus*). Paris. Soc. Océanistes. Pub. no. 1. 1951.
14. WESTER, P. J. 1925. The food plant of the Philippines. Manila. Bur. Agric. Bulletin no. 39. 218 p.

MAOTA

Cyrtosperma chamissonis – ARACEAE

(*Cyrtosperma merkusii*, *Cyrtosperma edule*, *Arisacontis chamissonis*, *Apeveoa esculenta*).

Maota (Tahití); Ape-Veo (Isle Sous-le Vent); Kakake (Islas Salomón); Via Kana (Islas Fiji); Iaraj (Islas Marshall); Baba (Islas Carolinas); Pula (Isla Samoa); Ta'ó Kape Taa Taa (Islas Marquesas); Palauan (Filipinas).

Planta cultivada en épocas preeuropeas en el Pacífico (Barrau, 1957; Brown, 1951; Maclet y Barrau, 1959; Merrill, 1914; Moore, 1933, Nadeaud, 1864.

De porte alto, 4 metros y más; una de las mayores dentro de las aráceas. Hojas grandes enteras, sagitadas y lóbulos inferiores agudos. El cormo, de lento desarrollo, 2-4 años, es grueso y cilíndrico y tiene 1-1.20 m fuera de la superficie de la tierra y otro tanto bajo de ella. Puede cosecharse aún a los 10-14 años. Prefiere los suelos pantanosos en climas calientes. Se multiplica por hijuelos o secciones de cormos o cormelos. Contiene oxalato de calcio.

El contenido en proteína en los cormos, de acuerdo con Terra (1966) es de 0.7-1.4% .

Cuadro 105. Composición de los cormos de *Cyrtosperma chamissonis* en 100 g de porción comestible (base húmeda), según Hermano (1934).

Composición	Cormos base húmeda
Valor energético, kcal	143
Humedad, %	62.61
Proteína, g	0.81
Grasa, g	0.09
Carbohidratos, total, g	33.87
Fibra, g	1.57
Cenizas, g	1.05

BIBLIOGRAFIA

1. BARRAU, J. 1957. Les aracées à tubercules alimentaires des Iles du Pacifique Sud. Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée 4:34-52.
2. BROWN, W. H. 1951. Useful plants of the Philippines. Manila, Dept. Agric. Nat. Res. v. 1, 590 p.
3. HERMANO, A. J. 1934. Food values. Manila. Bur. Sc. Pop. Bulletin no. 16. 14 p.
4. MACLET, J. N. y BARRAU, J. 1959. Catalogue des plantes utiles aujourd' hui présentes en Polynésie Française. Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée 4:1-21.
5. MERRIL, E. D. 1914. An enumeration of the plants of Guam. Philippine Journal of Science 9:17-155.
6. MOORE, J. W. 1933. New and critical plants from Ra'atea. Honolulu, B. P. Bishop Museum. Bulletin no. 102.
7. NADEAUD, J. 1864. Plantes usuelles des Tahitiens. Montpellier. p. 1-52.
8. TERRA, J. A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute. 107 p. (Comm. 54e).

Cordyline terminalis – LILIACEAE

(*Cordyline fruticosa*. *Cordyline tomentosa*).

Ti, Auti, Karo Karo (Polinesia).

Arbusto de 1 a 3 m de alto; de tallo simple o ramificado. Crece silvestre o se cultiva cerca de las casas en Himalaya, China, Indias Orientales y en algunas Islas de Polinesia, por sus rizomas tuberosos que contienen almidón y levulosa. Las hojas nuevas se utilizan como forraje y las maduras para fibra (Barret, 1930; Bois, 1927).

Se propaga fácilmente mediante estacas.

Antiguamente, en tiempos de hambruna, las partes subterráneas se cocinaban en hornos hechos bajo tierra; después se mascaban como caña de azúcar. Luego de la llegada de los europeos al Pacífico, los aborígenes (Hawaii) aprendieron a destilar un licor “okolehao” de los rizomas cocidos y molidos, actualmente en venta en el comercio de Honolulu (Buck, 1964; Müller, 1881; Petard, 1946).

El tallo rizomatoso de “ti” puede llegar a pesar 130 kg por planta.

Ezumah (1970) informa que en la isla de Kauai (Hawaii) la empresa azucarera Grove tiene una plantación de “ti” para la extracción de levulosa.



Fig. 66. Raíces de *Cordyline terminalis* en las tierras altas (1 700 msnm) de Nueva Guinea. (Foto: cortesía Evenson).

BIBLIOGRAFIA

1. BARRET, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural, 525 p.
2. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les ages. París; Encyc. Biol., v. 1, p. 494.
3. BUCK, P. H. Ti. 1964. In Arts and crafts of Hawaii. Food. Honolulu, B. P. Bishop Museum. Sp. Pub. 45. 1964. p. 11.
4. EZUMAH, H. 1970. Miscellaneous tuberous crops of Hawaii.
5. MUELLER, F. von. 1881. Select extra tropical plants. Sydney. p. 90.
6. PETARD, P. 1946. *Cordyline terminalis*, ethnobotanique et médecine polynésienne. Jour. Soc. Océanistes 2(2).

Tacca leontopetaloides – TACCACEAE*(Tacca pinnatifida, Tacca involucrata)*

Bolgogho, Louré (Alto Volta); Diva (India); Pia Tahití, Pia (Tahití, Tuamotu); Kébitso (Madagascar); Bouré (Sudán); Pembarogue iba (Gabón); Wanga (Africa Oriental); Arrow-root de Tahití (Polinesia); Haclan (Nueva Caledonia); Indian Arrow-root, Williams Arrow-root (inglés); Gau-Gau (Filipinas).

Planta perenne de 0.60-1.50 m de alto, desprovista de tallo aéreo con hojas radicales largamente pecioladas y limbo profundamente dividido en muchos segmentos principales. Produce un tubérculo más o menos redondeado, que puede pesar de 200 a 700 g.

La planta prefiere los lugares sombríos y húmedos. Se multiplica por tubérculos que se plantan a la entrada de la estación de lluvias, en las orillas de los campos de taro (Buck, 1964).

Es común encontrar la planta en estado silvestre en las islas del Pacífico (Brown, 1951, Maclet, 1959), en Africa (Binger, 1892) y Madagascar (Jumelle, 1910). Se ha comprobado que prefiere la proximidad del mar.

Hasta hace pocos años era cultivada, especialmente para extraer almidón de las raíces tuberosas y en el comercio se le denominaba "Arrow-root" de Polinesia o "Arrow-root", de las Indias Orientales (Bois, 1927). Actualmente su cultivo es muy restringido; sólo se consume en épocas de emergencia.

Las raíces maduras se rallan en la superficie rugosa de una piedra y se ponen en un recipiente hasta que se desposite el almidón; después se decanta el agua que sobrenada y se agrega nueva agua. Después de varios lavados el almidón pierde el gusto amargo.

El preparado hawaiano "haupia" consiste en almidón de "pía" mezclado con crema de coco y envuelto en hojas de "ti" y luego cocido en horno de tierra.

Sus raíces se almacenan como ñames. El contenido en proteína en las raíces, según Terra (1966) es de 1.5%. Los tallos proporcionan una fibra fina para la fabricación de sombreros.

Cuadro 106. Composición de raíces de Pía (*Tacca leontopetaloides*) en g x 100 g de porción comestible, base seca, según Busson (1965).

Composición	Raíces base seca
Proteína, g	5.1
Grasa, g	0.2
Carbohidratos, g	89.4
Insoluble fórmico, g	8.8
Celulosa, g	2.1
Cenizas, g	3.2
Calcio, mg	270
Fósforo, mg	200

Bacon (1908) asigna a las raíces tuberosas (húmedas) un 22.31% de almidón.

Cuadro 107. Composición de almidón de pía (*Tacca leontopetaloides*), según Balland (1900) y según Allen (1929) (en porcentaje).

Composición	Balland base seca	Allen base seca	Allen base húmeda
Humedad, %	13.70		68.00
Almidón	84.18	75.01	24.03
Grasa	0.10		
Sustancias nitrogenadas	1.42		
Celulosa	0.30		
Cenizas	0.30		

Tacca leontopetaloides, *Maranta arundinacea*, *Calathea allouia* y *Canna edulis* forman el grupo de las plantas productoras de almidón de excelente calidad para usos alimenticios; se las designa con el nombre genérico de "arrow-root".

BIBLIOGRAFIA

1. ALLEN, R. N. 1929. Photomicrographs of Philippine starches. *Philippine Journal of Science* 38:241-256.
2. BACON, R. F. 1908. Starch production of the Philippine Islands. *Philippine Journal of Science* 3-96.
3. BALLAND, A. s/f. Rapport sur l'Exposition du Paris on 1900. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*.
4. BINGER. 1892. Du Higer au golfe de Guinée par les pays de Kong et le Mossi. Paris, Hachette. v. 2, p. 49.
5. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Paris, *Encyc. Biol.*, v. 1, 593 p.
6. BROWN, W. H. 1951. Useful plants of the Philippines. Manila, Dept. Agric. Nat. Res. v. 1, 590 p.
7. BUCK, P. H. 1964. Arts and crafts of Hawaii. Food. Honolulu, B. P. Bishop Muscum. Sp. Pub. no. 45. 73 p.
8. BUSSON, F. 1965. Plantes alimentaires de l'Ouest Africain. Marseille, Leconte. 568 p.
9. JUMELLE, H.; FERRIER DE LA BATHIE. H. 1910. Fragments biologiques de la Flora de Madagascar. Marseille, p. 13.
10. MACLET, J. N. y BARRAU, J. 1959. Catalogue des plantes utiles aujourd' hui présentes en Polynésie Française. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée* 4:1-21.
11. MASSAL, E.; BARRAU, J. 1955. Pacific subsistence crops. *South Pacific. Comm. Quart. Bull. (Noumea)* 5(4):15-18.
12. TERRA, J. A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam. Royal Tropical Institute. 107 p. (Comm. 54e).

KACHURA

Curcuma zeodaria – ZINGIBERACEAE

Kachura (India); Alimpuyás (Filipinas); Turmeric (Hawaii); Azafrán de las Indias.

El género, según Kundu (1969), tiene 70 especies de hierbas rizomatosas distribuidas en India, Filipinas, Siam, Malaya y Australia (Brown, 1951; Buck, 1964; Kundu, 1969; Qudrat I. Khuda, 1962; Watt, 1908).

Bailey (1960) lo señala además para Africa.

Curcuma zedoaria alcanza 50 cm de alto con hojas verdes de venación marrón. Rizomas largos, carnosos y aromáticos.

Se extrae almidón de excelente calidad del tipo "arrow-root", llamado "shoti", muy apropiado para la alimentación de niños y ancianos. Los rizomas se usan también como tintura y para fabricar "curry" o "kari", ya que son amarillos. El color amarillo se lo da la curmina, una oxiketona no saturada que pertenece al grupo de colorantes sustantivos naturales.

Watt (1908) dice que los rizomas de *Curcuma zeodaria* son unos de los más importantes perfumes nativos de la India. Capus (1930) informa que se usaban en Polinesia para teñirse el cuerpo y los cabellos, a los cuales daba un perfume característico.

Buck (1964) informa que los rizomas se comen en períodos de hambruna.

Se cultiva para exportación en Santo Domingo y Ecuador.



Fig. 67. Cultivo de kachura, *Curcuma zeodaria*, en Santo Domingo, Ecuador.



Fig. 68. Producción de rizomas por una planta de *Curcuma zeodaria*, Santo Domingo, Ecuador.

BIBLIOGRAFIA

1. BAILEY, L. H. 1960. Manual of cultivated plants. New York, Macmillan, p. 289.
2. BROWN, W. H. 1951. v. 1, 590 p.
3. BUCK, P. H. 1964. Arts and crafts of Hawaii. Honolulu, B. P. Bishop Museum. Sp. Pub. no. 45.
4. CAPUS, G. 1930. Les produits coloniaux d'origine végétale. Paris, Larose, 499 p.
5. KUNDU, B. C. 1969. Some edible rhizomatous and tuberous crops of India. In International Symposium on Tropical Root Crops. St. Augustine. Trinidad, April 2-8. 1967. Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies. v. 1(1): 124-130.
6. QUDRAT I. KHUDA, N. *et al.*, 1962. Studies on indigenous starches of Pakistán H. Pakistán Jour. Set Indu. Res. 5(1) 30-34.
7. WATT, G. 1908. The commercial products of India. London.

JENGIBRE

Zingiber officinale – ZINGIBERACEAE

Jengibre (castellano); Ginger (inglés); Gingembre (francés); Zingiber (derivado de sánscrito).

Planta silvestre en Asia y en algunas islas de Malasia (Bailey, 1960). Se cultiva en Centroamérica, en algunas islas de las Antillas, como Jamaica, y en Africa Occidental (Bailey, 1960; Barret, 1930; Capus, 1930). El tamaño de la planta es de 50 a 100 cm de alto. El tallo subterráneo produce rizomas formando numerosas proyecciones en forma de dedo, que es lo que se conoce en el comercio, como “raíces de jengibre” (Ezumah, 1970).

Requiere clima tropical caliente y húmedo, se adapta bien hasta los 1 500 m de altitud. Temperaturas de 18-20°C. El jengibre requiere suelos fértiles, mullidos, ricos en humus y bien drenados, con alto grado de humedad y buena iluminación. Se propaga por secciones de rizomas de 2-3 yemas. La plantación se hace a 40-60 cm entre hileras y 25-30 en la hilera, a entradas de aguas. Durante el ciclo vegetativo deberán dársele los cuidados culturales necesarios, como limpias, aporcas y control de enfermedades y plagas. La cosecha se efectúa a los 5 meses. Los rizomas producidos se pelan, se lavan y se curan. Este último proceso se hace al sol durante 6-8 días. El producto final debe quedar con 7-12% de humedad.

Cuadro 108. Composición de jengibre, 100 g de porción comestible.

	Rizomas frescos	Rizomas cristalizados (azúcar)	Pan de jengibre con harina enriquecida	Ginger-ale (bebida)
Humedad	87.0	12.0	30.8	92.0
Proteína g	1.4	0.3	3.8	0.0
Grasa g	1.0	0.2	10.7	0.0
ELN, g	8.4	87.1	52.0	8.0
Fibra g	1.1	0.7	0.1	0.0
Cenizas g	1.1	0.4	2.7	—
Ca mg	23.0	—	68.0	—
P mg	36.0	—	65.0	—
Fe mg	2.1	—	2.3	—
Na mg	6.0	—	237.0	—
K mg	264.0	—	454.0	—
Vit. A.U.J.	10.0	—	90.0	0.0
Tiamina mg	0.02	—	0.12	0.0
Riboflavina mg	0.04	—	0.11	0.0
Niacina mg	0.7	—	0.9	0.0
Ac. asc. mg	4.0	—	0.0	0.0
Energía Mcal/kg	0.059	0.340	0.310	0.310

Fuente: Composition of Foods, USDA, 1963

Cuadro 109. Composición de 100 gramos de rizoma de jengibre.

Composición	Rizoma base húmeda
Valor energético, calorías	47
Humedad, %	87
Proteína, g	1.6
Grasa, g	0.80
Carbohidratos, total, g	9.0
Fibra, g	0.9
Cenizas, g	1.0
Calcio, mg	44.0
Fósforo, mg	66.0
Hierro, mg	1.8
Vitamina A. Mcg. Act.	Tz.
Tiamina, mg	0.02
Riboflavina, mg	0.06
Niacina, mg	0.7
Acido ascórbico, mg	2.0
Porción no comestible cáscara %	3.0

Fuente: Leung, Tsuen y Flores, 1961.

Del aceite de los rizomas del jengibre se extrae un sesquiterpeneo, $C_{15} H_{24}$, denominado zingibereno. También el aceite esencial del jengibre contiene, en menor cantidad, la zingerona, una ketona, incolora, cristalina y pungente, $C_{11} H_{14} O_3$, y un alcohol fragante, el zingiberol, $C_{15} H_{26} O$. Los rizomas pelados y secos se preparan con un melado de azúcar que se llama jengibre cristalizado. El pan de jengibre se elabora con harina enriquecida. Entre las bebidas que se preparan con este rizoma están el ginger-ale y el ginger-beer.

El mayor valor de este rizoma parece residir en su contenido de aceite esencial, que da un sabor muy agradable a los alimentos y bebidas fabricados a base de él. Es interesante señalar su contenido en potasio.

Los rizomas nuevos y parte de los tallos se consumen frescos. Los árabes agregan al café extracto de jengibre.

POSIBILIDADES DE EXPANSION

La producción actualmente se localiza en Jamaica, Hawaii, Queensland (Australia), India, Indonesia, Japón, China y en parte en Brasil

La expansión de este cultivo depende de un mercado muy especial, el de repostería y fabricación de bebidas, ya establecido y muy difícil de penetrar.

La producción de jengibre en Hawaii es aproximadamente de 200 t al año. En Australia, de acuerdo con Evenson (1970a) se cultivaron 126 ha en 1968, con un rendimiento medio de 15 toneladas por hectárea.

BIBLIOGRAFIA

1. BAILEY, L. H. 1960. Manual of cultivated plants. New York, Macmillan, p. 288.
2. BARRFETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural, p. 506-507.
3. CAPUS, G. 1930. Les produits coloniaux d'origine végétale. Paris, Larose, 499 p.
4. EVENSON, J. P. 1970. Root crop production in Queensland, Australia.
5. ——— *et al.* 1970. The effect of continuous soil temperature on the early growth of ginger rhizomas. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
6. EZUMAH, H. 1970. Miscellaneous tuberous crops of Hawaii. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Proceedings.
7. JAMAICA AGRICULTURAL SOCIETY. 1962. The farmer's guide. Glasgow, The University Press. 1053 p.
8. KARRER, P. 1946. Tratado de química orgánica. Barcelona, Marín, p. 801.
9. LEUNG, W.; TSUEN, W.; FLORES M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 132 p.

LOTO

Nelumbo nucifera – NYMPHAEACEAE

(*Nelumbium nuciferus*, *N. speciosum*, *N. indica*, *N. nelumbo*).

Lotus, Lotier (francés); Baino (Filipinas).

Planta acuática, perenne, originaria del sudeste de Asia (Barret, 1930; Bois, 1927; Brown, 1951; Wilcox, 1916).

Se cultiva en pantanos y lechos de ríos, por sus raíces tuberosas que miden aproximadamente 0.60-1.20 m de largo y tienen el aspecto de una cuerda con numerosas salchichas de 7-15 cm de largo y 5-7 cm de diámetro.

Además de los rizomas, también se consumen los frutos, los brotes nuevos, las hojas y botones florales, ya sea crudos o cocidos, como también las semillas maduras.

El período vegetativo es de 6 meses y la cosecha puede ser escalonada y continúa por 3 meses.

El contenido en proteína indicado por Terra (1966) es el siguiente:

Rizomas:	1.7- 3.4%
Semillas maduras:	2.6-17.0%

En Hawaii, según Ezumah (1970) la producción fue de 80 ton en 1968.

BIBLIOGRAFIA

1. BARRETT, O. W. 1930. Los cultivos tropicales. La Habana, Cultural, 525 p.
2. BOIS, D. 1927. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Paris, Encyc. Biol., v. 1 p. 18-19.
3. BROWN, W. H. Useful plants of the Philippines. Manila, Dept. Agric. Nat. Res. 1951. v. 1, p. 525-527.
4. EZUMAH, H. 1970. Miscellaneous tuberous crops of Hawaii.
5. TERRA, J. A. 1916. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute. 107 p. (Comm. 54e).
6. WILCOX, E. V. 1916. Tropical agriculture. New York, Appleton, 373 p.

COLEOS

Coleus spp. LABIATAE

Son plantas herbáceas, pequeñas productoras de tubérculos comestibles, de la familia de las Labiadas, que se cultivan en Africa y en el sudeste asiático, según Jumelle (1910). A pesar de haber sido señaladas por Flacourt (1658) en Madagascar, su verdadera importancia como alimento tropical fue comprendida por los agrónomos de la época a finales del siglo XIX, después que Paillieux y Bois (1884-85) la describen para Transvaal y Le Dantec (1900) en Sudán.

BORRAJA INDIA

Coleus tuberosus – LABIATAE

(*Coleus parviflorus*)

Planta herbácea de 30-60 cm de alto. Produce tubérculos pequeños.

Se cultiva en India, Ceilán, Java, Indochina y Africa, en regiones tropicales bajas, húmedas y calientes (Busson, 1965).

Su propagación se efectúa en forma vegetativa por estacas o por tubérculos. En este último caso la producción es mayor.

Los análisis de los tubérculos, base húmeda, dan 0.1 a 1.9% de proteína (Terra, 1966).

OUSSUO-NI-FING

Coleus rotundifolius

(*Solenostemon rotundifolius*, *Coleus dysentericus*, *Plectranthus tuberosus*, *P. rotundifolius*).

Oussou-ni-fing (Sudán francés); Koordkan (India); Krodyn (Nigeria); Cantang.

Fue un cultivo importante en Africa Occidental antes de introducirse la yuca (*Manihot esculenta*); la batata (*Ipomoea batatas*) y el maní (*Arachis hypogaea*) (Busson, 1965; Jaeger, 1955).

Cuadro 110. Composición de tubérculos de Oussuo-ni-fing (*Coleus rotundifolius*), según Balland (1987), base húmeda en 100 gm de porción comestible.

Composición	Tubérculos base húmeda
Humedad, %	73
Proteína, g	1.4
Grasa, g	0.3
Carbohidratos, g	23.0
Fibra, g	1.0
Genizas, g	1.3

León (1968) informa que los tubérculos son comparables en sabor y valor nutritivo a la papa.

DAZO

Coleus esculentus

(*Plectranthus floribundus*, *Coleus floribundus*, *Coleus dazo*, *C. langouassiensis*).

Dazo (Oubanghi); Bayoya (Alto Volta).

Planta que produce tubérculos cilíndricos, de aproximadamente 30 cm de largo por 3 a 4 cm de diámetro.

Su composición, de acuerdo con Balland (1897), en 100 gramos de porción comestible base seca, se incluye en el Cuadro 111.

Cuadro 111. Composición de tubérculos de dazo (*Coleus esculentus*), según Balland (1897) base seca, en 100 g de porción comestible.

Composición	Tubérculos base seca
Proteína, g	7.6
Grasa, g	2.4
Carbohidratos, g	80.6
Fibra, g	5.9
Cenizas, g	3.5

Los tubérculos tienen un ligero sabor azucarado.

BIBLIOGRAFIA

1. BALLAND, A. 1897. La composition des pommes de terre. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.
2. BUSSON, F. 1965. Plantas alimentaires de l'Ouest Africain. Marseille, Leconte, p. 400-402.
3. FLACOURT. 1658. (*Coleus* sp.). Histoire de la Grande Ile de Madagascar.
4. JAEGER, P. 1955. Le pays de Kita, centre de culture du *Coleus rotundifolius*, A. Chev. Notes Afric. 65:5.
5. JUMELLE, H. 1910. Les plantes à tubercules alimentaires. Paris, Enc. Scient., p. 250-269.
6. LE DANTEC, B. 1900. Etude d'une Labiée à racine tuberculeuse servant à l'alimentation des Indigènes du Soudan et pouvant remplacer la pomme de terre aux colonies. Ann. Hyg. Méd. Col. 3:286-292.
7. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas; San José. 487 p. (Serie: Textos y Materiales de Enseñanza No. 18).
8. PAILLIEUX, A. ; BOIS, D. 1884-1885. Le potager d'un curieux. Bull. Soc. Acclimatation.
9. TERRA, J. A. 1966. Tropical vegetables. Amsterdam, Royal Tropical Institute. 107. (Comm. 54e).

CHAYOTA

Sechium edule – CUCURBITACEAE

Chayota, Cho-Cho, Chow-Chow (inglés); Christophine (Antillas francesas); Chou-Chou (Reunión); Laboe (Siam, Indonesia); Launku (India); Chouchoute (Pacífico); Chayote, Choncho (México, Guatemala); Xuxu (Brasil); Pera del bálsamo.

Su cultivo es muy antiguo en América Central, México, Antillas, Polinesia y Filipinas (Lagos, 1953; León, 1968; Whitaker, 1966; Browne, 1756; Calvino, 1923; Jamaica, 1962; Willsey, 1931, Maclet, 1959; Miller, 1947; Brown, 1958). Robusta, con raíces tuberosas y tallos guidores que se parecen a los de la calabaza y pueden alcanzar varios metros. Se consumen los frutos verdaderos, que son pulposos, las hojas, los retoños y las raíces tuberosas, llamadas chinchayotes.

Se cultiva en climas tropicales calientes, especialmente en suelos ricos y bien drenados. La propagación se hace plantando el fruto maduro entero en el suelo con una buena provisión de materia orgánica. También se utilizan para este propósito estacas vegetativas. Se prefieren las estacas cercanas a la corona de la planta.

La producción de frutos ocurre aproximadamente a los seis meses.

El fruto tiene buena demanda como hortaliza. La cosecha de las raíces tuberosas se efectúa al segundo año; en algunas partes, como México, se hace sin destruir la parte aérea.

Según León (1968), en Centroamérica se conocen alrededor de 25 cultivares de chayote, que se diferencian especialmente por los tipos de frutos, ya que hasta ahora se ha dado muy poca importancia a las raíces tuberosas.

Esta planta produce una fibra blanca plateada, brillante, que sirve para fabricar sombreros.

Cuadro 112. Miller (1947) (columna 1), en frutos sin semilla, y Leung, Tsuen y Flores (1961) en frutos (columna 2), puntas de guías y hojas (columna 3) y raíz tuberosa (columna 4), dan la siguiente composición para 100 g de porción comestible, base húmeda.

Composición	Frutos sin semilla 1	Frutos 2	Puntas de guías y hojas 3	Raíces tuberosas 4
Valor energético, kcal.	—	31	60	79
Humedad %	93.39	90.80	89.70	79.00
Proteína, g	0.93	0.90	4.00	2.00
Grasa, g	0.05	0.20	0.40	0.20
Carbohidratos, total, g	4.80	7.70	4.70	17.80
Fibra, g	0.43	0.40	1.20	1.00
Calcio mg	13.00	12.00	58.00	7.00
Fósforo, mg	27.00	30.00	108.00	34.00
Hierro, mg	0.21	0.60	2.50	0.80
Vitamina A. Mcg. Act.		5.00	6.10	tz.
Tiamina, mg		0.03	0.08	0.05
Riboflavina, mg		0.04	0.18	0.03
Niacina, mg		0.40	1.10	0.90
Acido ascórbico, mg		20.00	16.00	19.00
Porción no comestible, cáscara %		23.00	—	27.00

BIBLIOGRAFIA

1. BROWN, W. H. 1958. Useful plants of the Philippines. Manila. Dept. Agric. Nat. Res. Technical Bulletin no. 10. 507 p.
2. BROWNE, P. 1756. *Sechium edule*. In The civil and natural history of Jamaica. London, p. 355.
3. CALVINO, M. 1923. El chayote y el chinchayote o raíz tuberosa del chayote. Heraldo de Cuba. Abril 8.
4. JAMAICA AGRICULTURAL SOCIETY. The farmer's guide. Glasgow. The University Press, 1962, p. 574.
5. LAGOS, J. A. 1953. La chayotera. Revista de Agricultura (Costa Rica) 25:56-57.59.
6. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José. 487 p. (Serie: Textos y Materiales de Enseñanza No. 18).

7. LEUNG W.; TSUEN, W.; FLORES M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 1961. 132 p.
8. MACLET, J.N. y BARRAU, J. 1959. Catalogue des plantes utiles aujourd'hui présentes en Polynésie Française. Journal d'Agriculture Tropicale et Botaniques Appliquée 4:1-21.
9. MILLER, C. D., ROSS, W. y LOUIS, L. 1947. Hawaiian grown vegetables. Hawaii. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 5. 45 p.
10. WHITAKER, T. W. y CUTLER, H. C. 1966. Food plants in a Mexican market. Economic Botany 20-6-16.
11. WILLSEY, E. M.; RUIZ, C.A. 1931. Chayote. Río Piedras, Puerto Rico, Universidad Col. Educ. Boletín no. 1. 28 p.

INDICE DE AUTORES

A

Abraham, A. 181, 182
Abrego, L. 324
Acosta, C. 119
Acosta, J. de 232
Acurero, G.A. 284
Ademasun, A.A. 216, 232
Adriaens, E.L. 200
Adsuar, J. 109
Agboola, A.A. 98
Ahmad, N. 73
Ajibola Taylor, T. 110
Alandia, S. 305, 307
Alban, E. 306
Albuquerque, M. de 148, 166
Aldrich, D.T.A. 236, 244, 249
Alonso, L. 62
Alvarado, L. 216, 284
Alvarez, G.R. 216
Alvim, P. de T. 26
Allard, H.A. 38, 97
Allen, R.N. 368
Anderson, W.S. 282
Andrade, A.S. 154
Angulo, M. 284
Appan, S.G. 134, 135, 153
Ardle, R.N.Mc 281
Arias, P. 315
Armas, A.B. 216
Arnolín, R. 108, 112
Arrau, M. 170, 181
Asher, C.J. 38, 151
Ashokan, P.K. 149
Assis, F. 324
Averre, C.V. 177, 244

B

Bacon, R.F. 368
Bailey, L.H. 315, 333, 370, 373
Balagopal, C. 215
Balland, A. 368, 380, 381
Bartlett, H.H. 117
Barrau, J. 335, 355, 359, 363
Barrett, O.W. 54, 71, 84, 96, 297,
324, 333, 365, 373, 376
Barrios, J.R. 61, 74, 81, 82, 101
Barúa, A.K. 117
Bautista, O.D.K. 335
Bazán, C. 196, 271, 307, 312
Belle-Jones, E.W. 244
Belloti, A.C. 182, 185
Benavides, A. 312

Bentin, R. 312
Berendsohn, E. 279, 284
Best, R. 210
Bethune, C. 133
Biggs, C.E.J. 242
Binger, ?. 367
Bisset, D.A. 353
Blasdale, W.C. 353
Bletter, C. 38
Bois, D. 113, 311, 339, 347, 353,
355, 359, 365, 367, 376, 378
Bolhuis, G.G. 246
Boock, O.J. 100
Borah, M.N. 38
Bosch, D. 110
Boswell, V.R. 38, 242, 245
Bouwkamp, J.G. 281
Bramao, D.L. 38
Branthoover, B. 337
Brathwaite, C.W.D. 275
Brauer, O. 260
Bressani, R. 62
Bretschneider, E.V. 353
Briant, A.K. 328
Bridge, J. 110
Brinke, M.W.T. 284
Brown, W.H. 59, 328, 355, 359, 363,
367, 370, 376, 383
Browne, P. 383
Bruce, W.C. 178
Bruijn, G.H. de 38
Buck, P.H. 365, 367, 370
Bukasov, S.M. 297, 315, 349
Bunting, G. 72
Burkill, I.H. 38, 96
Burton, W.C. 38
Busson, F. 60, 241, 277, 282, 360,
368, 379, 380
Busto, J.A. del 234

C

Cadavid, L.F. 148
Calvino, M. 383
Camargo, A.R. de 100
Campbell, J.S. 57, 59, 76
Campero, J. 116
Campos, H. dos R. 168
Candolle, A. de 72, 133, 232, 297
Capinpin, J.M. 178
Capus, G. 55, 370, 373
Cárdenas, M. 311, 315, 338, 340,
343, 344, 348, 349

- Carpio, R. del 17, 233, 234, 247,
 251, 260, 267, 274, 282
 Carvalho, J.E.B. de 38
 Casamayor, R. 110
 Castillo, J.J. 64, 67, 285, 330
 Castillo, L.S. 284
 Castro, A. 163
 Caulín, A. 93
 Ceballos, W. 306, 311
 Cenoz, H.M. 169
 Cereghetti, A. 214
 Cerighelli, R. 58
 Cerning-Beroand, J. 80
 Cieza de León, P. 132
 Ciferri, R. 196
 Clausel, R.T. 335, 337, 338
 Clusius, G. 232
 Cock, J.H. 157
 Cockerham, K.L. 274
 Collazo, A. 111
 Collins, W.W. 241
 Constance, L. 299
 Cook, O.F. 233
 Cook, J. 232
 Copeland, E.B. 38
 Cordeiro, J. 328
 Corey, K.A. 241
 Costa, A.S. 193, 194
 Coursey, D.S. 38, 84, 92, 106, 108,
 111, 114, 117, 118
 Cours, G. 136, 138, 139, 146, 201
 Covington, H.M. 244
 Cross, L. 38, 98, 243
 Crozier, J.A. 250
 Cuthbert, F.D. 264
 Czyhrinciw, N. 83, 300
- CH**
- Chadra, Y.R. 200
 Chakravarti, D. 117
 Chakravarti, R.N. 117
 Chan, S.K. 149, 161
 Chardon, C.E. 307, 324
 Chen, C.P. 244
 Chevalier, A. 92
 Chevaugeon, J. 196
 Chew, W.Y. 150
 Chhibber, K.N.
 Chicco, C.F. 216
 Choisy, J.D. 232, 236
- D**
- Dahlberg, B. 213
 Dargan, K.S. 244
 Darlington, C.D. 76, 107
 Data, P.C. 254
 Debrot, E.A. 77
 Decker, H. 110
 Deen, O.T. 274
 Degras, L. 95, 96, 108, 114
 Demaree, K.D. 282
 Denney, W.W. 284
 Derstine, V. 63
 Deshmukh, M.J. 58
 Devendra, C. 15, 39, 40, 41, 113,
 218
 Díaz, C. 193
 Díaz, G. 193
 Dividich, J. 1e 80
 Doku, E.V. 199
 Doreste, E. 188
 Driver, C.M. 38
 Duarte, J.P. 284
 Dukes, P.D. 260, 263
- E**
- Edwards, D.J. 38, 147, 151
 Ellis, J.B. 196
 Engler, S. 54, 72
 Enríquez, F.Q. 216
 Enyi, B.A.C. 73, 109, 118
 Escovar, I. 204, 205, 206
 Eshiett, W. 216
 Estrada, E.I. 56, 59
 Evans, J.W. 109, 300
 Evenson, J.P. 147, 324, 361, 366,
 375
 Everhart, B.M. 196
 Ezumah, H. 353, 365, 373, 376
- F**
- Fayemi, A.A.A. 98
 Ferguson, T.U. 38, 115
 Flacourt 378
 Flores, M. 41, 42, 60, 207, 301, 307,
 312, 317, 325, 337, 374, 384
 Folquer, F. 38, 238, 258, 260, 267
 Freire, E.S. 145, 146
 Fritz, J. 146
 Fujii, K. 117
 Fukushima, E. 57
 Furtado, M.J. 164
- G**
- Gagnepain, F. 355
 Galvis, F.E. 56, 59
 Gallo, J.P. 116
 Gámez, G. 246

Gandarillas, H. 311
 García, J. 38, 140, 141, 300
 García, M.F. 78, 82
 Gaskins, C.H. 117, 118
 Ghosh, B.N. 214
 Gieger, M. 282
 Girardeau, J.H. 275
 Girardot, L.V. 98
 Gomes, J. del C. 147
 Gómez, G. 216
 Gonçalves, R.D. 194
 González, J.A. 194
 González, M.A. 111, 116
 Gooding, E.G.B. 97
 Gooding, H.J. 57, 59, 76, 111
 Graham, K.M. 58
 Graner, E.A. 178
 Groth, B.H.A. 234, 281
 Guppy, H.B. 241

H

Hahn, S.K. 181, 182
 Hair, J.B. 76
 Hanningan, K.J. 283
 Hardenburg, E.V. 38
 Hart, R.D. 172
 Hawkes, J.G. 38, 311
 Haynes, P.H. 38, 102, 115
 Hayward, H.E. 281
 Haudricourt, A. 54
 Healey, P.L. 61
 Henain, A.E. 169
 Hennings, P. 196
 Henry, A.H. 359
 Hermano, A.J. 360, 364
 Hernández, T.P. 235, 255, 256, 257, 270, 272
 Hernández, I. 83
 Herrera, E.L. 233
 Heyerdahl, T. 233, 343
 Heyne, K. 355
 Higuítia, F. 300, 301
 Hodge, W.H. 56, 305, 353
 Holdaway, F.G. 274
 Holmes, E.B. 148
 Hoover, M.W. 272
 Howeler, R.H. 146, 147, 152, 155
 Howland, A.K. 181
 Hrishi, N. 215, 261
 Hubbell, D.S. 57
 Huffington, J.M. 283
 Hutagalung, R.I. 217
 Humboldt, A. 232
 Hurcombe, R. 76

I

Indira, P. 137
 Irwing, H. 99
 Issa, E. 328
 Ismunadji, M. 244

J

Jacobi, T. 38
 Jaeger, P. 380
 Jaffe, W. 83
 Jeffers, J.P.W. 104
 Jenkins, W.E. 282
 Jiménez, E.M. de la 233
 Jiménez, J. 254
 Johnson, R.H. 200
 Jones, A. 234, 235, 255, 260, 261, 263, 264, 283, 286
 Jones, A.J. 328
 Jones, W.O. 133
 Jordán, F.C. 76
 Jos, J.S. 76
 Joseph, J.T. 150
 Jumelle, H. 297, 335, 367, 378
 Jurgens, M.H. 205

K

Kang, B.T. 97
 Kantack, E.J. 275
 Karikari, S.K. 77, 78
 Karsten, R. 233
 Kasasian, L. 103
 Keating, B.A. 147
 Kenji, S. 282
 Kennard, G.B. 246
 Kerh, A.E. 254
 Khajarem, S. 216
 Kitajima, E.W. 193, 194
 Kobayashi, M. 235, 255
 Koch, L. 181
 Kok Choo, T.L. 217
 Kramer, J.P. de 246
 Krishnan, R. 76, 257
 Kundu, B.C. 324, 328, 335, 355, 370
 Kurian, T. 137
 Kushman, L.J. 38, 276

L

Lagos, J.A. 383
 Laun, G.F. 284
 Le Dantec, B. 378
 Leach, R. 196
 Lee, C.S. 149
 Leesburg, Y. 152, 153

Leihner, D.E. 154
 Lemos, P. 38
 Lemos, R.C. 145
 León, J. 217, 218, 297, 306, 312,
 315, 338, 347, 380, 383
 Leonard, W.H. 244
 Leung, W. 41, 42, 60, 207, 301, 307,
 312, 317, 325, 337, 374, 384
 Li, L.L. 38, 243, 244, 255
 Lin, C.T. 256
 Linnaeus, C. 236
 Lis, B.R. de 38
 López, W. 284
 Lordello, L.G.E. 110
 Louis, L. 61
 Lozano, J.C. 196, 197
 Luciani, J.F. 76, 108, 254, 259, 260,
 264, 265, 270
 Luh, C.L. 278
 Luizaga, J. 311

M

MacGillivray, J.H. 243
 MacLet, J.N. 335, 359, 363, 367,
 383
 Mac Neish, R.S. 134
 Mac Nickam, R. 216
 Magoon, M.L. 76, 257
 Mahendranatan, T. 217
 Maini, S.B. 215
 Maner, J.H. 201
 Mantilla, J.E. 100
 Marcgrave, J. 232
 Marsukawa, F. 117
 Martin, A. 116
 Martin, C.I. 331
 Martin, F.W. 38, 96, 102, 106, 107,
 108, 114, 116, 117, 118, 179
 Martin, J.H. 244
 Martin, W.J. 38, 255, 271, 272
 Massey, Z.A. 284
 Matsumoto, B.M. 57
 Means, P.A. 233
 Mejía, T.R. 216
 Mendes, M.A. 216
 Mendiola, N.B. 257
 Mendoza, A.M.R. 353
 Mendoza, J. 193, 196
 Merliet, H. 102
 Merrill, E.D. 231, 363
 Miège, J.C. 107, 109
 Miller, C.D. 61, 235, 255, 337, 383,
 384

Miller, J.C. 257, 260, 270, 272
 Mogilner, I. 38
 Mohan Kumar, B. 146, 149
 Montaldo, A. 19, 20, 38, 109, 136,
 137, 139, 140, 141, 145, 165,
 169, 173, 174, 204, 218, 241,
 243, 270
 Montemayor, Z. 328
 Montilla, J.J. 204, 216, 217, 218
 Moomaw, J.C. 278
 Moore, J.W. 363
 Moorthy, S.N. 261
 Moreno, R.A. 172
 Morton, J.R. 72, 80
 Moscoso, G. 243
 Mozie, O. 111
 Müeller, F. von 365
 Mukiibi, J. 272
 Müller, A.S. 196, 299, 307, 324
 Müller, Z. 203
 Murillo, B. 62

N

Nair, R.G. 149
 Nadeaud, J. 363
 Nakanishi, T. 255
 Nielsen, L.W. 272
 Nyoku, E. 38
 Nishida, T. 59
 Nishiyama, I. 234, 235
 Normanha, E.S. 38, 145, 161, 177,
 194
 Nowell, W. 328
 Nwosu, N.A. 100

O

Obigbesan, G.O. 98
 Ocfemia, G.O. 324
 Ogle, W.L. 38
 Ogundana, S.K. 109
 Oke, G.L. 204
 Okereke, O.U. 107
 Oivares, M. 62
 Oliveira, L.E.M. de 150
 Olson, D.N. 216
 Onwueme, I.C. 95, 96
 Orbegoso, G. 305
 Ordosgoitti, A. 77
 Orioli, G.A. 38, 145
 Ortiz, S. 107
 Osisiogu, I.W. 85
 Oviedo, G.F. de 93, 133, 232, 297
 Oyenuga, V. 54, 113

P

Pailleux, A. 359, 378
 Papadakis, J. 38
 Parodi, L.R. 315, 343
 Patiño, V.M. 72, 133, 233, 327
 Pavón, J. 344
 Peña, R.S. de la 38, 55, 59, 65, 72
 Perdomo, J.T. 61
 Pereira, A.S. 38, 145, 161, 177
 Petard, P. 365
 Pharr, D.M. 241
 Piso, G. 133
 Pittier, H. 333
 Phillips, T.P. 27
 Plucknett, D.L. 38, 55, 56, 57, 355, 356
 Poitout, R. 108
 Ponce, J. 38
 Poole, C.F. 250, 254, 274, 282, 284
 Pope, D.T. 250, 252, 272
 Portal, C.M. 216, 217
 Prain, D. 38, 96
 Pulgar V.J. 347
 Purewal, S.S. 244

Q

Qudrat, I. Khuda 370
 Quintero, F. 259
 Quisumbing, F.A. 356

R

Rada, E.L. 63
 Rajendran, N. 149
 Ramahadimby, G. 146
 Ramakrishnan, K. 328
 Ramli, K. 150
 Randel, P.F. 116
 Rasper, V. 83, 84, 114
 Raymond, W.D. 200
 Rea, J. 306, 312, 344, 345, 346, 347
 Reichel-Dolmantoff, G. 134
 Renaut, G. 102
 Reverón A.B. 218
 Revetti L.H. 300, 301
 Rheenen, H.A. van 246
 Ribeiro Filho, F.A. 215
 Ricci, P. 112
 Robbins, R.G. 235
 Roberts, D.A. 196
 Rodríguez, E. 312
 Rodríguez, E.J. 116
 Rodríguez, J.E. 218
 Rogers, D.J. 134, 135, 153
 Roig, R.T. 232

Rosero, A. 78
 Ross, E. 216
 Ross, W. 61
 Rouanet, G. 98, 99, 101, 106
 Ruberté, R. 116
 Ruinard, J. 242
 Ruiz, H. 344
 Ruiz, P. 196

S

Sadik, S. 107
 Safford, W.E. 233, 297
 Sakamoto, S. 259
 Samuels, G. 38, 73, 243
 Sánchez, N.F. 83
 Santos, F. 97
 Sastrapradja, S. 355, 359, 362
 Sauer, G.O. 134, 233
 Schadel, W.E. 281
 Schalk, J.M. 263
 Schmidt, N.C. 38
 Schnee, L. 311, 328, 333
 Schott, H. 54
 Schroeder, C.A. 335
 Schultz, Y.T. de 41, 61, 79, 85
 Seeyave, J. 103
 Sekioka, H. 38, 242, 244
 Sekioka, T.T. 258, 271
 Sena, Z.F. de 168
 Sewell, L.A. 61
 Sharma, A.K. 254
 Sherman, M. 273
 Silva, A.A. da 93, 215
 Silva, J.R. da 38, 57, 146, 163, 297, 298
 Singh, K.D. 174
 Sivan, P. 59
 Skottsberg, C. 343
 Sloane, H. 232
 Solís, 315
 Southwell, B.L. 284
 Spence, J.A. 73, 115
 Splittstoesser, W.E. 61, 80
 Sreedharan, C. 149
 Standal, B.R. 63, 64
 Steinbauer, C.E. 38
 Steinke, W.E. 63
 Szent-Ivany, J.J.H. 78

T

Tamashiro, M. 273
 Tanaka, J.S. 244, 254, 271
 Teramura, T. 234
 Teri, J.M. 196

Terra, G.S.A. 204, 207
 Terra, J.A. 61, 307, 353, 356, 359,
 362, 363, 368, 376, 379
 Terry, E.R. 109, 181
 Tesuo, S. 282
 Thunberg, C.P. 232
 Thurston, H.S. 196
 Ting, Y.C. 254
 Tizio, R.M. 38
 Tongham, A. 163
 Toro, G. 223
 Toro, R.A. 324
 Townsend, J. 307, 311, 315
 Trujillo, E.E. 58
 Tsuen, W. 374, 384

U

Umamoto, K. 281
 Urbina, 339
 Uritani, I. 293
 Uzcátegui, L. 104

V

Van den Abeele, M. 236, 245
 Vandenput, R. 236, 245
 Van Overem, C. 196
 Van Schoonhoven, A. 182, 185
 Vargas, G. 100
 Vargas, O. 185
 Vásquez de E., A. 232
 Vavilov, N.I. 92, 133, 232
 Vegas, A. 109
 Vélez, A. 38, 73
 Vibar, T. 328
 Vijaya Bai, K. 76, 261
 Vogt, H. 204
 Volin, R.B. 76, 77
 Vzo, J.C. 85

W

Waite, A.W. 38, 96, 109
 Walter, W.M. 281
 Wang, A. 256
 Wang, H. 255
 Wang, J.K. 64, 65
 Warid, W.A. 38, 54, 56, 57, 65, 71
 Watt, G. 370
 Weberbauer, A. 347
 Wester, P.J. 360
 Wheatley, C. 177
 Whitney, L.D. 55, 59
 Wholey, D.W. 157
 Wilcox, E.V. 376
 Wilson, G.L. 38
 Wilson, J.E. 97
 Wilson, L.A. 148, 237
 Wilson, L.G. 244
 Wille, J.E. 273, 275, 307
 Willey, G.R. 134
 Williams, R.O. 328
 Willsey, E.M. 383
 Winton, A.L. 113
 Winton, K.B. 113
 Whitaker, T.W. 383
 Wolcott, G.N. 77
 Wood, R.C. 249
 Wylie, A.P. 76, 107

Y

Yacovleff, E. 233
 Yen, D.E. 233, 234, 239, 241, 254
 Yingchol, Y. 148
 Yu King Key 353

Z

Zaag, P. van der 150, 151
 Zettler, F.W. 76, 77
 Zwaluwenberg, R.H. van 328

INDICE DE CULTIVOS

Nombre vulgar o científico

A

Abá aua (*Colocasia esculenta*) 53
 Abálong (*Colocasia esculenta*) 53
 Achacana (*Neowerdermannia vorwerckii*) 348
 Achera (*Canna edulis*) 323
 Achira (*Canna edulis*) 323
 Affou yam (*Dioscorea cayenensis*) 92
 Agba (*Manihot esculenta*) 131
 Agbanio (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Agbeli (*Manihot esculenta*) 131
 Agua bendita (*Calathea allouia*) 333
 Ahipa (*Pachyrrhizus ahipa*) 338
 Aipi (*Manihot esculenta*) 131
 Aipim (*Manihot esculenta*) 131
 Air potato (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Aje (*Dioscorea trifida*) 92
 Ajipa (*Pachyrrhizus ahipa*) 338
 Alimpuyás (*Curcuma zedoaria*) 370
Alocasia indica (alocasia) 355, 357
Alocasia macrorrhiza (alocasia) 355, 356
Alocasia plumbea (khoai mon) 357
Alocasia sp. (alocasia) 355
 Amaranta (*Maranta arundinacea*) 327
 Amóang (*Colocasia esculenta*) 53
Amorphophallus campanulatus (tevé) 359
Amorphophallus dracontioides (tevé) 360
Amorphophallus leonensis (tevé) 360
Amorphophallus rivieri (tevé) 360
Amorphophallus variabilis (tevé) 362
 Anega (*Colocasia esculenta*) 53
 Añu (*Tropaeolum tuberosum*) 315
 Ao-nu'oc trang (*Colocasia esculenta*) 54
 Ape (*Alocasia macrorrhiza*) 356
 Ape-Veo (*Cyrtosperma chamissonis*) 363
*Apeveoa esculenta** (maota) 363
 Apichu (*Ipomoea batatas*) 231

Apilla (*Oxalis tuberosa*) 305
 Apio criollo (*Arracacia xanthorrhiza*) 297
 Ararutã (*Maranta arundinacea*) 327
 Araruta bastarda (*Canna edulis*) 323
 Arboloco (*Polymnia edulis*) 349
 Aricoma (*Polymnia edulis*) 349
 Aricuma (*Polymnia edulis*) 349
*Arisacontis chamissonis** (maota) 363
 Arouillé (*Colocasia esculenta*) 53
 Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) 297
Arracacia esculenta (arracacha) 297
Arracacia xanthorrhiza (arracacha) 297
 Arrowroot (*Maranta arundinacea*) 327
 Arrow-root de Tahití (*Tacca leontopetaloides*) 367
 Aru-aru (*Maranta arundinacea*) 327
 Arum (*Colocasia esculenta*) 54
*Arum colocasia** (taro o malanga) 53
*Arum esculentum** (taro o malanga) 53
*Arum macrorrhizum** (ape) 356
 Arvi (*Colocasia esculenta*) 54
 Auti (*Cordyline terminalis*) 365
 Avase (*Dioscorea alata*) 91
 Azafrán de las Indias (*Curcuma zedoaria*) 370

B

Ba (*Colocasia esculenta*) 53
 Baba (*Cyrtosperma chamissonis*) 363
 Baba yassi (*Dioscorea alata*) 91
 Bafafanpaka (*Manihot esculenta*) 131
 Baino (*Nelumbo nucifera*) 376
 Banan'gou (*Manihot esculenta*) 131
 Banankou (*Manihot esculenta*) 131
 Bandera de Uribe (*Canna edulis*) 323
 Bangkoang (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Bantara Kétié (*Manihot esculenta*) 131
 Bari (*Colocasia esculenta*) 53
 Batata (*Ipomoea batatas*) 231

* Especie sinónima, no válida.

- Batata baroa (*Arracacia xanthorrhiza*) 297
 Batata de rama (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Batata doce (*Ipomoea batatas*) 231
*Batata edulis** (batata o camote) 231
 Batate (*Ipomoea batatas*) 231
 Batatilla (*Dioscorea alata*) 91
 Bayoya (*Coleus esculentus*) 381
 Bedé (*Manihot esculenta*) 131
 Biau (*Colocasia esculenta*) 53
 Biga (*Alocasia macrorrhiza*) 356
 Bilum (*Colocasia esculenta*) 53
 Bira (*Alocasia macrorrhiza*) 356
 Birú manso (*Canna edulis*) 323
 Bolgogho (*Tacca leontopetaloides*) 367
 Bordoncillo (*Maranta arundinacea*) 327
 Bore (*Colocasia esculenta*) 53
 Boromankachu (*Alocasia macrorrhiza*) 356
 Borraja india (*Coleus tuberosus*) 379
 Bouré (*Tacca leontopetaloides*) 367
 Brazilian arrow-root (*Manihot esculenta*) 131
 Bribri (*Maranta arundinacea*) 327
 Buge (*Colocasia esculenta*) 53
- C**
- Cabeza de negro (*Dioscorea alata*) 91
*Cacara erosa** (nupe) 335
*Cacara tuberosa** (nupe o jícama) 337
*Caladium costatum** (ape) 356
*Caladium esculentum** (taro o malanga) 53
Calathea allouia (lairén) 333
 Cambaré-marron (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Cambaré rouge (*Dioscorea alata*) 91
 Camote (*Ipomoea batatas*) 231
Canna edulis (achira) 323
 Cantang (*Coleus rotundifolius*) 380
 Capacho (*Canna edulis*) 323
- Cará blanco (*Dioscorea alata*) 91
 Cará cultivado (*Dioscorea alata*) 91
 Cará de Angola (*Dioscorea alata*) 91
 Cará de espincho (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Cará de sapateiro (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Cará de São Thomé (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Cará del aire (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Cará do Pará (*Dioscorea cayenensis*) 92
 Cará doce (*Dioscorea trifida*) 92
 Cará momoso (*Dioscorea trifida*) 92
 Caramaco (*Maranta arundinacea*) 327
 Caraota de caballo (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Cassade (*Manihot esculenta*) 131
 Cassava (*Manihot esculenta*) 131
 Cassave (*Manihot esculenta*) 131
 Caxcamote (*Manihot esculenta*) 131
 Cipoy (*Jacaratia hassleriana*) 340
 Coco (*Colocasia esculenta*) 53, 71
 Cocurito (*Calathea allouia*) 333
 Coleos (*Coleus* spp.) 378
*Coleus dazo** (dazo) 381
*Coleus dysentericus** (oussuo-ni-fing) 380
Coleus esculentus (dazo) 381
*Coleus floribundus** (dazo) 381
*Coleus langouassiensis** (dazo) 381
*Coleus parviflorus** (borraja india) 379
Coleus rotundifolius (oussuo-ni-fing) 380
Coleus spp. (coleos) 378
Coleus tuberosus (borraja india) 379
*Colocasia antiquorum** (taro o malanga) 53
Colocasia esculenta (taro o malanga) 53
 Colomo (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
Convolvulus batatas (batata o camote) 231
*Convolvulus edulis** (batata o camote) 231
*Convolvulus esculentus** (batata o camote) 231

* Especie sinónima, no válida.

*Convolvulus tuberosus** (batata o camote) 231
*Cordyline fruticosa** (ti) 365
Cordyline terminalis (ti) 365
*Cordyline tomentosa** (ti) 365
 Cousse-couche (*Dioscorea trifida*) 92
 Cu cai-mo (*Dioscorea alata*) 91
 Cu san tau (*Manihot esculenta*) 131
 Cubio (*Tropaeolum tuberosum*) 315
 Cudau (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Cuita (*Oxalis tuberosa*) 305
 Cuiva (*Oxalis tuberosa*) 305
 Cumar (*Ipomoea batatas*) 231
Curcuma zedoaria (kachurra) 370
 Cush-cush (*Dioscorea trifida*) 92
Cyrtosperma chamissonis (maota) 363
*Cyrtosperma edule** (maota) 363
*Cyrtosperma merkusii** (maota) 363

CH

Chaco (*Ipomoea batatas*) 231
 Chataigne d'eau (*Eleocharis esculentus*) 353
 Chayota (*Sechium edule*) 383
 Chayote (*Sechium edule*) 383
 Chícama (*Polymnia edulis*) 349
 Chigua (*Ullucus tuberosus*) 311
 Chisgua (*Canna edulis*) 323
 Chinese eddoe (*Colocasia esculenta*) 53
 Chinese tayer (*Colocasia esculenta*) 53
 Cho-Cho (*Sechium edule*) 383
 Choncho (*Sechium edule*) 383
 Chonque (*Colocasia esculenta*) 53
 Chopsui-potato (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Chou-caraiba (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Chou-Chou (*Sechium edule*) 383
 Chouchoute (*Sechium edule*) 383
 Chou-dachine (*Colocasia esculenta*) 53
 Chow-Chow (*Sechium edule*) 383

Christophine (*Sechium edule*) 383
 Chuguas (*Ullucus tuberosus*) 311

D

Daga (*Amorphophallus campanulatus*) 359
 Dagmai (*Colocasia esculenta*) 53
Dalambertia populifolia (jícama de cerro) 399
 Dalo (*Colocasia esculenta*) 53
 Dam long (*Ipomoea batatas*) 231
 Dana (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Danchi (*Colocasia esculenta*) 53
 Danda (*Dioscorea bulbifera*) 92
 Danda ba (*Dioscorea alata*) 91
 Dandaba (*Dioscorea alata*) 91
 Dap (*Colocasia esculenta*) 53
 Dasheen (*Colocasia esculenta*) 53
 Dazo (*Coleus esculentus*) 381
 Delahazo (*Manihot esculenta*) 131
 Desmouen (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Di (*Colocasia esculenta*) 53
 Diabere (*Colocasia esculenta*) 53
 Dictame (*Maranta arundinacea*) 327
 Dion-a oukis (*Manihot esculenta*) 131
*Dioscorea aculeata** (ñame) 92
*Dioscorea affinis** (ñame) 92
Dioscorea alata (ñame) 91
*Dioscorea angustiflora** (ñame) 92
*Dioscorea articulata** (ñame) 92
*Dioscorea atropurpurea** (ñame) 91
Dioscorea balcanica (ñame) 117
Dioscorea belizensis (ñame) 117
*Dioscorea berteroaana** (ñame) 92
*Dioscorea bicantaca** (ñame) 91
*Dioscorea brasiliana** (ñame) 92
*Dioscorea brasiliensis** (ñame) 92
Dioscorea bulbifera (ñame) 91
Dioscorea cayenensis (ñame) 92
Dioscorea composita (ñame) 117
Dioscorea deltoidea (ñame) 117
Dioscorea esculenta (ñame) 92
*Dioscorea espini** (ñame) 91
*Dioscorea fasciculata** (ñame) 92
Dioscorea floribunda (ñame) 117
Dioscorea friedrichsthali (ñame) 117
Dioscorea glauca (ñame) 117
*Dioscorea globosa** (ñame) 91

* Especie sinónima, no válida.

*Dioscorea goyazensis** (ñame) 92
Dioscorea hondurensis (ñame) 117
Dioscorea mexicana (ñame) 117
*Dioscorea moma** (ñame) 92
*Dioscorea occidentalis** (ñame) 92
*Dioscorea palmata** (ñame) 92
Dioscorea prazeri (ñame) 117
*Dioscorea purpurea** (ñame) 91
Dioscorea quinquelobata (ñame) 92
*Dioscorea rotundata** (ñame) 92
*Dioscorea rubella** (ñame) 91
*Dioscorea ruiziana** (ñame) 92
*Dioscorea sativa** (ñame) 91
*Dioscorea spinosa** (ñame) 92
*Dioscorea spiculiflora** (ñame) 117
Dioscorea spp. (ñame) 91
Dioscorea sylvatica (ñame) 117
*Dioscorea tamifolia** (ñame) 91
Dioscorea trifida (ñame) 92
*Dioscorea triloba** (ñame) 92
*Dioscorea tunga** (ñame) 91
*Dioscorea villosa** (ñame) 117
*Dioscorea vulgaris** (ñame) 91
Diva (*Tacca leontopetaloides*) 367
Djambalan (*Manihot esculenta*) 131
Dolichos bulbosus (nupe) 335
*Dolichos tuberosus** (nupe) 337
*Dolichos erosus** (nupe) 335
Dolique bulbeux (*Pachyrrhizus erosus*) 335
Dracontium polyphyllum (tevé) 359

E

Ekengad (*Colocasia esculenta*) 53
Eleocharis esculentus (pi't'si) 353
Elephant foot (*Amorphophallus campanulatus*) 359
Envers Blanc (*Maranta arundinacea*) 327

F

Frijol de jícamo (*Pachyrrhizus erosus*) 335
Fusaka (*Dioscorea cayenensis*) 92

G

Gabí (*Colocasia esculenta*) 53
Gapiélé (*Ipomoea batatas*) 231
Gau-gau (*Tacca leontopetaloides*) 367
Gbara-gué (*Dioscorea alata*) 91
Gingembre (*Zingiber officinale*) 373
Ginger (*Zingiber officinale*) 373
Gniambi (*Manihot esculenta*) 131
Goulu manankoi (*Manihot esculenta*) 131
Greater asiatic yam (*Dioscorea alata*) 91
Greater yam (*Dioscorea alata*) 91
Guacamote (*Manihot esculenta*) 131
Guagui (*Colocasia esculenta*) 53
Guapo (*Maranta arundinacea*) 327
Guate (*Maranta arundinacea*) 327
Guavara (*Colocasia esculenta*) 53
Guinea arrowroot (*Calathea allouia*) 333
Gumbili (*Ipomoea batatas*) 231

H

Haclan (*Tacca leontopetaloides*) 367
Hekere (*Colocasia esculenta*) 53
*Helmia bulbifera** (ñame) 91
Hoi (*Dioscorea bulbifera*) 91
Hubas (*Ullucus tuberosus*) 311
Huisisai (*Oxalis tuberosa*) 305

I

Iaraj (*Cyrtosperma chamissonis*) 363
Ibias (*Oxalis tuberosa*) 305
Ignose (*Dioscorea alata*) 91
Ignose blanche (*Dioscorea alata*) 91
Ignose bois (*Dioscorea bulbifera*) 91
Ignose franche (*Dioscorea alata*) 91
Ignose guinée (*Dioscorea cayenensis*) 92
Ignose indienne (*Dioscorea trifida*) 92
Ignose pays nègre (*Dioscorea cayenensis*) 92
Ignose pousse debout (*Dioscorea bulbifera*) 91

* Especie sinónima, no válida.

Igname St. Martin (*Dioscorea alata*)
91

Imbiri (*Canna edulis*) 323

Imo (*Colocasia esculenta*) 53

Imocoma (*Canna edulis*) 323

Indian Arrow-root (*Tacca
leontopetaloides*) 367

Indian yam (*Dioscorea trifida*) 92

Inhame de India (*Dioscorea alata*) 91

Inhame de São Thomé (*Dioscorea
bulbifera*) 91

Inigad-Kening (*Colocasia esculenta*)
53

Iñame (*Dioscorea alata*) 91

Io (*Colocasia esculenta*) 53

Ipomoea batatas (batata o camote)
231

Ipomoea gracilis (batata o camote)
234

Ipomoea tiliacea (batata o camote)
234

Ipomoea trifida (batata o camote)
234

Ipomoea triloba (batata o camote)
234

Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) 315

Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) 315

J

Jacaratia hassleriana (cipoy) 340

*Janipha manihot** (yuca o mandioca)
131

*Jatropha dulcis** (yuca o mandioca)
131

*Jatropha manihot** (yuca o mandio-
ca) 131

*Jatropha stipulata** (yuca o mandio-
ca) 131

Jengibre (*Zingiber officinale*) 373

Jícama (*Pachyrrhizus erosus*) 335

Jícama de Barite (*Dalambertia
populifolia*) 339

Jícama de cerro (*Dalambertia
populifolia*) 339

Jíquima (*Polymnia edulis*)* 349

Jiquimilla (*Polymnia edulis*)* 349

Jua-Juá (*Maranta arundinacea*) 327

K

Kachura (*Curcuma zedoaria*) 370

Kadu-karanga (*Dioscorea bulbifera*)
91

Kakake (*Cyrtosperma chamissonis*)
363

Kalo (*Colocasia esculenta*) 53

Kamote (*Ipomoea batatas*) 231

Kamóteng-Kahoi mi (*Manihot
esculenta*) 131

Kamótlí (*Ipomoea batatas*) 231

Kanda goda (*Amorphophallus
campanulatus*) 359

Kape (*Alocasia macrorrhiza*) 356

Karo Karo (*Cordyline terminalis*)
365

Kahoi mi (*Manihot esculenta*) 131

Kaoai mi (*Manihot esculenta*) 131

Kasavi (*Manihot esculenta*) 131

Kaspe (*Manihot esculenta*) 131

Kattala (*Dioscorea bulbifera*) 91

Kebitso (*Tacca leontopetaloides*) 367

Kei (*Alocasia macrorrhiza*) 356

Kelala (*Manihot esculenta*) 131

Ketela rambet (*Ipomoea batatas*) 231

Khabi-gboueli (*Dioscorea alata*) 91

Khadu (*Dioscorea bulbifera*) 91

Khoai (*Colocasia esculenta*) 54

Khoai day (*Ipomoea batatas*) 231

Khoai lang (*Ipomoea batatas*) 231

Khoai mo (*Dioscorea alata*) 91

Khoai mon (*Alocasia indica*) 357

Khoai na (*Amorphophallus rivieri*)
360

Khoinga (*Dioscorea bulbifera*) 91

Kidaran (*Amorphophallus
campanulatus*) 359

Kideran (*Amorphophallus
campanulatus*) 359

Kikowa (*Ipomoea batatas*) 231

Kodi-kelengu (*Dioscorea bulbifera*)
91

Koe (*Amorphophallus campanulatus*)
359

Kohekohe (*Eleocharis esculentus*)
353

Kolakasi (*Colocasia esculenta*) 54

Kolkas (*Colocasia esculenta*) 54

* Especie sinónima, no válida.

Konnyaku (*Amorphophallus rivieri*)
360
Koordkan (*Coleus rotundifolius*)
380
Krodyn (*Coleus rotundifolius*) 380
Kuchoo (*Colocasia esculenta*) 54
Kumala (*Ipomoea batatas*) 231
Kumara (*Ipomoea batatas*) 231
Kurau (*Colocasia esculenta*) 53
Kutchu (*Colocasia esculenta*) 54
Kute (*Manihot esculenta*) 131

L

Laboe (*Sechium edule*) 383
Lagbái (*Colocasia esculenta*) 53
Lairén (*Calathea allouia*) 333
Lampaza (*Xanthosoma sagittifolium*)
71
Larenes (*Calathea allouia*) 333
Larged leaved caladium (*Alocasia
indica*) 357
Launku (*Sechium edule*) 383
Lengué (*Colocasia esculenta*) 54
Lepidium meyenii (maca) 347
Lerén (*Calathea allouia*) 333
Leucocasia sp.* (taro o malanga) 53
Linsa (*Colocasia esculenta*) 53
Lisbom yam (*Dioscorea alata*) 91
Lotier (*Nelumbo nucifera*) 376
Loto (*Nelumbo nucifera*) 376
Lotus (*Nelumbo nucifera*) 376
Louisiana-yam (*Ipomoea batatas*)
231
Louré (*Tacca leontopetaloides*) 367
Lubiñgnan (*Colocasia esculenta*) 53

LL

Llacón (*Polymnia sonchifolia*) 53
Llenrenes (*Calathea allouia*) 333

M

Mabí (*Ipomoea batatas*) 231
Maca (*Lepidium meyenii*) 347
Macabo (*Xanthosoma sagittifolium*)
71

Macachín (*Oxalis tuberosa*) 305
Macal (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
Macaxeira (*Manihot esculenta*) 131
Madere (*Colocasia esculenta*) 53
Madumbi (*Colocasia esculenta*) 54
Mafafa (*Xanthosoma sagittifolium*)
71
Magnagna (*Pachyrrhizus erosus*) 335
Mal (*Colocasia esculenta*) 53
Malanga (*Colocasia esculenta*) 53
Malangay (*Colocasia esculenta*) 53
Mamusa (*Manihot esculenta*) 131
Manan (*Manihot esculenta*) 131
Mandioca (*Manihot esculenta*) 131
*Mandioca aipi** (yuca o mandioca)
131
*Mandioca edulis** (yuca o mandioca)
131
*Mandioca utilissima** (yuca o man-
dioca) 131
Mandioquinha salsa (*Arracacia
xanthorrhiza*) 297
Mangahazo (*Manihot esculenta*) 131
Mangarito (*Xanthosoma
sagittifolium*) 71
Manihot aesculifolia (yuca o mandio-
ca) 135
*Manihot aipi** (yuca o mandioca)
131, 135
Manihot caerulescens subsp.
caerulescens (yuca o mandioca) 135
*Manihot diffusa** (yuca o mandioca)
131
*Manihot digitiformis** (yuca o man-
dioca) 131
*Manihot dulcis** (yuca o mandioca)
131
*Manihot edulis** (yuca o mandioca)
131
Manihot esculenta (yuca o mandioca)
131
*Manihot flabellifolia** (yuca o man-
dioca) 131
*Manihot flexuosa** (yuca o mandio-
ca) 131
Manihot grahami (yuca o mandioca)
135
Manihot leptopoda (yuca o mandio-
ca) 135

* Especie sinónima, no válida.

*Manihot manihot** (yuca o mandioca) 131
*Manihot melanobasis** (yuca o mandioca) 131
Manihot pilosa (yuca o mandioca) 135
Manihot rubricaulis (yuca o mandioca) 135
*Manihot sprucei** (yuca o mandioca) 131
Manihot tristis subsp. *saxicola* (yuca o mandioca) 135
*Manihot tyri** (yuca o mandioca) 131
*Manihot utilissima** (yuca o mandioca) 131
*Manihot zehntneri** (yuca o mandioca) 135
 Manioc (*Manihot esculenta*) 131
 Manioc-cochon (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Mankanda (*Alocasia indica*) 357
 Mañoco (*Manihot esculenta*) 131
 Maota (*Cystosperma chamissonis*) 363
 Mapuey (*Dioscorea trifida*) 92
 Mapuey morado (*Dioscorea cayenensis*) 92
 Maraca (*Canna edulis*) 323
 Maranta (*Maranta arundinacea*) 327
*Maranta allouia** (lairén) 333
Maranta arundinacea (guapo) 327
 Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) 315
 Maskok (*Manihot esculenta*) 131
 Mauka (*Mirabilis expansa*) 344
 Mayaca (*Manihot esculenta*) 131
 Melloco (*Ullucus tuberosus*) 311
 Michirui (*Ullucus tuberosus*) 311
 Michuri (*Ullucus tuberosus*) 311
 Migurí (*Ullucus tuberosus*) 311
 Miquichi (*Oxalis tuberosa*) 305
Mirabilis expansa (mauka) 344
 Moa (*Colocasia esculenta*) 53
 Moniato (*Ipomoea batatas*) 231
 Moumbala (*Ipomoea batatas*) 231
 Moutsiantso (*Manihot esculenta*) 131
 Mucuchi (*Ullucus tuberosus*) 311

* Especie sinónima, no válida.

N

Nampi (*Colocasia esculenta*) 54
 Natóng (*Colocasia esculenta*) 53
 Navíos (*Tropaeolum tuberosum*) 315
 Navo (*Tropaeolum tuberosum*) 315
 Nbanioke (*Dioscorea bulbifera*) 91
*Nelumbo indica** (loto) 376
*Nelumbo nelumbo** (loto) 376
*Nelumbo nucifera** (loto) 376
*Nelumbium nuciferus** (loto) 376
*Nelumbium speciosum** (loto) 376
Neowerdermannia vorwerckii (achacana) 348
 New Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Nupe (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Nupera (*Pachyrrhizus erosus*) 335

Ñ

Ñames (*Dioscorea* spp.) 91
 Ñame asiático (*Dioscorea alata*) 91
 Ñame azúcar (*Dioscorea esculenta*) 92
 Ñame blanco (*Dioscorea alata*) 91
 Ñame común (*Dioscorea alata*) 91
 Ñame congo (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Ñame criollo (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Ñame chomo (*Dioscorea cayenensis*) 92
 Ñame chino (*Dioscorea alata*) 91
 Ñame de agua (*Dioscorea alata*) 91
 Ñame de la India (*Dioscorea trifida*) 92
 Ñame de mata (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Ñame de mina (*Dioscorea alata*) 91
 Ñame del aire (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Ñame grande (*Dioscorea alata*) 91
 Ñame guineo (*Dioscorea cayenensis*) 92
 Ñame morado (*Dioscorea trifida*) 92
 Ñame negro (*Dioscorea cayenensis*) 92

- Ñame papa (*Dioscorea esculenta*) 92
 Ñame pequeño (*Dioscorea esculenta*) 92
 Ñame vino (*Dioscorea trifida*) 92
 Ñame yampi (*Dioscorea trifida*) 92
 Ñangate (*Dioscorea alata*) 91
 Ñapí (*Dioscorea alata*) 91
 Ñbanioke (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Ñiame (*Dioscorea cayenensis*) 92
- O**
- Obbi (*Dioscorea alata*) 91
 Obi kajoe (*Manihot esculenta*) 131
 Oca (*Oxalis tuberosa*) 305
 Ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Ocumo culín (*Colocasia esculenta*) 53
 Ocumo común (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Okka (*Oxalis tuberosa*) 305
 Old cocoyam (*Colocasia esculenta*) 53
 Olloco (*Ullucus tuberosus*) 311
 Olluco (*Ullucus tuberosus*) 311
 Oobi djalar (*Ipomoea batatas*) 231
 Oowi kelapa (*Dioscorea alata*) 91
 Oroy (*Amorphophallus campanulatus*) 359
 Otó (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Oussuo-ni-fing (*Colea rotundifolious*) 380
 Ovihazo (*Dioscorea cayenensis*) 92
 Ovy (*Dioscorea alata*) 91
*Oxalis crenata** (oca) 305
Oxalis tuberosa (oca) 305
- P**
- Pachyrrhizus ahipa* (ajipa) 338
*Pachyrrhizus angulatus** (nupe) 335
*Pachyrrhizus bulbosus** (nupe) 335
Pachyrrhizus erosus (nupe) 335
Pachyrrhizus tuberosus (nupe o jíca-ma) 337
- Palauan (*Cyrtosperma chamissonis*) 363
 Papa caribe (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Papa del aire (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Papa lisa (*Ullucus tuberosus*) 311
 Papa voladora (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Patata dulce (*Ipomoea batatas*) 231
 Patata douce (*Ipomoea batatas*) 231
 Patate-cochon (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Pembarouge iba (*Tacca leontopetaloides*) 367
 Pera de bálsamo (*Sechium edule*) 383
 Pfeilwurz (*Maranta arundinacea*) 327
 Pia (*Tacca leontopetaloides*) 367
 Pia Tahití (*Tacca leontopetaloides*) 367
 Piña-mama (*Tropaeolum tuberosum*) 315
 Pipi-wai (*Eleocharis esculentus*) 353
 Pising (*Colocasia esculenta*) 53
 Pi't'si (*Eleocharis esculentus*) 353
 Pitisilén (*Maranta arundinacea*) 327
 Pituca (*Colocasia esculenta*) 53
*Plectranthus floribundus** (dazo) 381
*Plectranthus rotundifolious** (oussuo-ni-fing) 380
*Plectranthus tuberosus** (oussuo-ni-fing) 380
 Pois-cochon (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Pois-manioc (*Pachyrrhizus erosus*) 335
*Polymnia edulis** (aricuma) 349
Polymnia sonchifolia (aricuma) 349
 Potato-bean (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Potato-yam (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Pousse en l'air (*Dioscorea bulbifera*) 91
 Prickle yam (*Dioscorea cayenensis*) 92
 Pula (*Cyrtosperma chamissonis*) 363
 Purple arrow-root (*Canna edulis*) 323
 Pwe'a (*Amorphophallus campanulatus*) 359

* Especie sinónima, no válida.

Q

- Quéchoc (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Queensland arrowroot (*Canna edulis*)
 323
 Quequeste (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Quequexque (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Quiba (*Oxalis tuberosa*) 305
 Quiquisque (*Colocasia esculenta*) 53

R

- Racacha (*Arracacia xanthorrhiza*)
 297
 Rascadera (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Ray trang (*Alocasia macrorrhiza*)
 356
 Rejalgar (*Xanthosoma sagittifolium*)
 71
 Rijua (*Canna edulis*) 323
 Rogo (*Manihot esculenta*) 131
 Rubas (*Ullucus tuberosus*) 311
 Rumu (*Manihot esculenta*) 131

S

- Sagú (*Canna edulis*) 323, 327
 Sakourou (*Dioscorea alata*) 91
 Saonjo (*Colocasia esculenta*) 53
 Satsuma-imo (*Ipomoea batatas*) 231
Scirpus riparium (totora) 343
Sechium edule (chayota) 383
 Sembú (*Canna edulis*) 323
 Sinkamás (*Pachyrrhizus erosus*) 335
 Soforo (*Amorphophallus campanulatus*) 359
 Shamatumpa (*Colocasia esculenta*)
 54
*Solenostemon rotundifolius**
 (oussuo-ni-fing) 380
 Songue (*Colocasia esculenta*) 54
 Sulú (*Maranta arundinacea*) 327
 Süsskartoffel (*Ipomoea batatas*) 231
 Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) 359
 Sweet-potato (*Ipomoea batatas*) 231

T

- Tabena (*Dioscorea alata*) 91
*Tacca involucrata** (pia) 367
Tacca leontopetaloides (pia) 367
*Tacca pinnatifida** (pia) 367
 Taibo (*Colocasia esculenta*) 53
 Tajer (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Talo (*Colocasia esculenta*) 53
 Tania (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Tanier (*Xanthosoma sagittifolium*)
 71
 Ta'o (*Colocasia esculenta*) 53
 Ta'o Kape Taa Taa (*Cyrtosperma chamissonis*) 363
 Tapioca (*Manihot esculenta*) 131
 Taro (*Colocasia esculenta*) 53
 Tarua (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Tato (*Colocasia esculenta*) 53
 Taye (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Tayobe (*Xanthosoma sagittifolium*)
 71
 Tekixcamote (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Tentu (*Manihot esculenta*) 131
 Tevé (*Amorphophallus campanulatus*) 359
 Ti (*Cordyline terminalis*) 365
 Tiee (*Colocasia esculenta*) 53
 Timbós (*Ullucus tuberosus*) 311
 Tiquiño (*Ullucus tuberosus*) 311
 Tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*) 71
 Topi-tambo (*Calathea allouia*) 333
 Topi-tambú (*Calathea allouia*) 333
 Topinambur blanc (*Calathea allouia*)
 333
 Totora (*Scirpus riparium*) 343
 Tous les mois (*Canna edulis*) 323
Tropaeolum tuberosum (mashua)
 315
 Turmeric (*Curcuma zedoaria*) 370
 Tus (*Dioscorea alata*) 91
 Twelve months yam (*Dioscorea cayenensis*) 92

U

- Uala (*Ipomoea batatas*) 231
 Ubi (*Dioscorea alata*) 91

* Especie sinónima, no válida.

Ubi singkong (*Manihot esculenta*)
131
Ubi-Ubihan (*Dioscorea bulbifera*) 91
Uda ala (*Dioscorea bulbifera*) 91
Uhi (*Dioscorea alata*) 91
Ulluco (*Ullucus tuberosus*) 311
Ullucus tuberosus (ulluco) 311
Umala (*Ipomoea batatas*) 231
Umara (*Ipomoea batatas*) 231

V

Vel-Ketengu (*Ipomoea batatas*) 231
Via kana (*Cyrtosperma chamissonis*)
363
Virraca (*Arracacia xanthorrhiza*) 297
Vomanga (*Ipomoea batatas*) 231

W

Wanga (*Tacca leontopetaloides*) 367
Water Chesnut (*Eleocharis
esculentus*) 353
Water yam (*Dioscorea alata*) 91
Williams Arrowroot (*Tacca
leontopetaloides*) 367
Wire (*Alocasia macrorrhiza*) 356

X

*Xanthosoma atrovirens** (ocumo o
yautía) 71
*Xanthosoma caracu** (ocumo o yau-
tía) 71

*Xanthosoma mafafa** (ocúmo o yau-
tía) 71
Xanthosoma sagittifolium (ocumo o
yautía) 71
Xuxu (*Sechium edule*) 383

Y

Ya (*Colocasia esculenta*) 54
Ya-béré (*Colocasia esculenta*) 53
Yacón (*Polymnia edulis*) 349
Yam-bean (*Pachyrrhizus erosus*) 335
Yampee (*Dioscorea trifida*) 92
Yautía (*Xanthosoma sagittifolium*)
71
Yautía brava (*Xanthosoma
sagittifolium*) 71
Yellow Guinea yam (*Dioscorea
cayenensis*) 92
Yellow yam (*Dioscorea cayenensis*)
92
Yuca (*Manihot esculenta*) 131
Yuca de bejuco (*Pachyrrhizus erosus*)
335
Yucuta (*Manihot esculenta*) 131
Yuquilla (*Maranta arundinacea*) 327

Z

Zamin-kand (*Amorphophallus
campanulatus*) 359
Zingiber (*Zingiber officinale*) 373
Zingiber officinale (jengibre) 373

* Especie sinónima, no válida.

INDICE DE MATERIAS

A

Acido ascórbico:

achira 325; arracacha 300, 301, 302; batata 280; chayota 384; jengibre 374; mashua 317; nupe 337; oca 307, 308; ocumo 79, 81, 83; taro 60; ulluco 312, 313; yuca 202.

Acidos grasos:

yuca 207.

Achacana 348.

Achira 323.

Alcohol:

batata 283; taro 64, 65; yuca 199.

Alimentación animal:

achira 324; aricama 349; arracacha 302; batata 280, 284; guapo 328; ñames 112, 116; oca 308; ocumo 79, 84; taro 62, 63; ulluco 313; yuca 203.

Almacenamiento:

arracacha 300; batata 276; ñames 110; ocumo 78; taro 59; yuca 177; yuca (estacas) 154.

Almidón:

arracacha 300; batata 278, 283, 284; guapo 329; lairén 333; ñames 114, 115; ocumo 79, 83, 85; taro 64; yuca 212.

Alocasia 355.

Aminoácidos:

batata 277; ñames 114; yuca 201, 203, 206.

Análisis y composición:

achira 39, 41, 325; arracacha 40, 41, 300, 301, 302; batata 15, 39, 41, 277, 278, 279, 280, 281; chayota 39, 384; dazo 381; guapo 39, 40, 41, 328; jengibre 39, 374; loto 376; maota 364; mashua 39, 40, 41; mauka 39, 345; nupe 337; ñames 15, 39, 40, 41, 112, 113, 114; oca 39, 40, 41, 307, 308; ocumo 15, 39, 40, 41, 78, 81, 82, 84; oussou-ni-fing 380; pía 367; taro 15, 60, 62; tevé 359; ulluco 39, 40, 41, 312, 313; yuca 15, 39, 40, 41, 199, 201, 202, 203, 205, 206, 107.

Ape 356.

Aricuma 349.

Arracacha 297.

Azúcar de batata 278.

Azufre:

yuca 219.

B

Batata o camote 231.

Borraja india 379.

Botánica:

achacana 34, 348; achira 33, 323; alocasia 33, 355; ape 33, 355; aricama 34, 349; arracacha 39, 297; batata 34, 236; borraja india 34; cipoy 34, 340; coleos 34; chayota 34, 383; dazo 34; guapo 33, 327; jengibre 34, 373; jícama de cerro 34, 339; kachura 33, 370; khoaimon 33, 357; lairén 33, 333; loto 34, 376; maca 34, 347; maota 33, 363; mashua 34, 315; mauka 34, 344; nupe 34, 335; ñames 33, 93; oca 34, 306; ocumo 33, 72; oussou-ni-fing 34; pía 33, 367; pi't'si 33, 353; raíces y tubérculos 32; taro 33, 54; tevé 33, 359; ti 33, 365; totora 33, 343; ulluco 34, 311; yuca 34, 134.

C

Calcio:

achira 325; arracacha 301; batata 277, 279, 280, 281; chayota 383; jengibre 374; mashua 317; mauka 345; nupe 337; ñames 112; oca 307, 308; ocumo 79, 81; pía 368; taro 60, 61; tevé 360; ulluco 312, 313; yuca 200, 202, 203, 219.

Camote o batata 231.

Capado:

ñames 104.

Cenizas:

achira 325; arracacha 301; batata 277, 279, 280, 281; chayota 383; guapo 328; jengibre 374; maota 364; mashua 317; mauka 345; nupe 337; ñames 111, 112; oca 307, 308; ocumo 79, 81, 82, 84; oussou-ni-fing 380; pía 368; taro 60; tevé 360; ulluco 312, 313; yuca 200, 201, 202, 203, 205, 219.

Cipoy 340.

Clima:

achacana 348; achira 323; alocasia 355; ape 356; aricama 349; arracacha 35, 36, 298; batata 35, 36, 241; borraja india 379; chayota 383; guapo 328; jengibre 373; jicama de cerro 339; khoai-mon 357; lairén 333; maca 347; mashua 315; mauka 344; nupe 335; ñames 35, 36, 96; oca 306; ocumo 35, 36, 73; pi't'si 353; raíces y tubérculos 35; taro 35, 36, 44; ulluco 312; yuca 35, 36, 140.

Cobre:

taro 61; yuca 219.

Coleos 378.**Cosecha:**

achira 234; arracacha 298; batata 251; nupe 335; ñames 104; oca 305; ocumo 75; taro 56; yuca 173.

Cultivo:

achira 324; arracacha 298; batata 245; chayota 383; guapo 328; jengibre 373; maota 363; mashua 315; mauka 344; ñames 100; oca 305; ocumo 74; taro 56; tevé 359; ulluco 312; yuca 151.

Chayota 383.**D****Baños en yuca:**

por mamíferos 189;
por plantas parásitas 189.

Dazo 381.**Demanda:**

cereales 18.

Desinfección:

estacas de yuca 157.

E**Economía:**

batata 286; ñames 118; taro 65; yuca 219.

Energía (ELN):

achira 42, 43, 44, 325; arracacha 42, 43, 44, 301, 302; batata 28, 30, 31, 42, 43, 44, 277, 278, 279, 280, 281; chayota 384; guapo 42, 43, 44, 328; jengibre 374; maota 363, mashua 42, 43, 44, 317; mauka 345; nupe 43, 44, 337; ñames 28, 42, 43, 44, 112, 113; oca 42, 43, 44, 307, 308; ocumo 42,

43, 44, 78, 81, 82, 84; oussou-ni-fing 380; pía 368; raíces y tubérculos 28, 42, 43, 44; taro 28, 42, 43, 44, 60, 62; tevé 360; ulluco 42, 43, 44, 312, 313; yuca 28, 30, 42, 43, 44, 200, 201, 202, 203, 205, 219.

Enfermedades:

achira 324; arracacha 299; batata 271; guapo 328; oca 306; ñames 109; ocumo 77; taro 58; ulluco 312; yuca 193.

Estacado:

ñames 102.

Exportaciones:

yuca 221.

Extracto etéreo:

achira 325; arracacha 301; batata 277, 279, 280, 281; chayota 383; guapo 328; jengibre 374; maota 364; mashua 317; mauka 345; nupe 337; ñames 112, 113; oca 307, 308; ocumo 79, 81, 84; oussou-ni-fing 380; pía 368; taro 60, 62; tevé 360; ulluco 312, 313; yuca 200, 201, 202, 203, 205, 219.

F**Fertilidad del suelo:**

batata 241; yuca 144.

Fertilizantes:

arracacha 37; batata 37, 241; ñames 37, 98; ocumo 37, 73; taro 37, 44; yuca 37, 140.

Fibra cruda:

achira 325; arracacha 301; batata 277, 279, 280, 281; chayota 383; guapo 328; jengibre 374; maota 364; mashua 317; mauka 345; nupe 337; ñames 112, 113; oca 307, 308; ocumo 79, 81, 82, 84; oussou-ni-fing 380; pía 368; taro 60, 62; tevé 360; ulluco 312, 313; yuca 200, 201, 202, 203, 205, 219.

Floración:

batata 254; ocumo 76; ñames 107.

Follaje:

yuca 204, 216.

Fósforo:

achira 325; arracacha 301; chayota 383; batata 277, 279, 280, 281; jengibre 374; mashua 317; mauka 345; nupe 337; ñames 81; oca 307,

308; ocumo 79, 81; pía 368; taro 62; tevé 360; ulluco 312, 313; yuca 200, 202, 203, 219.
Fotoperiodismo:
 arracacha 36, 298; batata 36; mashua 315; ñames 36; ocumo 36; taro 36; yuca 36, 142.
Fufú 84, 115.

G
Genética y mejoramiento:
 arracacha 299; batata 254; ñames 107; oca 305; ocumo 76; taro 56; yuca 177.
Gránulos:
 yuca 211.
Guapo 327.

H
Harinas:
 alfalfa 205; batata 282, 283; maíz 203; maíz y soya 203; ocumo 84; taro 62; yuca 203, 205, 208, 211, 216.
HCN 200.
Heladas:
 arracacha 35; batata 35; ñames 35; ocumo 35; taro 35; yuca 35.

Herbicidas:
 batata 250; ñames 102; taro 56; yuca 166.
Herencia de caracteres:
 batata 255; yuca 178.

Hierro:
 achira 325; arracacha 301; batata 280, 281; chayota 383; jengibre 374; mashua 317; nupe 337; ñames 112, 202, 219; oca 307, 308; ocumo 79, 81; taro 60, 61; ulluco 312, 313.

Hojas:
 batata 279, 282; ocumo 84; yuca 204, 208, 216.

I
Importación:
 yuca seca 222.
Incompatibilidad y esterilidad:
 batata 255.

J
Jengibre 373.
Jícama de cerro 339.

K
Kachura 370.
Khoai-mon 357.

L
Labores de cultivo:
 arracacha 298; batata 251; ñames 101; yuca 167.
Lairén 333.
Longitud de estacas:
 yuca 154.
Loto 376.

LL
Lluvia:
 achira 323; arracacha 36, 298; batata 36, 241; ñames 36; ocumo 36; taro 36; yuca 36, 140.

M
Maca 347.
Magnesio:
 ocumo 79; taro 61; yuca 200, 219.

Manganeso:
 taro 61; yuca 219.
Malanga o taro 53.
Mandioca o yuca 131.

Maota 363.
Mashua 315.
Mauka 344.
Mecanización del cultivo:
 ñames 104.
Medicina y farmacología:
 ñames 117.

Mejoramiento:
 arracacha 298; batata 254; ñames 107; yuca 177.

Métodos de mejoramiento:
 batata 259; yuca 178.

N
Nematodos:
 batata 272; ñames 109; oca 307; yuca 182.

Niacina:
 achira 325; arracacha 301; batata 280; chayota 383; jengibre 374; mashua 345; nupe 337; oca 307, 308; ocumo 79; taro 60; ulluco 312, 313; yuca 202.

Número de cromosomas:
 batata 234, 235, 254; ñames 107; ocumo 76; taro 57; ulluco 311; yuca 177.

Nupe 335.

Ñ

Ñames 91.

O

Objetivos de mejoramiento:

batata 254; ñames 107; ocumo 76; taro 57; yuca 177.

Oca 305.

Ocumo o yautía 76.

Origen, historia y geografía:

achira 323; achacana 348; alocasia 355; ape 356; aricama 349; arracacha 297; batata 231; borraja india 379; cipoy 340; coleos 378; chayota 383; dazo 381; guapo 327; jengibre 373; kachura 370; khoai-mon 357; lairén 333; loto 376; maca 347; maota 363; mashua 315; mauka 344; nupe 335; ñames 92; oca 305; ocumo 71; oussou-ni-fing 380; pía 367; pi't'si 353; taro 54; tevé 359; ti 365; to-tora 343; ulluco 311; yuca 132.

Oussou-ni-fing 380.

Oxalato de calcio:

ape 356; batata 280; khoai-mon 357; maota 363; ocumo 80; taro 55; tevé 359.

P

pH:

arracacha 36, 298; batata 36, 243; ñames 36; yuca 36.

Pastas o fideos:

ocumo 85.

Pía 367.

Pi't'si 353.

Plagas:

achira 324; arracacha 300; batata 272; guapo 328; lairén 333; nupe 337; ñames 109; oca 307; ocumo 77; taro 60; ulluco 312; yuca 182.

Plantación:

achira 324; arracacha 298; batata 247; chayota 383; guapo 328; jengibre 373; ñames 101; ocumo 75; ulluco 312; yuca 158.

Poi 64.

Posibilidades de expansión:

achira 324; arracacha 302; batata 288; guapo 331; jengibre 375; ñames 121; oca 310; ocumo 85; ulluco 314; yuca 223.

Potasio:

batata 280; jengibre 374; ocumo 79; taro 60; yuca 200, 202, 219.

Precios en mercado internacional:

yuca 223.

Preparación de suelos:

arracacha 298; batata 245; yuca 151.

Presente y futuro:

raíces y tubérculos 16.

Producción:

batata 14, 25, 287; cereales 14; ñames 14, 25, 119; ocumo 85; raíces y tubérculos 14, 22; taro 14, 65; yuca 14, 24, 220, 221.

Profundidad efectiva del suelo:

yuca 142.

Propagación:

achira 323; arracacha 298; batata 245; guapo 328; lairén 333; mauka 344; nupe 335; ñames 100; ocumo 74; taro 56; tevé 359; yuca 154.

Proteína:

achira 43, 44, 325; arracacha 43, 44, 301, 302; batata 31, 43, 44, 277, 278, 279, 280, 281; celular 215; chayota 384; guapo 43, 44, 328; jengibre 43, 44, 374; loto 376; maota 364; mashua 43, 44, 317; mauka 345; nupe 43, 44, 337; ñames 43, 44, 307, 308; oca 43, 44, 307, 308; ocumo 43, 44, 78, 81, 84; oussou-ni-fing 380; pía 367; raíces y tubérculos 25; taro 43, 44, 60, 62; tevé 360; ulluco 43, 44, 312, 313; yuca 31, 43, 44, 199, 201, 202, 203, 205, 219.

R

Radiación solar:

yuca 142.

Reacción a la tendidura:

arracacha 35; batata 35; ñames 35; ocumo 35; taro 35; yuca 35.

Rendimiento:

ñames 106; yuca 174.

Riboflavina:

achira 325; arracacha 301, 302; batata 281; chayota 384; jengibre 374; mashua 317; nupe 337; oca 307, 308; ocumo 78; taro 60; ulluco 312, 313; yuca 202.

Riego:

batata 250.

Rotación de cultivos:

batata 244; ñames 100; taro 56; yuca 169.

Rotenona:

nupe 337.

S

Sinonimia y nombres vulgares:

achacana 348; achira 323; alocasia 355; ape 356; aricama 349; arracacha 297; batata 231; borraja india 379; cipoy 340; coleos 378; chayota 383; dazo 381; guapo 327; jengibre 373; jícama de cerro 339; kachura 370; khoai-mon 357; lairén 333; loto 376; maca 347; maota 363; mashua 315; mauka 344; nupe 335; ñames 91; oca 305; ocumo 71; oussou-ni-fing 380; pía 367; pi't'si 353; taro 53; tevé 359; ti 365; totora 343; ulluco 311; yuca 131.

Sodio:

batata 312; jengibre 374; ocumo 79; taro 60; yuca 200, 202.

Suelos y características:

arracacha 298; batata 36, 241; chayota 383; jengibre 373; loto 376; ñames 37, 96; ocumo 36, 73; taro 36, 140.

T

Tapioca 214.

Taro o malanga 53.

Temperatura:

achira 324; arracacha 35, 303; batata 35, 241, 242; guapo 328; mashua 315; ñames 35; ocumo 35; yuca 35, 141.

Tevé 359.

Textura de suelos:

yuca 140.

Ti 365.

Tiamina:

achira 325; arracacha 301; batata 280; chayota 383; jengibre 374; mashua 345; nupe 337; ocumo 79; oca 307, 308; taro 60; ulluco 312, 313; yuca 202.

Totora 343.

U

Ulluco 311.

Utilización:

achacana 348; achira 324; alocasia 355; ape 356; aricama 349; arracacha 301; batata 282; borraja india 379; cipoy 340; dazo 381; guapo 328; jengibre 374; jícama de cerro 339; kachura 370; loto 376; maca 347; mashua 345; mauka 345; nupe 337; ñames 115; oca 310; ocumo 84; oussou-ni-fing 380; pía 368; pi't'si 353; raíces y tubérculos 44; taro 62; tevé 362; ti 365; totora 343, ulluco 313; yuca 208.

V

Variedades:

batata 267; oca 306; ulluco 311.

Vino:

batata 283.

Vitamina "A":

achira 325; arracacha 301; batata 280, 281; chayota 383; jengibre 374; mashua 317; nupe 337; oca 307, 308; ocumo 79; taro 60; ulluco 312, 313; yuca 202.

Y

Yautía u ocumo 71.

Yuca o mandioca 131.

Yuca seca 208.

Z

Zinc:

ocumo 79.

*Este libro se terminó de imprimir
en la imprenta del IICA
en febrero de 1991
Tiraje: 1500 ejemplares
Coronado, Costa Rica*

DATE DUE

19 2005
DEVUELTO

ISBN 92-9039-165-0

CULTIVO DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES, en su segunda edición actualizada y revisada, presenta una gran variedad de especies tropicales como la yuca, el taro, el ñame, el camote, y el ulluco, entre otros, y sus enormes posibilidades como cultivos alimenticios y productores de materias primas, predominantes hoy en el mundo. Se resalta asimismo su importancia en la solución de problemas sociales de ocupación, desempleo y tenencia de la tierra en los países en desarrollo.

El libro constituye un excelente estudio agronómico donde el genetista acucioso e investigador en las Ciencias Agrícolas encontrará la manera de convertir sus inquietudes intelectuales en acrecentar la producción de alimentos.

ALVARO MONTALDO, ingeniero agrónomo por la Universidad de Chile, Maestro en Ciencias por la Universidad de Minnesota (EUA), con amplia experiencia docente universitaria y en investigación en Fitotecnia, Horticultura y Raíces y Tubérculos Tropicales, es uno de los más destacados científicos latinoamericanos.

El IICA, a través de su Servicio Editorial, se complace en presentar este libro que servirá de estímulo a agricultores, agrónomos, profesores, estudiantes, dirigentes e industriales para que presten atención a las posibilidades enormes que ofrece el **CULTIVO DE RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES**.

