

13.492

MICROFILMADO

CENTRO DE DOCUMENTACION

RECOMENDACIONES SOBRE EL CULTIVO DE LA YUCA PARA ALCOHOL CARBURANTE EN COLOMBIA

Julio César Toro
James H. Cock*

13492

Resumen

Se describen las características edafoclimáticas de las zonas del país potencialmente aptas para la explotación de la yuca con fines agroindustriales: la Costa Atlántica (*de inmediato*) y los Llanos Orientales (*a mediano plazo*). Se presenta en detalle un sistema de producción en el cual se incluyen recomendaciones sobre el tipo de suelo adecuado, preparación del terreno, material de siembra, multiplicación de "semilla" certificada, var., tratamiento de las estacas, época, posición y densidad de siembra, fertilización, mecanización, control de malezas, plagas (*con énfasis en *Erinnyis ello**), enfermedades y cosecha

Introducción

La posibilidad de utilizar inmediata y adecuadamente la bioconversión en mayor escala que la actual, parece económicamente viable para los pocos países como Colombia que reciben radiación solar abundante y, al mismo tiempo, disponen de áreas extensas todavía no aprovechadas que, por sus características edafoclimáticas, pueden ser explotadas con plantas de alto contenido de hidratos de carbono, económicamente transformables en hidrocarburos (*etanol, etileno, metano*), combustibles de aprovechamiento más eficiente.

Una de estas plantas es la yuca (*Manihot esculenta Crantz*), una euforbiácea rústica sembrada tradicionalmente en Colombia (*aproximadamente 200.000 ha*) que, por adaptarse a una

amplia variedad de suelos y climas, puede desempeñar un papel importante para el país. Su producción de calorías/ha-día es mayor que la de cualquier otro cultivo alimenticio. Además, su follaje produce hasta 5 t de proteína cruda/ha-año (14). Su principal potencial radica en la tolerancia a períodos secos prolongados, habilidad para crecer en suelos de baja fertilidad y particularmente ácidos, además de su relativa resistencia a ataques de plagas y enfermedades.

Colombia, situada en plena zona ecuatorial, recibe anualmente un promedio de 430 cal/cm²/día lo que la coloca en condiciones privilegiadas para "cosechar el sol". La radiación solar anual equivale a la energía contenida en 1298 bbl de petróleo/ha. Si se considera una eficiencia fotosintética de 0,17% para la yuca (20 t de raíces/ha-año), se pueden cosechar 20 bbl de petróleo/ha-año.

Actualmente, Colombia consume 75.000 bbl de gasolina/día (11'925.000 l); para reemplazar el 20% se necesitarían 15.000 bbl de alcohol/día (2'385.000 l), lo que equivale a 14.029 t de yuca

* Agrónomo y Coordinador, respectivamente, Programa de Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia.

fresca/día, o sea 701 ha/día. Esto requeriría sembrar anualmente 255.865 ha, o sea 0,22% del territorio nacional.

Zonas aptas para cultivar yuca

Con el cultivo de la yuca para alcohol no se pretende desplazar las tierras actualmente en uso para la producción de alimentos o fibra o las potencialmente disponibles de alta fertilidad; se ha querido más bien abrir la frontera agrícola colombiana. Las tierras subutilizadas que más se prestan para la explotación de la yuca con fines agroindustriales son la Costa Atlántica de inmediato y los Llanos Orientales a mediano plazo.

La Costa Atlántica cuenta con 13 millones de ha (11% del territorio nacional), de las cuales se siembran unas 51.000 con yuca, mientras que de los 67 millones de ha de los Llanos Orientales (59% del territorio nacional) (10), solamente se siembran unas 20.000 ha con yuca.

Condiciones edafoclimáticas de la Costa Atlántica

De los 13 millones de ha de esta región, solamente se están aprovechando 600.000. Se encuentran suelos arenosos o arcillosos, pasando por todas las combinaciones posibles, con fertilidad desde pobre hasta rica, prevaleciendo de fertilidad intermedia.

Condiciones edafoclimáticas de los Llanos Orientales

Esta amplia región que comprende todo el territorio situado al este de la Cordillera Oriental, ofrece las perspectivas más atractivas para un futuro cercano. La parte norte, conocida como los verdaderos Llanos Orientales, corresponde a la Orinoquia, región que pertenece a la cuenca hidrográfica del Río Orinoco, y la parte sur se conoce como la Amazonia.

La Orinoquia tiene una extensión de 22 millones de ha. (20% del territorio nacional).

La topografía es regular, con una altura de 250-300 m.s.n.m. Los suelos (*Oxisoles*, *Ultisoles* e *Inceptisoles*) son profundos y friables, y de baja

fertilidad, complicada por un alto contenido de hierro y aluminio. Tienen una capacidad de intercambio de bases casi nula, además de una retención de agua muy baja; aunque predominan los suelos de baja fertilidad, se encuentran también de fertilidad intermedia y alta, como los de aluvión o vega.

El clima, según Köppen, es Av o de sabana. Tiene una precipitación promedio de 1800 mm/año, bien distribuidos entre principios de abril y fines de noviembre. Los vientos son fuertes y prevalecen durante los meses de verano (*diciembre-marzo*).

La temperatura promedio es de 28°C, con más variación entre la máxima y mínima diaria (31-21°C) que entre los promedios mensuales. La humedad relativa consecuentemente es alta (80%) durante la estación lluviosa y baja (50-60%) en el período seco. La evapotranspiración potencial es alta al final del período seco, cuando el agua almacenada disminuye a valores mínimos, particularmente en febrero y marzo.

Tecnología para la producción de yuca

En los últimos años se ha desarrollado una tecnología que permite sembrar yuca en forma comercial, duplicando las producciones actuales de las variedades locales en las dos regiones mencionadas anteriormente.

Suelos

La yuca puede desarrollarse bien en una gran variedad de suelos, desde aquellos de textura arenosa hasta arcillosa. También se adapta a uno de los rangos más amplios de acidez del suelo (*pH 4, 6-8*) (2). Se debe evitar la siembra en suelos mal drenados o pedregosos, que impiden el buen desarrollo radical.

Fertilización

Aunque la yuca se adapta bien a suelos pobres, requiere cantidades de fertilizante relativamente altas para obtener rendimientos óptimos y mantener la fertilidad del suelo. Se ha encontrado que la yuca no responde a fertilización en suelos fértiles o medianamente fértiles. Por consiguiente, no se recomienda el uso de fertilizantes en la Costa Atlántica inicialmente.

Debido a la creencia de los agricultores de que la yuca agota el suelo, la siembran de última en la rotación cuando la fertilidad ha declinado notablemente. Las deficiencias de elementos mayores *no siempre* se manifiestan en síntomas visibles sino que más bien se reflejan en rendimientos menores. Por este motivo, muchos agricultores no notan las deficiencias ni la capacidad real de producción del cultivo. Como la planta extrae gran cantidad de potasio, uno de los elementos que determina el contenido de almidón en las raíces, no se debe sembrar continuamente en un mismo lote, sin fertilizar adecuadamente. La deficiencia de fósforo es la más común en los Llanos Orientales. La yuca también es sensible a deficiencias de magnesio y azufre.

Entre los microelementos, la deficiencia de zinc es la más común. El cultivo es más sensible a la falta de este elemento en la fase inicial de su desarrollo. En suelos ácidos se debe aplicar cal en cantidades limitadas, no para neutralizar la acidez del suelo, sino para proporcionar calcio a la planta; aplicaciones altas pueden inducir deficiencias de los elementos menores, especialmente zinc.

La yuca es sensible a la salinidad y alcalinidad, aunque para ambos casos existen variedades tolerantes. Los problemas de salinidad generalmente ocurren en manchas de suelos de alta conductividad y alto contenido de sodio. En general puede decirse que la yuca no tolera un pH superior a 8 y una conductividad mayor que 0,5 mmho/cm. o una saturación de sodio mayor que 2,55 (2). Sin embargo, la salinidad generalmente no se presenta en suelos pobres donde se piensa sembrar yuca para producir alcohol.

Plan de fertilización para los Llanos. Este plan para los Oxisoles y Ultisoles infértiles de los Llanos Orientales se basa en siembras continuas de yuca en el mismo lote y en el efecto residual de los fertilizantes (Cuadro 1). Es importante notar que la yuca aprovecha bien fuentes económicas de fósforo tal como la roca fosfórica del Huila, si es parcialmente acidulada.

Para reducir problemas de agotamiento del suelo, plagas y enfermedades después de 3 años de sembrar yuca en el mismo lote, se debe hacer rotación con otro cultivo que no sea hospedante

de las plagas y enfermedades de la yuca, preferiblemente maíz y sorgo. La cal dolomítica se incorpora en el momento de la rastrillada y los otros productos se aplican en banda a ambos lados de la estaca en el momento de la siembra.

Preparación del terreno

Como cualquier otro cultivo comercial, la yuca requiere una buena preparación del suelo, sobre todo porque favorece el buen desarrollo de las raíces (17).

Después de la tala se debe arar a una profundidad de 30 cm. en suelo liviano, y en forma cruzada cuando el suelo es pesado. La labranza debe hacerse cuando el suelo no está muy húmedo ni muy seco, ya que en el primer caso tiende a compactarse, formando grandes terrones que dificultan las demás labores de mecanización, y en el segundo, los implementos no penetran lo suficiente para lograr una cama adecuada para la estaca.

Se debe rastrillar una o dos veces, de acuerdo a las características del lote. En el caso de los Llanos Orientales, se debe aplicar cal antes de la rastrillada.

Caballones

En regiones de suelos pesados y donde la precipitación pluvial es mayor que 1200 mm/año, se procede a la formación de caballones, una vez rastrillado el suelo (16). En suelos arenosos no hay necesidad de hacerlo, ya que los caballones tienen como objetivo principal evitar la pudrición radical que se presenta cuando la humedad es excesiva.

Material de siembra

Como la yuca es perenne leñosa, se propaga mejor en forma vegetativa. La madurez fisiológica es difícil de determinar, por tanto, se cosecha entre los 7 y 24 meses de edad, dependiendo además de las condiciones ambientales locales. En las 2 regiones de interés se puede cosechar entre los 7 y 12 meses.

En un cultivo que se propaga vegetativamente, la selección del material de siembra es de vital

importancia (11). En primer lugar se deben seleccionar plantas vigorosas y sanas, es decir, que no presenten síntomas aparentes de daño por insectos o enfermedades. Los tallos no deben tener chancros en la corteza, manchas pronunciadas en la médula, ni escamas en la epidermis o galerías interiores causadas por larvas de mariposas o cucarrones. Se deben usar estacas gruesas (*plantas de 7 a 12 meses de edad*), ya que las poco lignificadas son más débiles y susceptibles a secamiento, insectos y patógenos del suelo.

Las estacas deben tener más de 5 nudos o yemas y un mínimo de 20 cm. de largo, aunque son preferibles de 25 o 30 cm. El corte se debe hacer recto, no en chaflán, preferiblemente con sierra circular o machete bien afilado. Las herramientas deben ser desinfectadas entre una planta y otra, para evitar la diseminación de enfermedades.

Multiplicación de "semilla" certificada

En el sistema tradicional de producción, las estacas generalmente provienen del propio cultivo del agricultor o de sus vecinos. Aunque este sistema tiene algunas deficiencias, funciona bien, siempre y cuando el área sembrada no se quiera aumentar rápidamente.

El proyecto de alcohol en Curvelo, Brasil, tuvo muchos problemas para obtener una cantidad suficiente de estacas de variedades apropiadas, debido a que en la región donde se instaló no existía una tradición yuquera. Por otra parte, las estacas de 19 variedades que se introdujeron estaban infectadas con el añublo bacteriano (CBB). Debido al uso de estacas enfermas, el rendimiento durante los dos primeros años fue bastante bajo. Esto debe servir de ejemplo para Colombia, donde no existe una industria "semillera" de yuca. La multiplicación del material requerido para sembrar 256.000 ha con variedades seleccionadas o mejoradas tomaría unos 5 años; por consiguiente, es indispensable iniciar el programa de "semilla" certificada de yuca, tan pronto como se apruebe el proyecto, ya que una planta de alcohol se puede instalar en mucho menos tiempo.

Variedades

La tecnología recomendada para producir yuca a nivel comercial se refiere exclusivamente al empleo de las mejores variedades de las 2 regiones. Estas variedades locales o criollas son las que, a través de los años, fueron seleccionadas por los agricultores por su adaptación a las condiciones de la región y su buen rendimiento, y alto contenido de almidón.

Después de 5 años de pruebas en 9 lugares de Colombia, se encontró que las variedades regionales produjeron el doble del promedio nacional mediante el uso de la tecnología sencilla y económica bosquejada aquí, que consiste básicamente en la buena selección y tratamiento de las estacas y el control adecuado de malezas (18). En estas pruebas no se usa riego ni se aplican plaguicidas. Con excepción de los Llanos Orientales, no se usa fertilizante. Además se está incorporando en estas variedades resistencia específica contra las enfermedades y plagas principales más comunes en cada región, con el fin de poder garantizar un rendimiento alto pero estable con el tiempo.

Por otra parte, el Programa de Yuca del CIAT desarrolla y evalúa variedades con un potencial de rendimiento mucho más alto que las regionales.

Tratamiento de las estacas

En teoría no es necesario tratar las estacas cuando provienen de plantaciones sanas; sin embargo, para proteger las yemas de los numerosos patógenos del suelo, en la fase inicial de brotación se debe hacer un tratamiento sencillo y poco costoso para garantizar el establecimiento de las estacas. Dicho tratamiento consiste en sumergir las estacas durante 5 minutos en una suspensión que contenga uno o dos fungicidas, o un fungicida y un insecticida, según las enfermedades o plagas prevalentes en la región. Cuando no existen estos problemas, se pueden usar 6 g/l de agua de cualquiera de los siguientes fungicidas: Dithane M-45 (**mancozeb**), Manzate 80 (**maneb**), Orthocide (**captan**), Daconil (**clorotalonil**), Vitigran (**oxicloruro de cobre**), Arasan (**Tiram**), Brassicol (**PCNB**), Demosan (**cloroneb**), Difolatan (**captafol**) o Bavistin

(carbendazim). Al emplear mezclas con 2 de éstos productos, se usan solamente 3 g de cada uno.

Tanto en la Costa Atlántica como en los Llanos Orientales, se presentan las enfermedades de añublo bacteriano (*Xanthomonas manihotis*) y superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*). Por consiguiente, muchas plantas provenientes de estacas infectadas pueden estar enfermas, lo que constituye un foco primario de infección en las plantaciones nuevas. En el caso de superalargamiento se puede erradicar la enfermedad mediante el tratamiento con 8 g/l de agua de Difolatan, Orthocidé o Vitigran.

Para controlar insectos escama (*Aonidomytilus albus* y *Saissetia miranda*), se mezcla 1 cc. de malation/l de agua, con cualquiera de los fungicidas mencionados anteriormente, teniendo cuidado de mezclar primero el malatión con el agua antes de agregar el fungicida. Aunque el tratamiento de las estacas permite combatir enfermedades y plagas, es mejor utilizar material de siembra proveniente de plantaciones sanas, siempre y cuando sea factible.

En el tratamiento de las estacas para los Llanos, se deben incluir con la mezcla de fungicida e insecticida 20 g. de sulfato de zinc/l de agua, sumergiéndolas por un total de 15 minutos.

Siembra

Epoca

Como tradicionalmente la yuca se cultiva sin riego, se siembra generalmente al inicio de las lluvias. Una humedad adecuada del suelo es necesaria para la brotación inicial. A los 3 meses aproximadamente, la planta puede soportar un período seco prolongado; aunque pierde las hojas, éstas rebrotan con el inicio de las lluvias siguientes. En la Costa Atlántica se puede sembrar a principios de abril o septiembre, lo que permite escalonar las siembras.

En los Llanos Orientales, en cambio, la siembra no se debe hacer al inicio de las lluvias sino hacia el final (*principios de septiembre a mediados de octubre*) para evitar la alta incidencia de enfermedades (6), mientras se obtienen variedades resistentes.

Posición

En relación con el rendimiento final, muchas veces es indiferente sembrar las estacas en posición horizontal, inclinada o vertical en la cresta del caballón; sin embargo, en zonas de lluvias erráticas, los resultados son más favorables con la siembra vertical, la cual garantiza mejor brotación, mejor distribución de raíces alrededor del tallo y mucho mejor anclaje para evitar el volcamiento, principalmente en zonas de vientos fuertes. La mitad de la estaca debe quedar enterrada con las yemas orientadas hacia arriba.

Densidad

Existe una densidad óptima de acuerdo a la finalidad del producto. Cuando se trata de raíces para la industrialización, lo que más interesa es la producción total y no el tamaño. Tanto para las condiciones de la Costa como de los Llanos Orientales, se recomienda una población de 15.000 plantas/ha para variedades de tipo ramificado y porte alto, y 20.000 para variedades de porte bajo o mediano.

Mecanización

En los últimos años se han desarrollado herramientas y máquinas que facilitan y hacen más eficiente la siembra a nivel de plantaciones comerciales, ya que esta labor se debe hacer en el menor tiempo posible para aprovechar la época más apropiada.

La empresa brasileña Veragro en Felixlândia, Minas Gerais, tiene un prototipo de 2 surcos que corta la estaca, la trata y la siembra en forma horizontal. Anteriormente empleaban otra sembradora que colocaba las estacas verticalmente pero no las trataba, lo que es indispensable en esta región. En Cuba se ha desarrollado un prototipo que corta las estacas de 30 cm., las trata, las abona y las siembra en posición vertical en 4 surcos simultáneamente. Esta máquina se podría adaptar fácilmente para 6 surcos, lo que ahorraría el número de horas-tractor.

Control de malezas

Después de una buena selección de estacas, el control de las malezas es la labor más impor-

tante si se quieren obtener altos rendimientos. El cultivo se debe mantener libre de malezas durante los primeros 4 meses porque éstas compiten con la yuca por nutrientes, luz y anhídrido carbónico (8).

El control de las malezas puede ser químico y/o manual. Para grandes plantaciones se debe usar el control químico complementándolo, si es factible, con el manual. Actualmente se conocen 19 herbicidas entre moderada y altamente selectivos en yuca, los cuales se pueden usar solos o en mezclas, según el tipo y prevalencia de las malezas en la región. Generalmente, las mezclas protegen contra un mayor número de malezas por mayor tiempo. La aplicación de herbicidas mantiene el cultivo libre de malezas entre 40 y 70 días, dependiendo del efecto residual de estos productos y de la cantidad de lluvias después de la aplicación.

El tratamiento preemergente (*preferiblemente con suelo húmedo*) más recomendado por su bajo costo y efectividad es Karmex (**diurón**) y Lazo (**alaclor**) (Cuadro 2); el primero controla malezas de hoja ancha y el segundo, gramíneas.

Con poblaciones altas como las recomendadas, la parte aérea cubre el suelo más rápidamente, y el control de malezas es mejor, siendo menos costoso el cultivo, ya que el número de desyerbas manuales complementarias probablemente se puede reducir a una. Si se requiere una o más desyerbas cuando el cultivo tiene más de 5 meses, se puede aplicar, en forma dirigida, una mezcla de 2 l de Gramoxone y 1 kg de Karmex/ha.

Control de plagas

Las plagas más importantes en ambas regiones son el gusano cachón (*Erinnyis ello*) y trips (*Frankliniella williamsi*, *Corynothrips stenopterus* y *Caliotrips masculinus*). En la Costa, los ácaros (*Mononychellus tanajoa*, *Tetranychus urticae* y *Oligonychus peruvianus*) y comejenes (*Coptotermes spp.*) son comunes, y en los Llanos, el barrenador del tallo (*Chilomina clankei*).

Como la yuca es un cultivo de ciclo largo, es hospedante constante, y el uso continuo de pesti-

cidas no sólo encarecería el cultivo sino que también acabaría con los insectos benéficos. Por otra parte, la yuca posee una gran capacidad de recuperación, especialmente en lugares de lluvias abundantes y bien distribuidas. Se han encontrado variedades con resistencia a trips y ácaros principalmente, pero mientras se producen híbridos con resistencia incorporada, se recomienda el control integrado, el cual emplea insecticidas sólo en casos de ataque severo.

Control biológico del gusano cachón. Como no se ha encontrado resistencia varietal, se recomienda el control biológico, o sea la liberación y protección de insectos benéficos (3). Hasta el momento se han identificado 17 insectos benéficos para el control del gusano cachón, una de las plagas más severas de la yuca en Colombia.

Actualmente se están utilizando 2 especies de avispas y una bacteria. Las avispas del género **Pollistes** son predadores de las larvas. Son muy comunes en los ingenios y trapiches y fácilmente pueden ser llevadas al campo. Simplemente se hacen unos ranchos pequeños de paja a razón de 1/ha; cada uno debe contener un mínimo de 20 nidos de 200 celdas.

Otra avispa diminuta (*Trichogramma*) que se vende ampliamente en el comercio, parasita los huevos de esta mariposa. Se usan 20 pulg./ha, cada una con 3000-5000 huevos con ninfas próximas a emerger.

Bacillus thuringiensis es una bacteria patógena para las larvas pero no causa daño a los insectos benéficos. Se vende bajo el nombre comercial de Dipel, Turicide o Bactospeine. Se aplica en dosis de 2-3 g/l de agua en aplicaciones terrestres y 500 g en aplicaciones aéreas.

Cuando no es posible controlarlo oportunamente por los medios anteriores, se puede aplicar como último recurso un insecticida que afecta poco el control biológico como Dipterex (**triclortón**), el cual se aplica a razón de 2,5 g/l de agua (400 g/ha). También es común aplicar la mezcla de **Bacillus thuringiensis** y Dipterex (400 g/ha de cada uno).

Control de enfermedades

Las enfermedades de más importancia económica en la Costa Atlántica son el añublo bacteriano (*Xanthomonas manihotis*) y el superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*). La primera puede llegar a ser grave si se siembra material proveniente de plantas enfermas; la segunda puede causar daños graves en la época más lluviosa.

En los Llanos Orientales se presenta además la antracnosis (*Glomerella manihotis*), la cual es especialmente grave por la humedad relativa y temperatura altas durante 8 a 9 meses del año y la variación amplia entre temperatura máxima y mínima diaria.

El verdadero control de enfermedades es mediante el uso de variedades resistentes o el control preventivo, el cual se debe enfatizar por su efectividad y bajo costo (12). Después que un cultivo esté afectado, no hay mucho que hacer por lo costoso de los productos químicos. Una forma de disminuir las fuentes de inóculo es cortando y quemando las plantas afectadas.

Cosecha

Como el producto final que se persigue para transformarlo en alcohol es el almidón, se deben preferir las variedades con un alto contenido de almidón (hasta 35%) y determinar en cada lugar la época de mayor acumulación del mismo para efectuar la cosecha.

Cuando se poda una planta de yuca a 20 cm. del suelo y se espera hasta 20 días para cosecharla, se mejora la calidad de las raíces para uso

industrial (13). Como ésta característica parece favorable para la extracción de alcohol, vale la pena estudiarla más a fondo.

La cosecha requiere un gran esfuerzo físico cuando se efectúa manualmente y ocupa gran parte de la mano de obra (más del 30% de los costos de producción en Colombia). Bajo condiciones normales, un trabajador puede cosechar 600 kg. en 8 horas.

Existen en la actualidad varias herramientas y máquinas cosechadoras de yuca. CIAT desarrolló un prototipo sencillo y económico (7) que no es más que una cuchilla de lámina de acero, la cual se acopla a los 3 puntos de enganche de un tractor con sistema hidráulico. Es bastante eficiente en cualquier tipo de suelo y contenido de humedad. Este implemento cosecha una hectárea en 2 horas, si se han quitado los tallos y ramas previamente, lo cual toma 2 horas/ha. con máquina.

Existen varias máquinas más completas y costosas que, además del enganche de 3 puntos, usan el tomafuerza del tractor. Entre ellas están la fabricada por Richter Engineering Ltd., Boonah, Australia y el prototipo Cubano, que son prácticamente combinadas, las europeas Ransomes, (Agri-Projects International, Alpha-Record y G.M.D.). Todas cosechan un solo surco, mientras que el implemento del CIAT viene para 1 ó 2 surcos (7). Para las condiciones de Colombia se recomienda el del CIAT, por su eficiencia, bajo costo y sencillez. Este implemento trabaja cuando se siembra en plano o en caballón, teniendo en cuenta que el último facilita la cosecha.

Cuadro 1. Plan de fertilización para producción continua de yuca en Oxisoles y Ultisoles de los Llanos Orientales.

Fertilizante*	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto** año
10-20-20	1000	750	500	1000
Cal dolomítica	1000	-	-	1000
Azufre	10	10	10	10
Zinc	5	5	5	5

Fuente: Howeler, CIAT, com. per., 1976

Cuando la yuca se siembra solamente un año, el fertilizante se debe repartir según análisis del suelo.

** Después del tercer año, el plan recomienza aunque es preferible rotar con otro cultivo entre el tercer y cuarto año

**Cuadro 2. Mezcla de herbicidas preemergentes
(producto comercial) recomendada
según textura del suelo.**

Textura	Karmex* (kg/ha)	Lazo* (l/ha)
Arcilloso	2,0	3,0
Franco limoso	1,5	2,5
Franco arcilloso	1,5	2,0
Arenoso	1,0	2,0

Fuente: CIAT (6)

* Karmex = diurón; Lazo = alacior

Bibliografía

1. ALVIM, R.; NACIF A. DE P. y CORREA, H. 1977. A cultura da mandioca para producao de etanol. Informe Agropecuario 3 (33): 3-13.
2. ASHER, C.J.; EDWARDS, D.G. y HOWELLER, R.H. 1980. Nutritional disorders of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). St. Lucia, University of Queensland. Department of Agriculture. 48p.
3. BELLOTTI, A. y ARIAS, B. 1978. Biology, ecology and biological control of the cassava hornworm (*Erinnyis ello*). In Brekelbaum, T.; Bellotti, A. and Lozano, J.C., eds. Cassava Protection Workshop. Cali, Colombia, 1977. Proceedings. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Series CE-14.
4. ————y SCHOONHOVEN, A. VAN 1978. Plagas de la yuca y su control. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie 09SC-2. 73p.
5. CALVIM, M. 1978. Green factories. In Seminario sobre Energía de Biomassas no Nordeste, 1o., Fortaleza. 37p.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1976. Sistemas de producción de yuca. In———. Informe Anual 1975. Cali, Colombia, pp. B1-B63.
7. DIAZ D., A. 1979. Un implemento para cosechar la yuca. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie 05SEn-3. 14p.
8. DOLL, J.D. y PIEDRAHITA C., W. 1976. Methods of weed control in cassava. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Series EE-21.
9. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Proyecciones de la FAO sobre productos básicos. Yuca: Proyecciones de la oferta, la demanda y el comercio para 1985. Roma, Italia, ESC:PROJ/78/7. 7p.
10. GUERRERO, R.M. 1975. Suelos del oriente de Colombia. In Bornemisza, E. y Alvarado, A., eds. Seminario sobre suelos del oriente de Colombia. Memorias. Cali, Colombia, 1974. pp.61-92.
11. LOZANO, J.C. et al. 1977. Producción de material de siembra de yuca. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie GS-17.
12. ————, 1978. General considerations on cassava pathology. In Brekelbaum, T.; Bellotti, A. and Lozano, J.C., eds. Cassava Protection Workshop. Cali, Colombia, 1977. Proceedings. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Series CE-14.
13. ————, COCK, J.H. y CASTAÑO, J. 1978. New development in cassava storage. In Brekelbaum, T.; Bellotti, A. and Lozano, J.C., eds. Cassava Protection Workshop. Cali, Colombia, 1977. Proceedings. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Series CE-14.
14. MOORE, C.P. 1976. El uso de forraje de yuca en la alimentación de rumiantes. In Curso sobre producción de yuca. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp.270-288.
15. NESTEL, B. y COCK, J.H. 1976. Cassava; the development of an internacional research network. Ottawa, Canada. International Development Research Centre. 69p.
16. OLIVEROS, B.; LOZANO, J.C. y BOOTH, R.H. 1974. A Phytophthora root rot of cassava in Colombia. Plant Disease Reporter 58 (8): 703-705.
17. SEIXAS, B.L.S. 1976. Preparo do solo. In Curso Intensivo Nacional de Mandioca, 1o., Cruz das Almas, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. pp.183-199.
18. TORO M., J.C. 1979. Three years of cassava technology evaluation in Colombia. Field Crops Research 2:291-308.