CIAT
COLECCION HISTORICA

Centro Internacional
de Agricultura Tropical

Selección y preparación de estacas de yuca para siembra

SB
211
.C3
S45
Guía
1987

Guía de estudio

Para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema

El CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, es una institución de investigación y capacitación agrícolas, sin ánimo de lucro, dedicada a incrementar la producción de alimentos en las regiones tropicales en desarrollo. El CIAT es uno de los 13 centros internacionales de investigación agrícola bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1987 tales donantes son: Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, la República Popular de China, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1987: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan, necesariamente, el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

SB
211
.C3
S45
1987

CIAT
COLECCION HISTORICA

Serie: 04SC-06.02
Tercera Edición
Noviembre, 1987

Selección y preparación de estacas de yuca para siembra

Contenido Científico:

J. Carlos Lozano, Ph.D.,
Julio César Toro, Ph.D.,
Abelardo Castro, Ph.D.,
Anthony C. Bellotti, Ph.D.,

Producción:

Luis Fernando Ceballos L., Ing. Agr.
Fernando Fernández O., Ing. Agr.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Cali, Colombia

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia, S.A.

Cita bibliográfica:

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987. Selección y preparación de estacas de yuca para siembra; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: J. Carlos Lozano, Julio C. Toro, Abelardo Castro y Anthony C. Bellotti. Producción: Luis F. Ceballos. Fernando Fernández. Cali, Colombia. CIAT. 36 p. (Serie 04SC-06.02).

Las personas o entidades interesadas en reproducir parcial o totalmente, por cualquier medio o método, la guía de estudio o cualquiera de los otros componentes de esta unidad audiotutorial, deberan obtener autorización escrita del CIAT.

Contenido

	Página
Objetivos	5
Introducción	6
Aspectos sanitarios relacionados con la propagación vegetativa de la yuca	7
Aspectos Patológicos	7
Agentes patógenos sistémicos	7
Agentes patógenos localizados	11
Agentes patógenos del suelo	11
Aspectos Entomológicos	12
Acaros e insectos en la superficie del tallo	13
Insectos localizados dentro del tallo	13
Insectos localizados en el suelo	14
Aspectos agronómicos y de manejo relacionados con la calidad de las estacas de yuca	17
Variedad	17
Edad de la planta	17
Parte apropiada de la planta para la preparación de las estacas	18
Diámetro de la estaca	20
Longitud de la estaca	20
Número de nudos por estaca	20
Corte y ángulo de corte de la estaca	22
Daños físicos causados a las estacas	22
Almacenamiento de las estacas	24
Tratamiento de las estacas	25
Resumen	29
Preguntas de estudio	31
Referencias	33

Objetivos

Los objetivos principales de esta unidad son los de capacitar al estudiante para:

1. Identificar los principales problemas fitosanitarios que limitan la utilización del material vegetativo de yuca para la siembra y así poder prevenir la diseminación de plagas y enfermedades.

2. Seleccionar las estacas adecuadas para la siembra, teniendo en cuenta los factores de edad y parte de la planta, diámetro y longitud de la estaca, número de nudos, corte de la estaca y ángulo del mismo, daños físicos, variedad, viabilidad y almacenamiento.

3. Tratar las estacas mediante la selección de los productos más apropiados según las condiciones ecológicas del lugar donde se encuentre trabajando.

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una especie del trópico, perenne y leñosa, cultivada tradicionalmente en suelos de baja fertilidad y con poco uso de insumos. Como la yuca se propaga vegetativamente, la calidad de las estacas destinadas para la siembra es de suma importancia.

En un cultivo de yuca es frecuente observar que:

1. al momento de la cosecha, existe un número inferior de plantas al de estacas sembradas;

2. plantas pertenecientes a una misma variedad presentan desigualdad en su vigor;

3. hay diferencias en la producción por planta; y

4. al momento de la cosecha, es frecuente la presencia de pudriciones radicales.

Las causas de estos problemas, además de ciertos factores climáticos y edáficos, se relacionan con la calidad de las estacas, la cual depende básicamente de las condiciones sanitarias y de ciertas características agronómicas de las plantas de las cuales provengan dichas estacas. Antiguamente, la yuca se consideraba como un cultivo resistente a plagas y enfermedades. En la actualidad, se sabe que tanto las unas como las otras pueden disminuir no sólo los rendimientos por unidad de superficie, al no permitir el desarrollo normal de las plantas, sino también la producción de material de siembra, al atacar los tallos en el campo o durante el almacenamiento antes de la siembra.

Por lo tanto, las condiciones sanitarias y agronómicas de las plantas de donde se obtiene el material de siembra, determinan la calidad de las estacas de yuca, y es el tema de esta guía de estudio, la cual es complemento de la unidad audiotutorial "Selección y preparación de estacas de yuca para siembra".

Aspectos sanitarios relacionados con la propagación vegetativa de la yuca

Cuando se va a seleccionar material vegetativo de propagación, se debe descartar, como fuente de "semilla", toda plantación que esté o haya estado afectada por agentes patógenos que puedan diseminarse por medio de las estacas (virus, micoplasmas, bacterias y hongos). También se deben descartar las plantas cuyos tallos hayan sido atacados por insectos y ácaros, los cuales también pueden diseminarse al emplear dichos tallos como material de siembra y ocasionar fallas en la germinación. En cuanto a la sanidad de la plantación, se deben tener en cuenta dos aspectos importantes: los patológicos y los entomológicos.

Aspectos patológicos

El tallo de la planta de yuca es atacado por varios agentes patógenos que pueden inducir pudriciones internas o externas y chancros corticales o epidérmicos; otros, como virus, micoplasmas y algunas especies de bacterias, invaden el tallo sistémicamente, sin que se presenten síntomas visibles. Con base en lo anterior, los patógenos que atacan la planta de yuca se han clasificado en agentes patógenos sistémicos, localizados y del suelo.

Agentes patógenos sistémicos

Estos patógenos pueden ser vasculares o corticales. Entre los vasculares están los virus, las bacterias, los micoplasmas y los hongos. Los virus causan

enfermedades tales como el Mosaico Africano, el Mosaico del Estriado Marrón, el Mosaico Común Americano, el Mosaico de las Nervaduras, virus latentes (que no muestran síntomas visibles en la mayoría de los clones comerciales), el cuero de sapo y el virus caribeño. Entre las bacterias están *Xanthomonas manihotis* (añublo bacteriano) y *X. campestris* pv. *cassava; y entre los micoplasmas están los agentes que causan el superbrotamiento.*

El hongo causante del superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*) es un patógeno cortical y/o epidermal que, aunque no es propiamente sistémico, produce numerosos chancros a lo largo del tallo, debido a lo cual es muy alta su diseminación por estacas. *Diplodia manihotis*, *Fusarium solani* y *F. oxysporum* son los patógenos fungosos sistémicos más comunes de la yuca, los cuales se diseminan fácilmente a diferentes regiones al usar para siembra estacas de plantas enfermas, causando disminuciones en la germinación y pudriciones radicales severas. Los patógenos antes mencionados invaden parcial o totalmente la planta de yuca, sin que a veces aparezcan signos visibles de su presencia en la zona madura del tallo; por esta razón, un alto porcentaje de estacas provenientes de plantas enfermas está infectado, aunque las estacas se vean aparentemente sanas. Estas estacas son las que constituyen focos primarios de infección cuando se llevan de una región a otra.

En el caso de enfermedades tales como el Mosaico Africano, el cual parece no existir en el Asia (excepto en la India) ni en las Américas, es indispensable evitar la introducción de estacas provenientes del Africa o de la India. En los lugares en donde se encuentra esta enfermedad, se ha logrado disminuir su incidencia mediante la eliminación de plantas enfermas y la utilización de material de siembra procedente de plantas sanas de los cultivos afectados. Aunque existen variedades resistentes, sus estacas pueden ser portadoras del agente causal del Mosaico Africano y constituir una fuente de inóculo primario en regiones no afectadas donde se siembren variedades susceptibles.

Aunque se pueden producir plantas aparentemente sanas, es necesario probar su sanidad mediante técnicas serológicas, microscopía electrónica, hibridación de ácidos nucléicos, etc.

Generalmente, toda estaca tomada de plantas infectadas por los virus antes citados produce plantas infectadas; igualmente, algunos de estos virus pueden diseminarse por medio de machetes infestados. Por consiguiente, para evitar su dispersión, se deben obtener estacas de plantas sanas y el machete debe desinfestarse con agua-jabón entre el corte de una planta a otra. Sin embargo, la mejor recomendación es evitar la obtención de material de siembra de regiones donde algunas de estas enfermedades son endémicas.

Otro de los agentes patógenos sistémicos es la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*, agente causante del añublo bacteriano de la yuca. Se ha demostrado que es posible obtener plantas sanas de plantas infectadas, enraizando en agua estéril retoños provenientes de estacas tomadas de plantas enfermas (Figura 1). Las plantas obtenidas mediante este sistema constituyen la base para producir material de siembra libre de dicha bacteria. Este material luego puede multiplicarse mediante el sistema de propagación rápida desarrollado por Cock et al. (1975) (Figura 2) o por los sistemas tradicionales. El material sano puede usarse para sembrarlo en lotes donde no se haya sembrado yuca, o donde el patógeno haya sido erradicado mediante la rotación de cultivos. Este material de siembra puede enviarse, sin riesgo alguno, a regiones donde no exista la enfermedad.

El agente causante del superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*) también se puede diseminar por medio de estacas tomadas de plantas enfermas. Para evitar la presencia de esta enfermedad, sólo se deben sembrar estacas provenientes de plantaciones sanas. Se ha encontrado que es posible erradicar el patógeno mediante el tratamiento preventivo de las estacas afectadas con Difolatan 6000 ppm de i.a. y se recomienda usar este fungicida para tratar estacas sanas provenientes de áreas donde la enfermedad sea endémica. *Diplodia manihotis* es el agente causante de la pudrición seca del tallo y la raíz, y también se disemina por estacas provenientes de plantas enfermas. Deben tomarse estacas de plantas sanas y tratarse con Benlate (benomyl) 3000 ppm más Orthocide (captan) 3000 ppm durante 10 minutos de inmersión.

Se les debe aplicar el mismo tratamiento a las estacas tomadas de regiones donde los hongos *Fusarium oxysporum* y *F. solani* son endémicos, ya que, por su naturaleza sistémica, se diseminan por estacas tomadas de plantas enfermas.

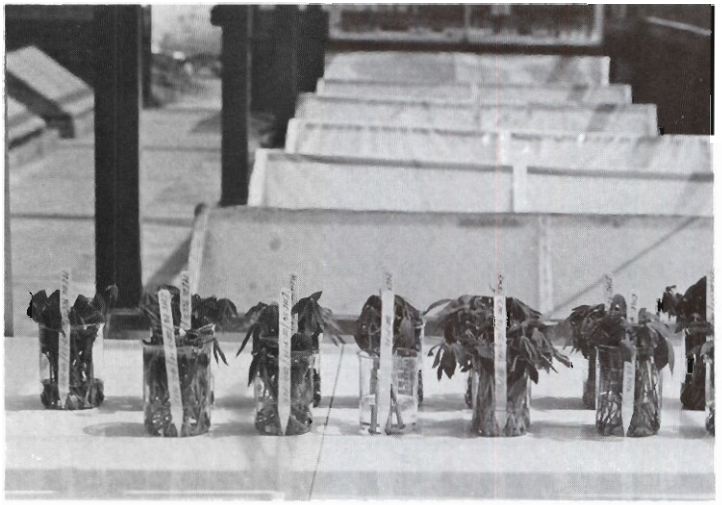

Figura 1. Enraizamiento de retoños provenientes de plantas con bacteriosis.

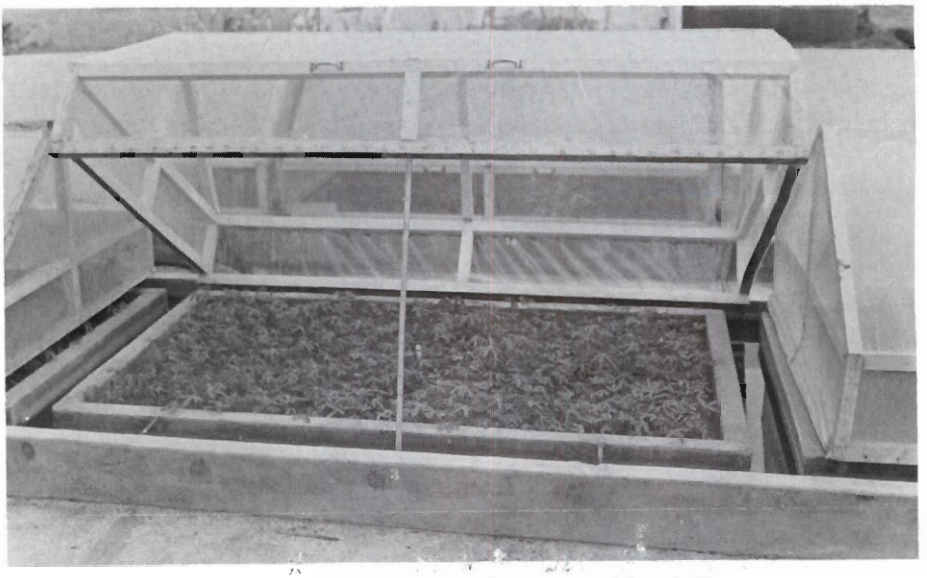

Figura 2. Cámara utilizada en el sistema de propagación rápida.

Agentes patógenos localizados

Son patógenos no sistémicos que sólo invaden una parte del tallo (por ejemplo, *Colletotrichum* sp., causante de la antracnosis y *Agrobacterium tumefaciens*, causante de la agalla bacteriana del tallo). La mayoría de estos patógenos dejan en la epidermis del tallo chancros o zonas necróticas de color marrón claro a negro; otros, como *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, causante de la pudrición bacteriana del tallo, también invaden la región medular, la cual presenta una coloración amarillenta, rojiza o marrón oscuro.

Los patógenos localizados penetran en el tallo a través de las heridas causadas por medios mecánicos o por insectos, directamente por los estomas o por invasión de los pecíolos. La invasión por estos patógenos generalmente decrece a medida que el tallo se lignifica.

Se puede usar como material de siembra toda porción del tallo que este sana y sin signo alguno de la presencia o ataque de agentes patógenos localizados. Por consiguiente, al seleccionar las estacas, se deben eliminar las porciones del tallo afectadas por estos agentes patógenos (i.e., trozos que tengan chancros, áreas epidérmicas negruzcas o medulares rojizas) (Figura 3). Se recomienda desinfestar las herramientas que se usen para cortar las estacas; para el efecto se puede utilizar formol comercial al 5%, con el objeto de evitar la transmisión de agentes patógenos en esta forma.

Agentes patógenos del suelo

La yuca es atacada por patógenos que pueden encontrarse en el suelo, tales como los siguientes: *Rigidoporus* (Fomes) *lignosus*, *Rosellinia necatrix* y *Armillariella mellea*, los cuales generalmente atacan árboles forestales y frutales perennes; *Fusarium* sp. y *Rosellinia* sp. que, además, atacan otros cultivos perennes como café, banano y plátano; y *Rhizoctonia* spp., *Sclerotium rolfsii*, *Whetzelinia* (*Sclerotinia*), *Phytophthora* spp. y *Pythium* spp., que son patógenos que atacan tanto a la yuca como a cultivos herbáceos de ciclo corto, tales como algodón y frijol.

Todos estos patógenos inician su ataque después de la siembra y su penetración ocurre por los extremos de la estaca, o directamente a través de heridas

Figura 3. Estacas con chancros y áreas epidérmicas negruzcas.

epidérmicas o por la base de los retoños o extremos de las raicillas. El daño causado por estos patógenos se puede disminuir mediante el tratamiento de las estacas, durante 5 minutos, con una mezcla que contenga Dithane M-22 más Antracol (cada uno a una concentración de 2000 ppm de i.a. por litro de agua) u Orthocide más Bavistin (cada uno a una concentración de 3000 ppm de i.a.).

Aspectos Entomológicos

Existe un complejo de artrópodos que atacan el tallo de la yuca, reduciendo la producción y la calidad del material de propagación procedente de las plantas afectadas. Existen varias especies de insectos que atacan la semilla almacenada, reduciendo considerablemente la germinación. Otros se encuentran en el suelo y atacan las estacas después de la siembra, destruyendo completamente la epidermis y las yemas de las estacas u ocasionando heridas o perforaciones, por las cuales pueden penetrar patógenos del suelo. Otros insectos cortan las raíces y retoños recién emergidos, impidiendo el desarro-

llo normal de la planta. Las especies que atacan estacas de yuca se clasifican de la siguiente manera:

Acaros e insectos en la superficie del tallo

Aunque los ácaros no tienen el hábito de atacar directamente el tallo de la planta de yuca, algunas especies de ácaros (*Tetranychus urticae* y *Oligonychus peruvianus*) normalmente atacan las hojas desarrolladas de la planta de yuca, en tanto que otros, como *Mononychellus tanajoa*, atacan las hojas tiernas y los puntos de crecimiento. El riesgo de diseminar ácaros a otras regiones es mayor cuando ha ocurrido un brote severo en una área y se transporta material de dicha área a otra zona; es así como posiblemente se introdujo el ácaro *Mononychellus tanajoa* en el Africa.

Las escamas (*Aonidomytilus albus, Saissetia miranda, Hemiberlesia diffines*) y el piojo blanco o harinoso (*Phenacoccus herreni, P. gossypii, P. manihoti*), también se diseminan de este modo. Según el grado de infestación, estos insectos pueden reducir la germinación de las estacas en un 70%. Los huevos y las larvas de otros insectos tales como los trips (*Frankliniella williamsi, Corynothrips stenopterus, Caliothrips masculinus*), también pueden encontrarse en las yemas del tallo y las ramas, y se diseminan al transportar estacas afectadas.Con el fin de evitar infestaciones de ácaros e insectos en las estacas, se recomienda el uso de insecticidas tales como Malathion (1000-3000 ppm de i.a.), Tamaron (2000 ppm de i.a.) o Basudin (2000 ppm de i.a.). Estos productos se aplican mediante la inmersión de las estacas en la solución durante 5 minutos.

Insectos localizados dentro del tallo

Los insectos que se localizan dentro del tallo de la yuca son, en general, insectos barrenadores (varias especies de coleópteros, lepidópteros y dípteros), los cuales pueden diseminarse inadvertidamente a otros sitios al transportar estacas infestadas. Los túneles y las galerías que perforan en el tallo son sitios de fácil acceso para microorganismos (hongos y bacterias) que causan pudriciones secundarias en las estacas.

Para evitar la siembra de estacas infestadas o heridas por insectos, se debe hacer una selección visual cuidadosa de los tallos en el sitio donde se van a cortar las estacas. Debe descartarse y quemarse, todo trozo de tallo que presente lesiones externas o internas causadas por insectos (Figura 4). La coloración marrón de la médula (Figura 5), con frecuencia es un indicio de daños internos.

Insectos localizados en el suelo

Algunos insectos que atacan las estacas de yuca después de la siembra se encuentran en el suelo; generalmente destruyen la corteza de las estacas y les hacen túneles que favorecen las pudriciones microbianas, causando pérdidas en la germinación y muerte de las plántulas. Los insectos más comunes en este grupo son las chizas (Coleoptera: Scarabaeidae), los comejenes (*Coptotermes* spp.) y los tierreros (*Agrotis* spp.). Para evitar su ataque, se debe incorporar al suelo clorpirifos (1 kg de i.a./ha) o carbofuran granulado (0.09 g de i.a./planta) inmediatamente debajo de la estaca. En el caso de los comejenes, se recomienda usar insecticidas de efecto residual. Los cebos tóxicos (por ejemplo, 10 kg de aserrín + 8-10 lt de agua + 500 g de azúcar o melaza + 100 g de triclorfon, para 0.5 a 1 ha) dan excelentes resultados contra tierreros.

Figura 4. Estacas con lesiones internas y externas causadas por insectos.

Figura 5. Estaca con la médula color marrón.

Aspectos agronómicos y de manejo relacionados con la calidad de las estacas de yuca

La calidad de la estaca de yuca para siembra también está determinada por los aspectos agronómicos tratados a continuación.

Variedad

Se han observado grandes diferencias entre las variedades de yuca en cuanto a la capacidad de enraizamiento de las estacas y germinación de las yemas, número de nudos por metro longitudinal de tallo y vigor de las plantas que originan. La diferencia entre variedades en lo que respecta a la germinación de las yemas, posiblemente se debe a que algunas variedades tienen las yemas más protegidas que otras. Las diferencias entre variedades se acentúan con el tiempo de almacenamiento de las estacas; a medida que aumenta el período de almacenamiento, se incrementan las diferencias. Por consiguiente, se recomienda usar variedades con un alto poder de enraizamiento y germinación, lo cual puede determinarse fácilmente, mediante el cáculo del porcentaje de plantas por estacas sembradas por variedad después de un período corto de almacenamiento de, por ejemplo, 15 días.

Edad de la planta

Para la obtención de estacas buenas, deben seleccionarse plantas maduras (es decir, que tengan entre 6 y 18 meses de edad). Aunque las estacas

obtenidas de plantas verdes, poco lignificadas, germinan, éstas son sumamente susceptibles al ataque por agentes patógenos e insectos. Además, dichas estacas no se pueden almacenar por mucho tiempo debido a que se deshidratan rápidamente. Por otra parte, su suculencia facilita el que muchas especies de microorganismos (bacterias y hongos) las infecten y les causen pudriciones severas al poco tiempo de haber sido sembradas.

Cuando las plantas tienen más de 18 meses, los dos tercios inferiores de sus tallos se encuentran altamente lignificados, razón por la cual tienen una germinación tardía y producen brotes poco vigorosos. Además, los tallos provenientes de plantas mayores de 18 meses pueden haber sufrido un mayor número de lesiones causadas por agentes patógenos localizados o por insectos (Figura 6), y presentar yemas brotadas (Figura 7) o en proceso temprano de germinación, siendo éstas últimas altamente susceptibles al ataque de patógenos. Finalmente, cuando se emplean tallos viejos, se dificulta el corte de las estacas y se aumenta el costo del transporte.

En los casos en los que se utilicen tallos que hayan sido almacenados durante algún tiempo, al hacer el corte se debe observar la emisión de latex: si éste demora en aparecer, el material debe descartarse para siembra por estar ya deshidratado. En general, se debe evitar el almacenamiento de estacas o tallos de yuca utilizando los sistemas tradicionales.

Parte apropiada de la planta para la preparación de las estacas

Este factor está estrechamente relacionado con la edad de la planta. Con variedades vigorosas y en las condiciones del CIAT, se puede usar el tercio intermedio de una planta de 8 meses (Figura 8). Sin embargo, a medida que la planta envejece, el tallo acumula mayores reservas, lo cual permite tomar estacas de la parte superior de la planta. En este caso, se puede usar el tercio superior de una planta de 18 meses y descartar la parte basal. Aquí, más bien se debería hablar de la edad del tallo y no de la planta, puesto que la edad del tallo depende básicamente de la parte de la planta donde esté localizado.

Figura 6. Plantas demasiado viejas atacadas por insectos.

Figura 7.
Estacas viejas con yemas brotadas.

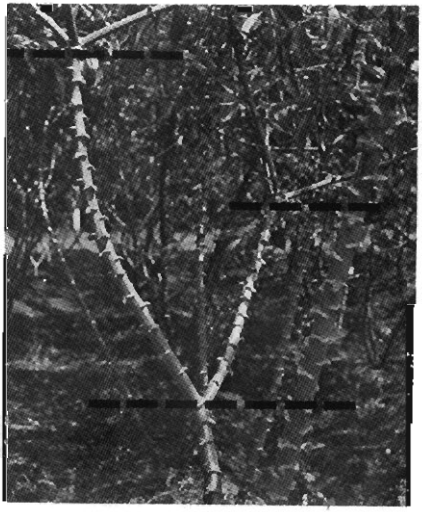

Figura 8.
Tercio medio de una planta: parte ideal para seleccionar estacas.

Diámetro de la estaca

El diámetro de la estaca está determinado por la edad de la planta y la parte de donde se corte. Para determinar el diámetro apropiado de la estaca, se debe establecer una relación entre el diámetro total y el diámetro de la médula. Para el efecto, se le hace un corte transversal a la estaca y si el diámetro medular es igual o menor al 50% del diámetro de la estaca, ésta tiene el diámetro adecuado para la siembra (Figura 9). Además, por regla general, se recomienda que el diámetro total de las estacas seleccionadas no sea inferior a la mitad del diámetro de la porción más gruesa del tallo de la variedad que se esté usando.

Longitud de la estaca

Es posible obtener una planta de yuca a partir de una estaca muy corta que sólo tenga una yema, pero las posibilidades de que germine y enraice en condiciones de campo son muy escasas, especialmente cuando no hay suficiente humedad en el suelo. Por otra parte, aunque las estacas de 60 centímetros de longitud o más, tienen mayores probabilidades de enraizar y germinar, son más costosas en cuanto al manejo y transporte, y producen un menor número de estacas por planta. Por lo tanto, se recomienda que la estaca de yuca tenga una longitud de 20 centímetros (Figura 10), siempre y cuando no haya resultados de investigaciones locales que indiquen que se debe variar esta longitud.

Número de nudos por estaca

Este factor está muy relacionado con la variedad. Estacas de 20 centímetros, cortadas de tallos con la misma edad y de la misma parte de la planta, pero provenientes de dos variedades distintas, pueden tener diferente número de nudos (Figura 11).

Cada nudo del tallo tiene una yema axilar que, teóricamente, puede producir una planta. Sin embargo, en condiciones de campo se ha observado que las estacas de uno a tres nudos enraizan poco y presentan menor germinación de

Figura 9.
Diámetro adecuado de la estaca.

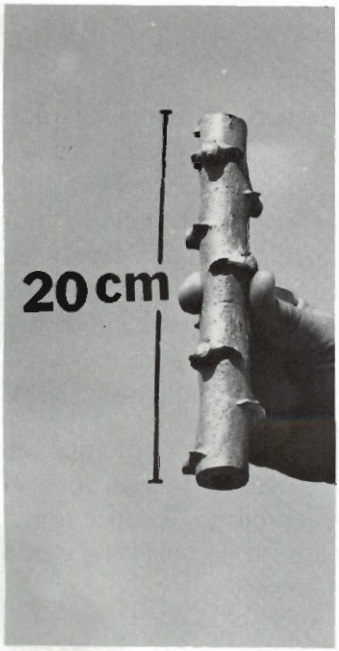

Figura 10.
Longitud apropiada de la estaca.

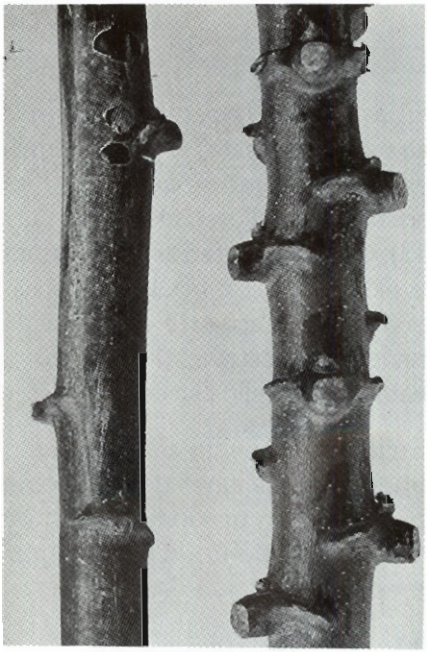

Figura 11.
Estacas de diferentes variedades con distinto número de nudos.

yemas. Estas estacas se deshidratan más rápido y los agentes patógenos pueden invadirlas totalmente en un período relativamente corto. Además, son mayores las probabilidades de que las estacas con pocas yemas pierdan la viabilidad de todas sus yemas durante la preparación, el transporte y la siembra. Además, las estacas largas, con más de 10 nudos, conservan su viabilidad porque el número de yemas es mayor. Sin embargo, como se indicó anteriormente, al usar estacas largas se necesita más material de propagación por unidad de superficie, y es mayor la posibilidad de que este material se encuentre infestado por insectos e infectado por agentes patógenos localizados.

Por consiguiente, se recomienda sembrar estacas con cinco o más nudos (Figura 12) ya que, por tener más yemas, ofrecen mayor garantía de poder obtener una planta; así, si se daña alguna de las yemas, las otras pueden germinar.

Corte y ángulo de corte de la estaca

El corte debe hacerse con un machete bien afilado o con una sierra. Cuando se usa el machete, el corte se debe hacer en el aire, lo más uniforme posible, evitando desgarrar la corteza o astillar el leño; para el efecto, es conveniente sostener el tallo en el aire con una mano, hacerle un corte pequeño (Figura 13), girarlo 180 grados y, mediante un segundo corte, terminar de desprender la estaca (Figura 14). Las estacas nunca se deben cortar apoyando los tallos en cualquier soporte, ya que ésto ocasiona desgarramiento de los tejidos y daño de las estacas (Figura 15). Cuando se utiliza una sierra para cortar las estacas, los tallos se deben sostener con las manos a lado y lado de la sierra.

En lo que respecta al ángulo de corte de la estaca, se ha observado que, en buenas condiciones de manejo del cultivo, tanto el corte transversal como el biselado, han producido buenos rendimientos; sin embargo, el corte transversal propicia un enraizamiento perimetral y uniforme, lo cual ofrece una mejor distribución de las raíces.

Daños físicos causados a las estacas

Cualquier daño físico que sufra una estaca puede desmejorar su calidad. Los daños físicos, tanto de la epidermis como de las yemas, pueden ocurrir

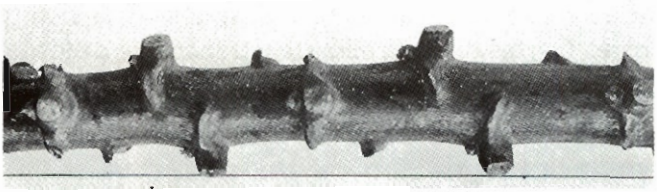

Figura 12.
Estaca apropiada para la siembra en lo que respecta al número de nudos.

Figura 13.
Corte inicial al tallo.

Figura 14.
Corte final para desprender la estaca.

Figura 15.
Estacas inapropiadas debido a daños físicos.

durante la preparación, el transporte, el almacenamiento y la siembra de las estacas, debido a golpes o a fricción (Figura 16). Cada herida es una nueva entrada para microorganismos que causan pudriciones de las estacas durante el almacenamiento o después de la siembra. Se deben evitar los golpes fuertes durante el corte y transporte de los tallos o ramas seleccionadas como material de propagación.

Almacenamiento de las estacas

Este tema se tratará en detalle en otra unidad específica, la cual cubrirá tanto el almacenamiento como el tratamiento de las estacas; sin embargo, es necesario indicar que, en cuanto sea posible, debe evitarse el almacenamiento del material de siembra, ya que durante el transcurso del mismo, las estacas están expuestas a ataques por insectos y patógenos que disminuirán su enraizamiento y germinación posterior.

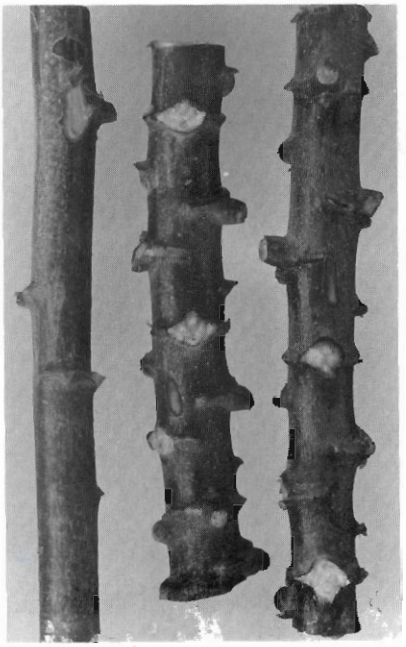

Figura 16.
Estacas inapropiadas debido a daños físicos.

Tratamiento de las estacas

En cuanto al tratamiento de las estacas, es necesario resaltar que, después de sembradas, las estacas pueden ser atacadas por un grupo de agentes patógenos e insectos que viven en el suelo, los cuales, por lo general, inicialmente atacan las yemas y también pueden penetrar a través de heridas o por la base de los retoños o raicillas. Como es difícil desarrollar una variedad resistente a este complejo de patógenos e insectos del suelo, es conveniente y necesario proteger las estacas durante su fase inicial de desarrollo para garantizar un buen enraizamiento, una buena germinación y, por consiguiente, un buen establecimiento del cultivo. Para el efecto, se recomienda tratar el material de siembra con una mezcla de fungicidas e insecticidas (Cuadro 1).

CUADRO 1. Mezcla de fungicidas e insecticidas más utilizada para el tratamiento de estacas, por su eficiencia y bajo costo.

Producto		Dosis
Nombre comercial	Nombre técnico	Gramos de producto comercial por litro de agua
Dithane M-22	maneb	2.22
Antracol	propineb	1.25
Vitigran 35%	oxicloruro de cobre	2.00
Malathion P.M. 4%	malathion*	5.00

* Si se usa C.E. 57%, se deben utilizar 1.5 c.c.

Con la mezcla que aparece en el Cuadro 1 debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Como el fungicida Dithane M-45 contiene zinc y manganeso, no es necesario agregarle a la mezcla Manzate 80; por lo tanto, la dosis del fungicida podría ser 3.0 g/litro.

El Vitigran se debe usar sólo cuando en la región existe superalargamiento.

Recientemente se han encontrado otros productos qumicos cuyas mezclas se pueden utilizar para tratar estacas que se van a sembrar inmediatamente o

que se van a almacenar; en este último caso, se ha logrado un 100% de enraizamiento y germinación con estacas tratadas y almacenadas durante 60 días. El Cuadro 2 presenta las mezclas que han demostrado ser más efectivas.

CUADRO 2. Mezclas de productos químicos para el tratamiento de las estacas antes de la siembra o del almacenamiento.

	Producto		Dosis	
	Nombre comercial	Nombre técnico	ppm	Producto comercial/litro de agua
Mezcla 1	Malathion C.E. 57%	malathion C.E.	1.000	1.5 cc/lt
	Benlate P.M. 50%	benomyl	3.000	6 g/lt
	Orthocide P.M. 50%	captan	3.000	6 g/lt
Mezcla 2	Orthocide P.M. 50%	captan	3.000	6 g/lt
	Benlate P.M. 50%	benomyl	3.000	6 g/lt
	Aldrin 2.5%	aldrin	—	1 g/estaca

En la mezcla No. 1, el Malathion debe mezclarse con el agua antes de agregar los fungicidas, con el fin de prevenir efectos de incompatibilidad; cuando las estacas se trataron con una solución en la cual el Orthocide y el Benlate se mezclaron antes de agregar el Malathion, ocurrió incompatibilidad entre los fungicidas e insecticidas, lo cual inhibió el enraizamiento y la germinación de las estacas.

En la mezcla No. 2, las estacas primero se tratan con la mezcla Orthocide-Benlate y luego con el Aldrin en polvo.

Las estacas deben sumergirse en las mezclas durante 5 minutos y luego se deben dejar a la sombra antes de sembrarlas.

En relación con el tratamiento de las estacas con fungicidas, los diversos ensayos han permitido llegar a las siguientes conclusiones:

1. Protege las estacas contra la mayoría de los agentes patógenos del suelo que atacan a la yuca, y su efecto puede durar hasta 60 días.

2. Mediante el tratamiento de las estacas con ciertos fungicidas, se acelera y aumenta la germinación de las yemas.

3. Induce el enraizamiento y crecimiento rapido de los retoños.

4. Permite el almacenamiento de las estacas por períodos considerables (más de dos meses).

Resumen

Se debe tener en cuenta, que una estaca regular o mala puede llegar a originar, en condiciones adecuadas, una planta aparentemente normal y sana; sin embargo, el rendimiento de esta planta será siempre inferior o a veces nulo, comparado con el rendimiento de una planta proveniente de una estaca de buena calidad.

Desde el punto de vista de la producción de yuca, lo que interesa es el rendimiento de raíces por unidad de tiempo y por unidad de área. Para conseguir el máximo rendimiento, es necesario hacer una buena selección de las estacas, lo cual se puede resumir así:

1. De una plantación de yuca sana, escoger plantas de una variedad vigorosa; tomar de ellas trozos de tallo con la madurez apropiada —de 8 a 18 meses de edad — y cortar estacas de 20 cm de longitud, con 5 a 7 nudos y con un diámetro no inferior a la mitad del grosor máximo del tallo de la planta.

2. Debe evitarse que las estacas sufran daños físicos durante su preparación, transporte y siembra.

3. No se debe introducir material de propagación procedente de regiones infectadas por Mosaico Africano, en regiones donde no exista esta enfermedad. También se debe evitar la introducción de estacas provenientes de regiones donde el añublo bacteriano o el superalargamiento de la yuca estén presentes. Cuando estas enfermedades existan en la región, como fuente de material para siembra solamente se deben seleccionar aquellas plantaciones que permanezcan sanas durante los períodos lluviosos. Si no es posible encontrar plantaciones sanas, se debe producir

material libre del añublo bacterial y tratar las estacas con algunos fungicidas que erradiquen el agente causante del superalargamiento (Difolatan, 6000 ppm).

4. No se deben tomar estacas de plantas que presenten síntomas de virus, micoplasmas o cuero de sapo. Debe quemarse toda planta que presente éstos síntomas.

5. Al prepararlas, cada una de las estacas debe ser cuidadosamente observada, y destruir todo trozo de tallo que muestre signos de la presencia de agentes patógenos localizados (chancros y pudriciones locales epidérmicas o medulares) y daños causados por insectos (galerías, túneles o heridas epidérmicas).

6. Las estacas se deben tratar con fungicidas e insecticidas inmediatamente después de ser cortadas de la planta y antes del almacenamiento. El tiempo de almacenamiento debe ser mínimo y en condiciones óptimas.

7. No se deben sembrar estacas en suelos infestados por insectos (chizas, comejenes, tierreros y gusanos trozadores), sin antes haber aplicado insecticidas alrededor de las estacas o al suelo.

8. Finalmente, la siembra se debe realizar cuando el suelo tenga suficiente humedad y evitar hacerlo durante períodos secos. Deben emplearse buenas prácticas agronómicas y darle al suelo la preparación adecuada para el cultivo.

Preguntas de estudio

Por favor conteste marcando con una (X) si las siguientes preguntas son falsas o verdaderas:

		F	V
1.	La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* es un agente patógeno sistémico cortical, en tanto que el hongo *Sphaceloma manihoticola* es un agente patógeno vascular.	( )	( )
2.	Los agentes patógenos localizados no dejan chancros de color café oscuro a negro en la corteza de los tallos atacados.	( )	( )
3.	Según el grado de infestación, el ataque de los insectos a las estacas, puede llegar a reducir su germinación hasta en un 70%.	( )	( )
4.	Las diferencias entre las variedades en cuanto a su germinación se acentúan con el almacenamiento.	( )	( )
5.	Para obtener estacas de buena calidad, se deben seleccionar de plantas de más de 18 meses de edad.	( )	( )
6.	Al cortar el tallo de una planta de yuca se observa la presencia de latex, lo cual permite determinar la capacidad de germinación de las estacas.	( )	( )
7.	Las estacas tiernas son mejores para el almacenamiento.	( )	( )
8.	Sea cual fuere la edad de la planta de la cual se van a obtener las estacas, éstas siempre se deben seleccionar del tercio medio de la planta.	( )	( )
9.	Una estaca se considera adecuada para la siembra cuando el diámetro de la médula es igual o mayor a la mitad del diámetro de la estaca.	( )	( )
10.	Las estacas de yuca para siembra deben tener como mínimo 20 centímetros de longitud y cinco o más nudos.	( )	( )
11.	Para el tratamiento de las estacas, se deben sumergir durante 3 minutos en la mezcla de fungicidas e insecticidas y sembrarlas inmediatamente.	( )	( )

12. Para obtener una buena distribución de raíces, el ángulo de corte de las estacas debe ser en bisel. ( ) ( )

13. Los daños físicos ocasionados a las estacas demeritan su calidad, tanto por dañar las yemas como por servir de puerta de entrada a microorganismos patógenos. ( ) ( )

14. El enraizamiento y la germinación de las estacas no son afectados por el almacenamiento de las mismas. ( ) ( )

Referencias

BELLOTTI, A. and SCHOONHOVEN, A. Van. 1977. Mite and insect pests of cassava. Annual Review of Entomology. (En imprenta).

BOCK, K.R. and GUTHRIE, E.J. 1976. Recent advances in research on cassava viruses in East Africa. *In*: African Cassava Mosaic. B.L. Nestel (ed.). Ottawa, Canada, International Development Research Centre. pp. 11-16.

CASTRO, A., TORO, J.C. y CELIS, E. 1976. Métodos de siembra y cuidado inicial de la yuca. *In*: Curso sobre Producción de Yuca. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 217-224.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1974. Annual Report 1973. Cali, Colombia, CIAT. 260 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1975. Annual Report 1974. Cali, Colombia, CIAT. 253 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1976. Sistemas de Producción de Yuca. *In*: Informe Anual, CIAT 1975. Cali, Colombia, CIAT, pp. B1-B63.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1977. Cassava Production Systems Program. *In*: Annual Report 1976. Cali, Colombia, CIAT. pp. B1-B76.

COCK, J.H., WHOLEY, D.W., LOZANO, J.C. y TORO J.C. 1976. Sistema rápido de propagación de yuca. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Boletin Serie ES-20. 12p.

COSTA, A.S. y NORMANHA, E. 1939. Notas sobre o tratamento de manivas de mandioca (*Manihot utilissima*) em agua aquecida a diversas temperaturas. Revista de Agricultura. Piracicaba 14:227-230.

COSTA, A.S. y KTAJIMA, E.W. 1972. Studies on virus and mycoplasma diseases of the cassava plant in Brazil. *In*: Proceedings IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop. Ibadan, Nigeria, International Institute of Tropical Agriculture. pp. 18-36.

HUERTAS, A.S. 1940. A study of the yield of cassava as affected by the age of cuttings. Philippine Agriculturist 28: 762-770.

KARTHA, K.K. y GAMBORG, O.L. 1975. Elimination of cassava mosaic disease by meristem culture. Phytopathology 65:826-828.

KRAUSZ, J., LOZANO, J.C. y THURSTON, H.D. 1976. A new anthracnose-like disease of cassava. Annual Proceedings of the American Phytopathology Society (resumen).

LOZANO, J.C. 1972. Status of virus and mycoplasma-like diseases of cassava. *In*: Proceedings of the IDRC/IITA Cassava Workshop. Ibadan, Nigeria, International Institute of Tropical Agriculture. pp. 2-12.

LOZANO, J.C. y BOOTH, R.H. 1974. Diseases of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). PANS 20: 30-54.

LOZANO, J.C. and SEQUEIRA, L. 1974. Bacterial blight of cassava in Colombia. I. Etiology. Phytopathology 64: 74-82.

LOZANO, J.C. and SEQUEIRA, L. 1974. Bacterial blight of cassava in Colombia. II. Epidemiology and control. Phytopathology 64: 83-88.

LOZANO, J.C. and WHOLEY, D.W. 1974. The production of bacteria-free planting stock of cassava. World Crops 26: 115-117.

LOZANO, J.C. 1975. Bacterial blight of cassava. PANS 21: 38-43.

LOZANO, J.C. 1976. The threat of introducing cassava diseases and pests on propagation material. *In*: Plant Health and Quarantine Problemas Arising in International Genetic Resources Transfer. FAO (Food and Agriculture Organization). (En imprenta).

LOZANO, J.C., BELLOTTI, A., SCHOONHOVEN, A. Van, HOWELER, R., HOWELL, D. y DOLL, J. 1976. Problemas en cultivos de yuca. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín Serie GS-16:127p.

LOZANO, J.C. y TERRY, E.R. 1976. Enfermedades de la yuca y su control. Noticias Fitopatológicas 5: 38-44.

OLIVEROS, B. LOZANO, J.C. and BOOTH, R.H. 1974. A Phytophthora root rot of cassava in Colombia. Plant Disease Reporter 58: 703-705.

PETERSON, J.F. and YANG, A.F. 1976. Characterization studies of cassava mosaic agents. *In*: African Cassava Mosaic. B.L. Nestel (ed.), Ottawa, Canada, International Development Research Centre. pp. 17-25.

ROGERS, D.J. 1963. Studies on *Manihot esculenta* Crantz related species. Torrey Botanical Club Bulletin 90: 1-43.

TAKATSU, A. y LOZANO, J.C. 1975. Translocación del agente causal del añublo bacterial de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en los tejidos del hospedero. Fitopatología 10: 13-22.

TORO, J.C., CASTRO, A. y CELIS, E. 1976. Selección y preparación de material para siembra de yuca. *In*: Curso sobre Producción de Yuca. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). pp. 197-204.

Respuestas a las preguntas de estudio

1 = F; 2 = F; 3 = V; 4 = V; 5 = F; 6 = V; 7 = F; 8 = F; 9 = F; 10 = V; 11 = F; 12 = F; 13 = V; 14 = F.