



PARTE B

# El Cultivo

PAGINA EN BLANCO

48

## CAPÍTULO 4

# Semilla Vegetativa de Yuca

Javier López\*

### Introducción

Debido a su sistema de propagación vegetativa, que permite formar clones, la yuca es una especie en la cual todas las plantas de una misma variedad deberían ser iguales, tanto en su aspecto exterior como en la producción de raíces y follajes.

Sin embargo, los factores ambientales bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (clima y suelo) pueden modificar considerablemente las plantas individuales, afectando aspectos tales como altura, vigor, floración, ramificación, producción de raíces, contenido de almidón y de HCN, entre otros.

Uno de los aspectos más importantes que el ambiente puede afectar es la calidad del material de siembra, llegando a causar su degradación hasta el punto de hacer desaparecer una variedad dada.

Enfermedades de tipo sistémico, como las causadas por algunos virus, bacterias y micoplasmas; baja fertilidad, desbalance de los nutrientes y aun niveles moderados de salinidad en los suelos, son algunos de los factores que, además de reducir el rendimiento de las plantas directamente afectadas, reducen la capacidad del material de siembra obtenido de ellas para expresar el potencial de rendimiento de los genotipos.

El efecto de tales factores negativos durante varios ciclos de propagación vegetativa puede

producir una disminución acumulativa en la calidad del material de siembra, ocasionando su degeneración paulatina (Lozano et al., 1984).

Por otra parte, la utilización de estacas de buena calidad, como parte de un conjunto de prácticas de cultivo, permitiría la obtención de plantaciones sanas, vigorosas y con producciones cercanas al potencial de rendimiento de los genotipos.

### Situación de la 'Semilla' de Yuca

La oportuna disponibilidad de material de siembra de buena calidad constituye un factor decisivo para la diseminación y utilización de nuevas variedades de yuca. La falta de semillas mejoradas ocurre aun en cultivos de propagación sexual sencilla, pero naturalmente se acentúa en la yuca por la biología de la especie, la situación socioeconómica del agricultor que la produce y la falta de sistemas organizados de abastecimiento de semillas (estacas).

### Aspecto biológico

La yuca es uno de los pocos cultivos cuyo material de siembra por sí solo no tiene ningún valor. En los cultivos de granos (maíz, frijol, etc.) y aun, en cultivos de propagación vegetativa como papa, ñame, caña de azúcar, entre otros, el material de siembra que no se utiliza como semilla, de todas maneras tiene valor como alimento. Semillas como las de cultivos hortícolas, que tampoco tienen otra utilidad, por lo menos poseen la ventaja de ocupar muy poco espacio y de poderse conservar por períodos prolongados bajo buenas condiciones de almacenamiento. La yuca, en cambio, se siembra

\* Ingeniero agrónomo, M.Sc., Suelos, Mejoramiento de Yuca, CIAT, Cali, Colombia.

para aprovechar sus raíces, y los tallos que no se utilizan como semilla no poseen otra cualidad que les de valor.

Adicionalmente, la yuca posee algunas características que dificultan la producción de semilla en mediana o grande escala.

**Bajo potencial de almacenamiento**

El material de siembra de yuca se deteriora durante el almacenamiento debido a la deshidratación de los tallos, pérdida de reservas por brotación y ataque de plagas y patógenos, lo cual ocasiona una disminución paulatina de la cantidad de estacas aprovechables, a medida que aumenta el período de almacenamiento.

A pesar de los esfuerzos realizados por los investigadores, no se dispone hasta el momento de una tecnología que solucione estos problemas, pero se sabe que el potencial de almacenamiento es una característica varietal que permite, con algunos cultivares como el MCOL 1468, hacer almacenamientos tan prolongados como de 6 meses, mientras que otros como el MCOL 1684 se deterioran en menos de un mes.

El hábito de crecimiento está relacionado con dicha diferencia varietal, ya que clones no ramificados o de ramificación tardía permiten mejor almacenamiento que los de ramificación temprana. Adicionalmente, hay indicios de que el estado nutricional de las plantas madres también afecta el potencial de almacenamiento de los tallos.

**Baja tasa de multiplicación**

En promedio, una planta madura de yuca en buenas condiciones sólo produce alrededor de 10 estacas comerciales de 20 cm, cifra que puede reducirse a 5 estacas o incluso menos, dependiendo de las condiciones de cultivo. Esto significa que de 1 ha sólo se podrían obtener en un año estacas suficientes para sembrar 10 ha nuevas, lo cual representa una tasa de multiplicación bastante baja si se compara con algunos cultivos de granos (Figura 4-1).

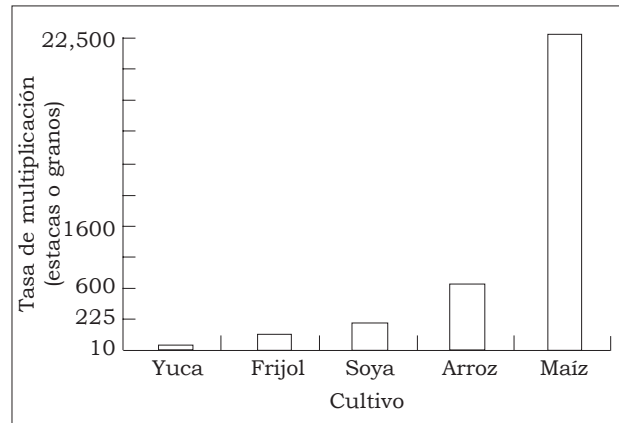


Figura 4-1. Tasa de multiplicación de algunos cultivos.

Esta situación trae las siguientes consecuencias:

1. Es muy difícil expandir rápidamente el área sembrada.
2. Los gastos incurridos en 1 ha de cultivo deben dividirse entre un bajo número de estacas.
3. El productor de semillas debe dedicar una gran cantidad de terreno a la obtención de material de siembra (Cuadro 4-1).

**Peso y volumen**

El manipuleo y transporte de estacas de yuca son operaciones dispendiosas y costosas, debido a lo elevado de su peso y volumen. Una sola estaca de yuca tiene un peso equivalente al de 230 semillas de maíz; el material de siembra para 1 ha (10,000 estacas) pesa alrededor de 0.7 t y ocupa un volumen aproximado de 2 m<sup>3</sup>. Esta es una de las razones por las cuales muchos agricultores tienden a usar estacas

Cuadro 4-1. Parcela de semillas necesaria para sembrar 100 hectáreas.

Cultivo	Area
Yuca	12.5 <sup>a</sup>
Arroz	2.5 <sup>b</sup>
Soya	4.0 <sup>b</sup>
Frijol	6.7 <sup>b</sup>
Maíz	0.7 <sup>b</sup>

a. Terreno ocupado durante un año.  
 b. Terreno ocupado durante un semestre.

Cuadro 4-2. Peso y volumen aproximados de las semillas de algunos cultivos.

Cultivo	Peso de 100 semillas (g)	Semilla para 1 ha	
		Peso (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Yuca (estacas)	7,000	700	2.00
Arroz	2.4	150	0.26
Soya	16	90	0.12
Frijol	45	80	0.10
Maíz	30	20	0.03

pequeñas. En el Cuadro 4-2 se compara el peso y el volumen de la semilla de yuca con los de otras especies.

### **Agricultores marginales**

La mayor parte de la producción de yuca la realizan pequeños agricultores, utilizando sistemas tradicionales de producción y obteniendo rendimientos bajos, aunque estables. Las áreas yuqueras se caracterizan por tener poca infraestructura y sus suelos son generalmente pobres, llegando a considerarse, en algunos casos, como marginales para la producción agrícola.

Esta pobre fertilidad del suelo conduce a la obtención tanto de una reducida producción de raíces como de un material de siembra de mala calidad, debido, principalmente, a su bajo contenido de reservas nutricionales. Estos cultivadores usan prácticas agronómicas que demandan el uso intensivo de mano de obra y tienen muy pocos recursos para trabajar.

### **Demanda incierta**

Los agricultores yuqueros habitualmente producen su propio material de siembra, ya que por ser un cultivo de propagación vegetativa, su siembra, generalmente, coincide con la cosecha del cultivo anterior.

El agricultor que compra semilla de yuca se encuentra en una de estas circunstancias:

- Siembra por primera vez.
- Dejó de sembrar por un tiempo largo, durante el cual no pudo conservar su material de siembra.

- Desea cambiar de variedad.
- Desea aumentar considerablemente el tamaño de su plantación.

El volumen de ventas de un productor de semilla de yuca está en función de las variaciones en el área sembrada que, a su vez, depende del comportamiento en el precio de las raíces.

## **Calidad de las Estacas**

Para que la semilla sea un componente tecnológico altamente productivo, requiere poseer calidad. La experiencia ha demostrado que una semilla de buena calidad permite obtener buenos resultados en el campo, mientras que una semilla de mala calidad conduce a resultados pocos satisfactorios y fracasos.

La calidad es un conjunto de cualidades genéticas, fisiológicas y sanitarias que dan a las estacas su capacidad para dar origen a plantas productivas. La presencia en niveles altos de estos tres componentes esenciales de la calidad, permite que la semilla se encuentre en su máxima calidad integral. Por otro lado, la debilidad de cualquiera de sus componentes introduce el factor limitante. Es así como genotipos perfectos no podrían expresar su verdadero potencial si la semilla está fisiológicamente deteriorada y muestra mala germinación.

Los atributos cualitativos de una variedad, generada por los trabajos de mejoramiento genético, solamente serán transferidos al agricultor en el caso de que no haya deterioro de sus características de generación en generación en el proceso de multiplicación de semillas.

### **Calidad genética**

Esta calidad se produce en la etapa de mejoramiento genético. Los trabajos de cruzamientos, selecciones y pruebas regionales están orientados a escoger aquellos materiales que contienen un programa genético apropiado para las condiciones encontradas en las diferentes zonas agroecológicas. Cuando los materiales seleccionados se cristalizan en variedades aceptables para los usuarios, se

procede a recomendar su utilización masiva y comercial.

Para ser útil a la comunidad agrícola serán necesarias cantidades masivas de estacas de dicha variedad, y es en el proceso de multiplicación cuando aparece la necesidad de mantener la identidad genética.

La calidad genética se puede asegurar sembrando semillas auténticas, es decir, que el material de siembra se tome de cultivos certificados por entidades como el ICA, donde no haya mezclas varietales, y manteniendo esa autenticidad con metodologías preventivas (por ejemplo, evitando la siembra en terrenos que inmediatamente antes hayan sido sembrados con otra variedad de yuca) e inspecciones para eliminar plantas fuera de tipo.

Los factores genéticos que más afectan la producción de semilla de una variedad de yuca son su vigor general y el hábito de ramificación. Mientras que el vigor incide en el crecimiento total de la parte aérea de la planta y, por lo tanto, en la cantidad de ramas de las cuales se pueden obtener estacas, el hábito de ramificación influye sobre la disponibilidad de tallos primario y secundario, que son las partes más usadas para material de siembra.

En términos generales, las variedades vigorosas producen más estacas que las no vigorosas, pero la mayor diferencia radica en el tipo de ramificación, ya que en variedades con ramificación tardía, la proporción de tallos primario y secundario es mayor que en genotipos con ramificación temprana, obteniéndose, por lo tanto, un mayor número de semillas y de mayor peso promedio.

### **Calidad fisiológica**

El resultado tangible de la calidad fisiológica está en la facultad de la estaca de brotar y dar origen a una planta vigorosa. En la calidad fisiológica se incluyen los siguientes aspectos:

#### **Nutrición de la semilla**

El contenido nutricional de las estacas es fundamental para la iniciación de la nueva planta, ya que durante los 20 días siguientes a la siembra su crecimiento se realiza exclusivamente a expensas de las reservas

acumuladas en los tallos. Tres semanas después de la siembra, con la aparición de las primeras hojas y raíces, la fotosíntesis empieza a contribuir al crecimiento de la planta, la cual, sin embargo, continúa utilizando las reservas nutritivas de la estaca hasta los 40 días (Hunt et al., 1977).

Se ha encontrado que la fertilidad del suelo tiene un marcado efecto sobre el crecimiento de la parte aérea de la yuca y, en especial, sobre el estado nutricional de los tallos utilizados como material de siembra.

En suelos poco fértiles, tanto la calidad como la cantidad que se producen son reducidas, pero se pueden estimular considerablemente por medio de la fertilización. Esta fertilización conduce a un aumento en el nivel de reservas nutricionales de los tallos, lo cual permite mejorar su desempeño cuando se utilizan como material de siembra.

En efecto, se han estudiado diferentes niveles de N, P y K en terrenos plantados con parcelas de semillas. Los resultados mostraron que tanto la concentración como el contenido de N, P y K en los tallos varían según el nivel de N, P y K en el suelo. Así, plantas de yuca sembradas en un suelo de baja fertilidad produjeron tallos con bajo contenido de N, P y K. Cuando en dicho suelo se aplicó un nivel alto de fertilización, los tallos producidos presentaron contenidos altos, no solamente de N, P y K, sino también de almidón, azúcares reductores y azúcares totales (Cuadro 4-3).

Cuando esos tallos se utilizaron como material de siembra, se encontró que el porcentaje de germinación de las estacas era fuertemente influido por el nivel de K, así como por el equilibrio del K con el N y el P.

Cuadro 4-3. Contenido nutricional de las estacas, según el nivel de fertilización del suelo en el que se obtuvieron (mg/estaca).

	Nivel de fertilización		
	Bajo	Intermedio	Alto
N	70	131	139
P	10	23	25
K	19	49	72
Almidón	2,620	3,390	4,290
Azúcares reductores	330	460	500
Azúcares totales	390	520	680

Es importante resaltar que el hecho de sembrar las estacas obtenidas de un suelo, con o sin aplicación de fertilizantes, no incidió en su capacidad de germinación, ya que lo importante para este proceso fue la cantidad de reservas nutricionales que tuvo la estaca.

Utilizando estacas con un alto contenido nutricional fue posible obtener plantas en una mayor producción de tallos aptos para usar como material de siembra; esto es muy importante para programas de producción de semilla, debido a la baja tasa de multiplicación que tiene la yuca (Cuadro 4-4).

Adicionalmente, una fertilización de la parcela de semillas con énfasis en K, permitió que las estacas obtenidas produjeran, a su vez, una mayor cantidad de follaje, lo cual es un factor de especial interés en la realización de una agricultura sostenible en regiones de ladera, ya que al aumentar la cobertura del suelo, disminuye la erosión hídrica.

Finalmente, el uso de estacas con un adecuado contenido nutricional permitió obtener aumentos en la producción total de raíces frescas, debido, principalmente, a un mayor tamaño de las raíces y, en menor grado, a un mayor número de raíces producidas (Cuadro 4-5).

Cuadro 4-4. Efecto del contenido nutricional de las estacas en la producción promedio de tallos. Variedad MCOL 1684.

Contenido nutricional de las estaca	Producción promedio en kg/ha (peso fresco)
Bajo	3,252
Intermedio	3,611
Alto	4,658

Cuadro 4-5. Efecto del contenido nutricional de las estacas en la producción promedio de raíces totales. Variedad MCOL 1684.

Contenido nutricional de las estacas	Rendimiento promedio en t/ha (peso fresco)
Bajo	16,260
Intermedio	21,180
Alto	27,160



Figura 4-2. Diferencia entre una planta originada de semilla bien nutrida y otra de semilla mal nutrida, en suelos y condiciones similares.

En la Figura 4-2 se aprecian dos plantas de la misma variedad (MCOL 1684) y de la misma edad (12 meses). La planta del lado izquierdo se originó de una estaca con bajo contenido nutricional ( $N_0P_0K_0$ ), mientras que la del lado derecho se originó en una estaca con alto contenido nutricional ( $N_2P_2K_2$ ).

Ambas estacas fueron sembradas en un terreno ácido y poco fértil sin fertilización. Esto significa que la diferencia entre estas dos plantas se debe exclusivamente a la cantidad de reservas nutricionales que tenían las estacas.

Por lo tanto, la utilización de estacas de buena calidad nutricional que permitan mostrar el verdadero potencial de rendimiento de las variedades es un componente tecnológico de bajo costo que permitiría a los agricultores aumentar la producción de yuca, con una adecuada conservación del suelo.

Lo expuesto anteriormente tiene gran importancia en programas de producción de semilla, particularmente los dirigidos hacia regiones de suelos ácidos e infértiles clasificados, principalmente, como Oxisoles y Ultisoles, y que en países como Colombia, Venezuela, Brasil y Bolivia son áreas yuqueras actuales o potenciales.

### Edad de la semilla

Una estaca de yuca normalmente produce de uno a cuatro brotes que forman los tallos primarios. La aparición de flores produce la ramificación de estos tallos primarios, con la

consecuente formación de los tallos secundarios, terciarios y así sucesivamente, de acuerdo con el ciclo de floración y ramificación de la variedad. Por consiguiente, los tallos primarios de la planta representan el tejido de mayor edad, mientras que los tallos secundarios, terciarios y de formación más reciente representan el tejido más joven.

El aumento en la edad del tejido trae como consecuencia un aumento en el grosor y estado de lignificación del xilema, junto con una reducción proporcional del tejido medular. Cuando este proceso ha avanzado lo suficiente, los tallos se consideran maduros y aptos para servir como semilla, ya que su grosor y lignificación les suministran suficientes reservas nutricionales y resistencia a la deshidratación.

En realidad, cualquier sección de la planta, desde la parte basal hasta el meristema apical, permite la obtención de una nueva planta, pero en el ámbito comercial es conveniente descartar la parte herbácea que, por su bajo contenido de materia seca, tiene una alta probabilidad de deshidratarse en el campo después de la siembra; se utiliza el resto de la planta como materia de siembra.

Sin embargo, parece que existe relación directa entre la edad de la semilla y el comportamiento de la nueva planta. La mayoría de los investigadores opinan que con estacas tomadas de los tallos primarios o parte basal se obtienen plantas con rendimientos más altos que los obtenidos con estacas de parte apical.

Esta diferencia en los rendimientos podría atribuirse a diferencia en reservas nutritivas de las estacas, ya que la composición química de las mismas (N, P, K, Ca y Mg) varía entre diferentes secciones a lo largo del tallo. El aumento en rendimiento, a medida que aumenta la edad de las estacas, podría deberse entonces a una mayor concentración de elementos nutritivos, principalmente, N y K, y a un mayor contenido de materia seca, como se observa en el Cuadro 4-6 (Enyi, 1970). Así, la mayor cantidad total de N, P, K, almidón y fibra se acumula en la porción más vieja de los tallos.

### **Viabilidad de la semilla**

La viabilidad de las estacas está directamente relacionada con su contenido de

Cuadro 4-6. Peso seco de las estacas, y rendimiento de raíces.

Sección de estaca	Peso seco de estacas (g/estaca)	Rendimiento (kg/planta)
1 (basal)	47.2	3.47
2	41.0	2.65
3	36.6	2.35
4	32.6	1.98
5	27.2	1.65
6 (apical)	24.2	1.80

FUENTE: Enyi, 1970.

humedad. En una planta de 10-12 meses, los tallos tienen alrededor de 70% de humedad, y las estacas que ellos produzcan tendrán viabilidad cercana a 100%. Una vez cortadas, se inicia la deshidratación de las estacas, que se acelera cuando son almacenadas en un lugar con alta temperatura y baja humedad relativa, y su efecto es tan severo que una disminución de 20% en el contenido de humedad puede ocasionar una reducción de 50% en la brotación de las semillas (Cuadro 4-7).

Un indicativo visual para estimar el contenido de humedad y, por ende, la viabilidad de las estacas, es la velocidad con la que el látex característico de las plantas *euforbiáceas* fluye de una estaca recién cortada. Si fluye inmediatamente significa que tiene suficiente humedad y, por lo tanto, un buen poder de germinación. A medida que una estaca se deshidrata, se hace más lenta la aparición del látex y es menor su cantidad.

### **Calidad sanitaria**

En la producción del material de siembra se pueden presentar problemas sanitarios inducidos por patógenos (hongos, bacterias, micoplasmas y virus), y por plagas (insectos y ácaros), los cuales reducen la cantidad de estacas que puede producir cada planta, pero

Cuadro 4-7. Influencia de la pérdida de humedad en la viabilidad de las estacas de yuca.

Pérdida de humedad (%)	Reducción de la brotación (%)
10	10
20	50
60	100

también reducen la calidad del material de propagación, lo cual se refleja en bajos rendimientos. También representan un riesgo en las áreas donde se introduzca el material afectado (Lozano et al., 1986).

### **Enfermedades transmitidas por estacas**

La yuca puede ser atacada por varios agentes patógenos que se transmiten por medio del material de siembra y que están en capacidad de disminuir los rendimientos del cultivo por varias causas:

- Disminución en la brotación de las estacas.
- Muerte de las estacas después de la brotación.
- Reducción en el vigor normal de las plantas.
- Reducción en el número de raíces engrosadas.
- Permanencia de inóculo potencial para siembras futuras.

Dichos patógenos pueden ser sistémicos o localizados.

### **Patógenos sistémicos**

Son aquellos capaces de invadir toda la planta. Generalmente no producen síntomas en los tejidos lignificados y maduros, lo cual dificulta la identificación del material enfermo una vez cortado. Casi siempre los síntomas se desarrollan en el sistema foliar o ramas jóvenes, poco lignificadas, o aun en el sistema radical (Lozano y Jayasinghe, 1982).

Estas plantas constituyen la fuente del inóculo primario en una nueva plantación. Entre los patógenos sistémicos diseminados por el material de siembra están:

**Hongos.** El patógeno fungoso sistémico más importante de la yuca es *Diplodia manihotis*, el cual produce estriados necróticos marrones a lo largo del sistema vascular afectado. Otros menos importantes son *Fusarium solani* y *F. oxysporum*. El hongo *Sphaceloma manihoticola*, causante del superalargamiento, aunque no es propiamente sistémico, produce una gran

cantidad de esporas en chancros epidérmicos sobre los tejidos maduros del tallo, de un tamaño tan diminuto que hace inidentificable el patógeno, y el gran número de ellos lo hace parecer sistémico (Lozano y Jayasinghe, 1982).

**Bacterias.** La enfermedad bacteriana más importante y una de las más graves del cultivo es el añublo bacteriano, causado por *Xanthomonas axonopodis* p.v. *manihotis*, el cual puede producir pérdidas económicas de más de 50%. Cuando las estacas de yuca están infectadas del añublo bacteriano, pueden ocurrir pérdidas de germinación superiores a 25%. Este patógeno se restringe a los tejidos del xilema de los tallos inmaduros del hospedero, debido a que la bacteria es incapaz de degradar los tejidos lignificados del tallo; por lo tanto, es muy difícil detectar la presencia de esta bacteria en tallos lignificados que son los usados normalmente para la siembra, cuando ya han sido cortados para semilla. Además, la severidad de la enfermedad se reduce considerablemente durante los períodos secos del año; por lo tanto, en esta época, la selección visual de material de propagación sana procedente de una plantación infectada es a veces imposible. Considerando su capacidad diseminante (debido al efecto de la lluvia, insectos, herramientas y suelo infestado), la dispersión del patógeno puede ocurrir en períodos relativamente cortos a partir de unas pocas plantas enfermas (Lozano, 1982).

**Micoplasmas.** El superbrotamiento, enfermedad causada por un micoplasma, se ha encontrado en Brasil, Venezuela, México y en la región amazónica de Perú. Aunque su incidencia no es de consideración, se ha encontrado que las plantas afectadas producen hasta 80% menos que las sanas (Lozano, 1982).

**Virus.** Los virus pueden producir en las plantas síntomas foliares, como son el mosaico africano, el mosaico común americano, el mosaico de las nervaduras y el mosaico caribeño, o síntomas radicales, como el cuero de sapo. También hay virosis que no muestran síntomas visibles aparentes en algunos cultivares (portadores), limitándose a reducir paulatina y levemente su vigor normal y producción.

Aunque se pueden producir plantas sanas, es conveniente probar su sanidad, mediante técnicas de laboratorio como serología,

microscopía electrónica, hibridación de ácidos nucleicos, entre otras (Lozano y Jayasinghe, 1982).

### **Patógenos localizados**

Son aquellos cuya capacidad invasora no es sistémica, o sea, que sólo invaden zonas o partes limitadas del tallo. Su presencia se caracteriza por la formación de chancros, agallas y áreas necróticas.

Pertencen a este tipo *Erwinia carotovora* pv *carotovora* (pudrición bacterial del tallo), que ocasiona degradación de la médula, la cual presenta una coloración amarillenta, rojiza o marrón oscuro; *Agrobacterium tumefaciens* (agalla bacterial del tallo), que produce agallas en los nudos del tallo; *Colletotrichum* spp. (antracnosis) y *Phoma* spp. (mancha de anillos circulares), que causan llagas epidermales y corticales (Lozano y Jayasinghe, 1982). 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 peciolos. 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 esté sana y, por consiguiente, al seleccionar las estacas se deben eliminar las porciones del tallo afectadas por estos agentes patógenos (CIAT, 1987b).

Como norma general, el material de propagación de yuca debe colectarse de plantaciones aparentemente libres de patógenos sistémicos. Esta aparente sanidad es necesario verificarla mediante inspecciones a los cultivos en épocas con condiciones climáticas favorables al desarrollo de las enfermedades; por ejemplo, desde la mitad hasta el final de la estación lluviosa, los síntomas de superalargamiento, añublo bacterial y mosaicos causados por virus son más notorios que durante la sequía. Antes de hacerse la colección respectiva deben identificarse las plantas más vigorosas y sanas de las plantaciones (Lozano y Jayasinghe, 1982).

### **Plagas transmitidas por estacas**

Entre los daños que los insectos pueden ocasionar al cultivo de la yuca están la reducción en la germinación y el establecimiento

de las plantas mediante el ataque al material de siembra. La diseminación de huevos de insectos y ácaros es más probable que la de larvas y adultos, ya que éstos vienen sobre la epidermis del tallo, lo cual hace que sean relativamente fáciles de detectar. Sin embargo, los barrenadores del tallo, los insectos escamas y los huevos de ácaros pueden diseminarse fácilmente vía material de propagación (Lozano, 1982).

El riesgo de diseminar ácaros a otras regiones es mayor cuando ha ocurrido un brote severo en un área y se transporta semilla de dicha área a otra zona; es así como posiblemente se introdujo el ácaro *Mononychellus tanajoa* en Africa. Las escamas y el piojo blanco o harinoso también se diseminan de este modo. Según el grado de infestación, estos insectos pueden reducir la germinación de las estacas en 70%. Los huevos y las larvas de otros insectos, tales como los trips, también pueden encontrarse en las yemas del tallo y en las ramas, y se diseminan al transportar estacas afectadas (CIAT, 1987b).

### **Acaros e insectos adheridos al tallo**

**Acaros.** Es, probablemente, la plaga más grave que tiene la yuca. Frecuentemente, atacan el cultivo durante la estación seca y causan daños severos en la mayoría de las regiones productoras del mundo. Las principales especies son *M. tanajoa* (ácaro verde), *Tetranychus urticae* (ácaro rojo) y *Oligonychus peruvianus*. Las infestaciones de ácaros en el CIAT incluyen estas tres especies y, experimentalmente, se ha detectado un pérdida en rendimiento de 20% a 53%, dependiendo de la duración del ataque (Bellotti, 1982).

**Escamas.** Se han identificado varias especies de escamas que atacan el tallo de yuca en muchas regiones productoras del mundo, siendo las más importantes la escama blanca *Aonidomytilus albus* y la escama negra *Saissetia miranda*.

*Aonidomytilus albus* se encuentra presente en, prácticamente, todas las regiones yuqueras del mundo. Este insecto, que pudo haber sido diseminado de un continente a otro en el material de propagación, se ha convertido en la plaga de yuca más ampliamente distribuida.

El daño más grave, resultante del ataque de estos insectos, parece ser la pérdida de material de propagación, debido a la muerte de las yemas. Los estudios efectuados en el CIAT con estacas altamente infectadas con *A. albus* dieron como resultado una pérdida en la germinación de 50%-60% (Bellotti y Schoonhoven, 1978).

**Trips.** Atacan las plantas en los puntos de crecimiento, siendo la especie más importante *Frankliniella williamsi*. La reducción promedio en el rendimiento para ocho variedades susceptibles en Colombia fue de 17.27% (Bellotti y Schoonhoven, 1978) y la reducción en la producción de material de siembra puede llegar a 57% (Lozano et al., 1986).

### **Insectos dentro del tallo**

**Mosca de la fruta.** Se han identificado dos especies de mosca de la fruta, *Anastrepha pickeli* y *A. manihoti*, las cuales atacan la yuca en América. Las larvas de esta mosca hacen túneles en los tallos de la planta de yuca, formando galerías de color marrón en el área de la médula. Un patógeno bacteriano (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora*), frecuentemente encontrado en asociación con las larvas de la mosca de la fruta, puede causar pudriciones severas del tejido del tallo.

Esta pudrición secundaria puede ocasionar disminución del rendimiento y pérdida de material de siembra, ya que la germinación de las estacas obtenidas de este material puede reducirse hasta en 16% y el rendimiento de plantas provenientes de estacas dañadas llega a ser 17% más bajo que el de plantas provenientes de material sano (Bellotti y Schoonhoven, 1978).

**Barrenadores del tallo.** En el material de siembra se han encontrado barrenadores del tallo, principalmente estados larvales de Coleoptera como *Coleostermes* spp. y *Lagochirus* spp. y de Lepidoptera como *Chilomina* sp., que, generalmente, causan daños esporádicos o localizados. La infestación puede ocurrir en las plantas en crecimiento, pero también durante el almacenamiento de los tallos, por lo cual el material de siembra se debe inspeccionar cuidadosamente antes de su utilización (Bellotti, 1982).

**Comejenes.** Los comejenes atacan la yuca, principalmente en las tierras bajas del trópico.

Se ha reportado como plaga en diversas regiones del mundo, pero principalmente en África. En Colombia, *Coptotermes niger* se alimenta de material de siembra, de raíces o de plantas en crecimiento que presentan partes en proceso de secamiento o de muerte, debido a condiciones climáticas desfavorables, patógenos o mala calidad de la semilla.

En estudios efectuados en el CIAT, los comejenes destruyeron casi 50% del material de propagación almacenado, y las pérdidas en germinación oscilaron entre 25% y 30% (Bellotti y Schoonhoven, 1978). En la Costa Norte colombiana se ha observado que los comejenes pueden atacar tallos almacenados, causando gran pérdida de material de siembra, pero también disminuye la germinación y el establecimiento de las estacas cuando éstas se siembran llevando el insecto en su interior. Estacas libres de comején también pueden ser atacadas por este insecto cuando después de la siembra viene un período seco.

## **Producción de Estacas**

### **A. Fase de Campo**

El objetivo principal de un lote de multiplicación es obtener el mayor número posible de estacas por planta, evitando aquellos factores o circunstancias que, además de reducir el rendimiento de raíces de las plantas directamente afectadas, también reducen la capacidad del material de siembra obtenido de ellas para expresar el potencial de rendimiento de los genotipos.

El manejo agronómico de los lotes de multiplicación implica el empleo de todas las prácticas de cultivo que se recomiendan para la obtención de alto rendimiento de raíces, realizándolas con los mínimos costos. Esto permite que con la venta de las raíces se obtengan ingresos suficientes para cubrir el costo de la producción, tanto de las raíces como de las estacas; generalmente, queda un margen de utilidad que es muy importante para los productores de semilla comercial y aún para el productor de semilla básica.

Para alcanzar estos objetivos, los lotes de multiplicación de semillas deberían incluir las siguientes recomendaciones:

### Selección del terreno

Es deseable que el terreno para producción de semilla esté aislado de cultivos comerciales de yuca, con el fin de evitar riesgos de contaminación con insectos y, principalmente, con patógenos.

No es recomendable utilizar terrenos donde se haya sembrado yuca durante 3 años consecutivos o más, ya que a largo plazo, con la siembra continua, se hace notoria la disminución de su capacidad para producir tanto material de siembra como raíces, independientemente del nivel de fertilidad del suelo. Esto se debe, probablemente, al incremento de patógenos del suelo y a la disminución de algunos microorganismos benéficos como las micorrizas. En estos terrenos lo conveniente es proceder, primero, a reducir el potencial de inóculo de patógenos presentes en el suelo, mediante la siembra de cultivos como sorgo y maíz, cuyos patógenos no son generalmente patógenos de la yuca, interrumpiendo el cultivo continuo de la yuca, al menos por un período de 2 años, o sembrar estas gramíneas durante 1 ó 2 años después de talar los cultivos forestales.

### Salinidad del suelo y calidad de las estacas

A pesar de que tradicionalmente se ha considerado como normal un suelo con una conductividad eléctrica menor de 4 dS/m y una saturación con sodio menor de 15%, el comportamiento de la yuca se afecta con niveles mucho menores. Howeler (1981) señala como niveles críticos para este cultivo una conductividad de 0.7 dS/m y una saturación con sodio de 2.5%.

Se estudió el comportamiento del material de siembra obtenido en parcelas con moderados niveles de salinidad, sembrando el cv. HCM-1 en dos tipos de suelo: uno, con conductividad de 0.5 dS/m y saturación de 1.3%, y otro, cuya conductividad era de 0.8 dS/m y saturación con sodio de 3.0%. Las plantas sembradas en las parcelas con mayor nivel de sodio no sólo presentaron un menor crecimiento, reduciéndose así la cantidad de estacas producidas (Cuadro 4-8), sino que cuando se utilizaron como fuente de semilla para una nueva siembra, dieron origen a plantas con una producción

inferior, tanto de estacas como de raíces (Cuadro 4-9).

Otras características deseables en terrenos que se destinen a la producción de semilla, son:

1. Que sean propios: Cuando el terreno es alquilado y al cumplirse el contrato éste no se prorroga, se corre el riesgo de tener que arrancar la yuca anticipadamente, lo cual ocasiona pérdida de material de siembra en una cantidad proporcional al tiempo que permanezca almacenado.
2. Que estén distantes del pueblo y la carretera, para evitar el robo de yuca por parte de vecinos y transeúntes, con la consiguiente pérdida de la semilla.
3. Que estén bien cercados, para evitar daño por ganado, especialmente vacuno y porcino.

Cuadro 4-8. Producción de material de siembra de yuca en dos tipos de suelo de la estación experimental CIAT-Palmira. Variedad HCM-1, 12 meses de edad.<sup>a</sup>

Material (característica)	Suelo		
	Tipo cond. (dS/m)	A	B
	Sat. Na (%)	1.3	3.0
Altura de las plantas (cm)		340	130
Peso parte aérea (t/ha)		38.1	7.4
Semilla producida (estacas/planta)		15.7	2.5
Peso de semillas (t/ha)		8.7	1.3
Peso por estaca (g)		55.5	51.0

a. cond. = Conductividad.

FUENTE: López, 1990.

Cuadro 4-9. Comportamiento de plantas obtenidas con estacas provenientes de dos tipos de suelo, en la estación experimental CIAT-Palmira.

Plantas (características)	Suelo		
	Tipo cond. (dS/m)	A	B
	Sat. Na (%)	1.3	3.0
Altura de las plantas (cm)		185	182
Peso parte aérea (t/ha)		21.6	14.2
Semilla producida (estacas/planta)		35.9	29.1

a. cond. = Conductividad.

FUENTE: López, 1990.

### Fertilidad del suelo

La parcela de semillas se debe ubicar, preferiblemente, en un suelo de buena fertilidad natural. En caso contrario, se debe realizar una fertilización completa, ya que el nivel de fertilidad del suelo influye decisivamente tanto en la cantidad como en la calidad de la semilla producida.

En suelos pobres, la producción de material de siembra es baja, pero se pueden obtener aumentos, tanto en el número como en el peso de las estacas mediante la aplicación de fertilizantes (Cuadro 4-10).

Adicionalmente, en el estudio sobre la nutrición de la semilla, ya mencionado, se encontró que en comparación con la semilla de bajo contenido nutricional, la semilla de alto contenido nutricional sembrada en un suelo sin fertilizar permitió obtener 53% más de tallos aptos para usar como material de siembra, pero cuando ésta se sembró en un suelo fertilizado se obtuvo un 100% adicional de tallos (Cuadro 4-11).

### Densidad de siembra

La tasa de multiplicación de la yuca se podría aumentar notablemente aumentando la densidad de siembra en las parcelas de semilla. Según Villamayor (1983), cuando se aumenta el número de plantas por hectárea, por encima de la población utilizada normalmente en cultivos comerciales, cada planta tiende a mantener estable su número de tallos primarios, lo cual permite obtener una mayor producción de

Cuadro 4-10. Influencia de la fertilización sobre la producción de estacas.

Cultivar	No. de estacas/planta		Peso promedio estacas (g)	
	No fert.	Fert.	No fert.	Fert.
Nmex 59	6.3	9.4	59	68
Nven 218	8.9	11.3	67	70
MCOL 63	4.9	6.7	46	54
MCOL 22	5.2	6.2	58	60
MCOL 1684	4.2	8.4	53	63
CM 91-3	4.9	4.4	46	63

FUENTE: Leihner, 1986.

Cuadro 4-11. Peso (kg/ha) de los tallos obtenidos con dos tipos de semilla, de la variedad MCOL 1684, en un suelo ácido y de baja fertilidad.

Contenido nutricional de la semilla	Peso en suelo de plantación:		Diferencia
	Con fertilizante	Sin fertilizante	
Alto	6,222	3,095	3,127
Bajo	4,487	2,017	2,470
Diferencia	1,735	1,078	

estacas, aunque de un peso ligeramente menor; la razón es que los tallos crecen más delgados, a pesar de lo cual el rendimiento de los cultivos sembrados con estas estacas no se afecta.

Sin embargo, con un aumento en la densidad de siembra, el tamaño promedio de las raíces se reduce. En las condiciones del Valle del Cauca, la máxima producción de raíces comerciales (con tamaño aceptado corrientemente en el mercado) se logra con 5000 plantas por hectárea en las variedades de porte alto ramificado y con 10,000 plantas por hectárea en las de porte bajo erecto y alto erecto (CIAT, 1975).

### Control de malezas

La reducción en el rendimiento de raíces, ocasionada por la competencia de las malezas, es un hecho bien conocido tanto en yuca como en otros cultivos. Pero también es claro que un deficiente control de malezas también afecta en proporción similar la producción de estacas.

En un ensayo, realizando diferentes niveles de control de malezas durante los 2 primeros meses de crecimiento (CIAT, 1983), se observó que de acuerdo con la eficiencia en el control de malezas, hubo diferentes niveles de competencia entre malezas y yuca, reflejada ésta por una reducción en el peso de la parte aérea de las plantas cuando disminuyó el porcentaje de control. El número de estacas producidas por planta fue proporcional al peso de la parte aérea.

El hecho de no controlar las malezas redujo el crecimiento de la parte aérea a un nivel muy bajo y en estas condiciones, solamente una de cada tres plantas produjo una estaca de

aceptable tamaño y calidad. Por otra parte, sin competencia de malezas se obtuvieron casi seis estacas por planta (Cuadro 4-12). Es, por lo tanto, de doble interés mantener un buen nivel de control de malezas cuando se desea optimizar, tanto la producción de estacas como de raíces.

En relación con los costos directos, el control de malezas representa un rubro bastante alto, que varía considerablemente (entre 20% y 50%), dependiendo de la clase de malezas presentes, sus tamaños al momento de la siembra, densidad de siembra, calidad de la semilla y distribución de las lluvias durante los primeros meses de cultivo, entre otros factores.

En condiciones normales, la aplicación de un herbicida preemergente, complementado con una o dos desyerbas manuales o aplicaciones de herbicidas posemergentes, debería ser suficiente para mantener el cultivo libre de malezas durante todo su período vegetativo.

La mano de obra necesaria para aplicar con fumigadora de espalda el herbicida preemergente, se reduce a un jornal por hectárea si en una siembra realizada a 1 m x 1 m, y utilizando una boquilla de abanico TK5, se abarcan 2 m de ancho por pasada y se usa un volumen de 150 lt/ha.

En las desyerbas manuales, el número de jornales depende de la clase de malezas, la altura de ellas y la herramienta utilizada (machete, pala, azadón), pero se puede presupuestar un promedio de 15 jornales por

Cuadro 4-12. Efecto de la competencia de malezas en la producción de estacas de yuca.

Sistema de control	Control de malezas (%) 59 DDS <sup>b</sup>	Estacas/planta	Peso fresco (t/ha)	
			Ramas	Raíces
Control manual continuo	100	5.9	18.8	28.4
Herbicida preemergente <sup>a</sup>	62	4.9	16.7	19.2
Sin control de malezas	0	0.3	2.6	3.5

a. Diuron + Alaclor 1 kg + 2 lt/ha.  
b. DDS = días después de siembra.

FUENTE: CIAT, 1983.

hectárea en cada desyerba. Es importante destacar que ninguno de los herbicidas recomendados para yuca, preemergentes o posemergentes (incluyendo el glifosato), causan daño alguno a las estacas sembradas horizontal o verticalmente, aun aplicados 8 días después de la siembra.

### Intercultivo con maíz

La práctica de intercalar otras especies en un cultivo de yuca reduce, generalmente, la producción, tanto de las raíces como de la parte aérea, en proporción directa a la competencia ejercida por las otras plantas; además, reduce el peso promedio de las estacas.

En el CIAT, en 1989 se realizó un experimento a nivel de finca con cinco agricultores, ubicados en diferentes zonas, durante 2 años. Con el fin de evaluar la influencia del intercultivo con maíz en la calidad del material de siembra de yuca, se tomaron, tanto de monocultivo como de intercultivo, estacas que en la siguiente temporada se sembraron en monocultivo. Se encontró que ni la altura de las plantas, ni la producción de ramas o de raíces se afectó por el origen del material de siembra (Cuadro 4-13).

Esto demuestra que la calidad del material de siembra obtenido, tanto de yuca plantada en cultivo individual como en asocio con maíz, no es significativamente diferente. A pesar de que el intercultivo conduce a una reducción en la cantidad de estacas producidas, este sistema de cultivo corrientemente utilizado en muchas regiones del mundo podría ser también empleado en la producción comercial de semilla de yuca; así, en pequeñas empresas artesanales se podría obtener semilla tanto de yuca como de variedades de maíz.

Cuadro 4-13. Efecto del intercultivo con maíz en la calidad de estacas de yuca.

Origen del material de siembra	Altura de plantas (m)	Peso ramas (t/ha)	Peso raíces (t/ha)
Monocultivo	1.79 a*	8.20 a	17.32 a
Intercultivo	1.73 a	8.00 a	16.56 a

\* Letras iguales en cada columna indican que no hay diferencia significativa.

### Riego

La yuca tiene reputación de ser un cultivo rústico, resistente a la sequía. En efecto, cuando comienza la estación seca, la planta disminuye la producción de nuevas hojas, mientras pierde continuamente las viejas. Si el período seco se acentúa, caen más hojas disminuyendo el área foliar a un nivel mínimo y llega a reducir su crecimiento, entrando prácticamente en un período de latencia.

Cuando empiezan las lluvias, la planta utiliza sus reservas de carbohidratos para producir hojas nuevamente y así reiniciar su crecimiento (Cock, 1989).

Sin embargo, a pesar de que la yuca no tiene períodos críticos en los que la ausencia de lluvias pueda ocasionar la pérdida total de la cosecha —a menos que la sequía sea tan prolongada que las plantas mueran— un período seco como el que ocurre normalmente en el occidente de Colombia, en la mitad del año, puede, en algunas variedades, reducir drásticamente la producción tanto de raíces como de material de siembra. Por ejemplo, un período seco de 10 semanas, empezando 12 semanas después de la siembra, cuando comienza el almacenamiento de almidón en las raíces, ocasionó en la variedad MCOL 22 una reducción de cerca de 30% en la producción de raíces, y de 50% en la producción de ramas y hojas (Figuras 4-3 y 4-4).

Por lo tanto, aunque la yuca por tradición se ha cultivado dependiendo exclusivamente del

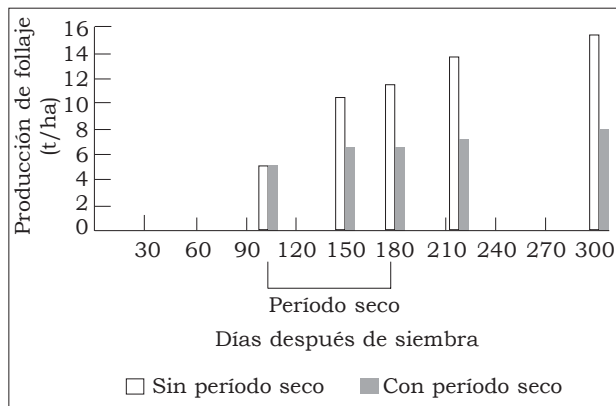


Figura 4-3. Efecto de un período seco en la producción de ramas y hojas de yuca cv. MCOL 22.

FUENTE: Adaptada de Connor et al., 1981.

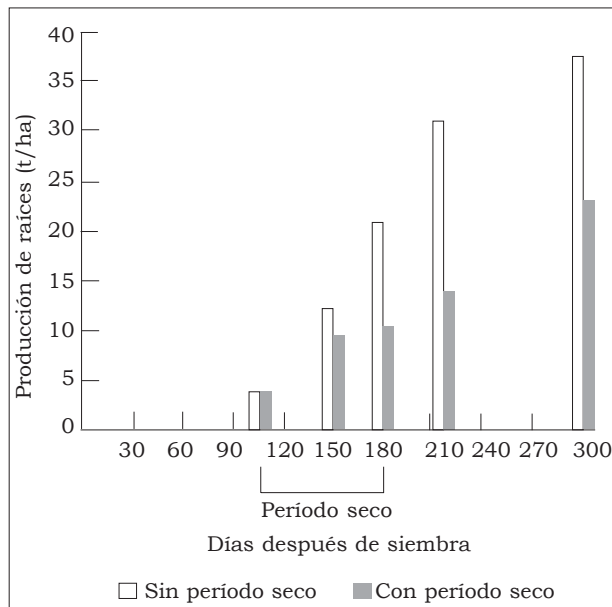


Figura 4-4. Efecto de un período seco en la producción de raíces de yuca cv. MCOL 22.

FUENTE: Adaptada de Connor et al., 1981.

agua lluvia, su pleno potencial de rendimiento sólo puede ser alcanzado si se incluye el manejo de agua entre las prácticas culturales. Se ha encontrado que si se suministra riego durante los períodos secos, a razón de 20 mm por semana, se aumenta el rendimiento de las raíces en cerca de 60% (Mohankumar et al., 1984).

## B. Fases de Cosecha y Poscosecha

### Maduración y cosecha

La cantidad de semilla que se puede producir a determinada edad está en función de un conjunto de factores determinantes, como son: el genotipo, las condiciones climáticas (con temperaturas altas, el crecimiento es más rápido), fertilidad del suelo, control de malezas y sistema del cultivo (la competencia ejercida por un cultivo intercalado retarda el crecimiento de la parte aérea).

Pero independientemente de estas circunstancias, el número de estacas aprovechables por planta es muy bajo y va aumentando a medida que se lignifican los tejidos. En condiciones del CIAT, en Palmira, el número de estacas por planta en algunas variedades aumenta gradualmente, inclusive después de los 12 meses, mientras que en otras variedades después de esa edad comienza a

Cuadro 4-14. Producción de semillas (estacas/planta) según la edad de la planta madre. Siembra a 1 m x 1 m.

Cultivar	Meses después de siembra					
	7	8	9	10	11	12
MCOL 1468	4.6	6.5	10.8	11.1	11.5	11.0
MCOL 1505	5.9	6.1	6.5	7.1	8.6	10.5
HMC-1	5.3	6.7	7.0	8.5	11.7	12.0

disminuir por la excesiva lignificación que llega a cubrir las yemas; o por brotamiento de las mismas (Cuadro 4-14).

### Almacenamiento

Si se espera hasta que la parcela de semillas complete 12 meses para su cosecha, se obtendría:

- Semilla fresca al momento de la nueva siembra.
- Máxima producción de estacas.
- Máxima producción de raíces.

Dado que lo más conveniente es maximizar los ingresos por concepto de la venta de las raíces, para poder fijar un precio razonable a las estacas, el productor de semilla debe decidir cuál es la época más adecuada para realizar la cosecha, ya que con las variedades precoces o con las tardías que se cosechan tempranamente, para aprovechar un alto precio de las raíces, se tiende a obtener un bajo número de estacas por planta.

Si se decide realizar la cosecha antes de 12 meses, el número de estacas posibles de obtener disminuye mientras más jóvenes sean las plantas; por un lado, porque los tallos están inmaduros y, por otro, porque es necesario almacenarlos por más tiempo.

Los problemas que se presentan durante el almacenamiento son deshidratación, pérdida de reservas por brotación y ataque de plagas y patógenos, los cuales ocasionan disminución paulatina del material de siembra, a medida que aumenta el período de almacenamiento. En la actualidad no se dispone de una tecnología que solucione estos problemas, pero sí se conocen algunos principios que ayudan a reducir sus efectos negativos:

- Es conveniente que las ramas para almacenar se corten de la mayor longitud posible, pues a medida que avanza el período de almacenamiento, se hace inevitable eliminar una porción cada vez mayor de los extremos que se van secando, en especial, del apical, reduciendo así la parte central aprovechable. Mientras más corta sea la rama almacenada, esta parte central representará un porcentaje más bajo de la rama entera.
- El almacenamiento de las ramas en posición vertical es preferible que en posición horizontal, ya que ocasiona una menor pérdida de material de siembra y una menor reducción en el peso de las estacas aprovechables (Cuadro 4-15).
- El tratamiento químico con una solución insecticida-fungicida es una medida preventiva, que bajo condiciones desfavorables de almacenamiento puede ayudar a evitar el deterioro de la semilla (Cuadro 4-16).
- En algunas variedades, la edad de la planta en el momento de hacer el almacenamiento afecta la proporción de material de siembra aprovechable (Cuadro 4-17).

Cuadro 4-15. Condiciones del material de siembra almacenado durante 103 días en la Costa Norte de Colombia (cv. MCOL 2215).<sup>a</sup>

Factor	Antes del alm.	Después del alm.	
		Vertical	Horizontal
Peso/rama (g)	340	307	240
Estacas/rama (no.)	3.4	2.7	2.4
Peso/estaca	76	63	54

a. alm. = almacenamiento.

Cuadro 4-16. Efecto del tratamiento químico en el almacenamiento de material de siembra (cv. MCOL 1684).

Días de almacenamiento	Pérdida de semilla (%)	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
30	34	23
60	52	50
90	63	55

FUENTE: Luna, 1984.

Cuadro 4-17. Influencia de la edad de las plantas sobre el almacenamiento de las ramas durante 4 meses.

Variedad	Edad (meses)	Pérdida de semilla (%)
MCOL 22	8	31
	18	8
MMEX 11	8	4
	18	2

Cuadro 4-18. Efecto de la exposición solar directa sobre el material de siembra (cv. MCOL 1505) almacenado durante 2 meses.

Momento del almacenamiento	Pérdida de semilla (%)
Inmediatamente después de cosecha	10
8 días después de cosecha	23

- Las ramas se deben llevar al lugar de almacenamiento tan pronto como se coseche la yuca, ya que la exposición al sol en el campo reduce la capacidad de la semilla para ser almacenada (Cuadro 4-18).

El almacenamiento de los tallos se facilita cuando se utilizan variedades de ramificación tardía. Tallos primarios largos (alrededor de 1 m) son fáciles de manejar, tienen buen rendimiento al cortar las estacas, facilitan el uso de sierras accionadas por motor y soportan mejor el tiempo de almacenamiento (Figura 4-5).

En la Figura 4-6 se ilustra un almacenamiento vertical en un lugar semisombreado. Los tallos se apoyan en un soporte colocado en forma horizontal, a 60 cm sobre el suelo.

Antes del almacenamiento, el suelo debe removerse ligeramente y humedecerse, para que cada tallo haga buen contacto con el suelo. Si en la región proliferan insectos de la madera (comejenes, termitas, etc.), se debe espolvorear un insecticida sobre el suelo.

Alrededor de un mes después de iniciado el almacenamiento, comienzan a brotar las yemas apicales en todos los tallos, reiniciándose así el proceso de crecimiento del follaje. En el almacenamiento que se ve a la izquierda en la Figura 4-6, recién se está iniciando el proceso de



Figura 4-5. Variedad de ramificación tardía, con tallos primarios largos que facilitan el almacenamiento.



Figura 4-6. Almacenamiento de tallos de yuca.

brotación, mientras que las ramas de la derecha, con un mayor tiempo de almacenamiento, ya presentan un follaje denso.

Cuando ocurre una temporada seca prolongada, este follaje se seca mostrando apariencia de quemado, por lo cual es necesario un riego cada semana. Si por el contrario hay una temporada de lluvia, se crea un microclima cálido y de alta humedad relativa, el cual favorece el desarrollo de enfermedades, por lo cual es conveniente aplicar fungicidas de amplio espectro.

Cuando se da por terminado el almacenamiento y se procede a fraccionar el tallo, se debe descartar el extremo apical rebrotado. Es importante que los tallos queden en posición vertical porque así rebrotan únicamente 2 ó 3 yemas apicales. Cuando los tallos quedan inclinados hay tendencia a que broten todas las yemas, perdiéndose así toda la rama.

Un ambiente adecuado para el almacenamiento de las ramas es el que proporciona la plantación misma, especialmente cuando se trata de variedades de ramificación tardía, ya que, además de las ventajas mencionadas anteriormente, este tipo de plantas permite que los operarios transiten dentro del cultivo sin enredarse en las ramas.

Para este efecto, se deja sin cosechar una parte del cultivo, y las ramas que se van a almacenar se llevan a su interior, disponiéndolas en forma vertical como se indicó anteriormente.

En este caso, el soporte para los tallos pueden ser ramas de yuca que se amarran de las plantas que están en pie (Figuras 4-7 y 4-8).

Si el cultivo está sobre caballones se facilitan eventuales riegos para los tallos almacenados.

### **Selección del material de siembra**

Debido a su largo ciclo de crecimiento, la yuca está sujeta continuamente a presiones de factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (clima, suelo), factores que pueden disminuir la calidad del material de siembra.

Las variedades tradicionales han estado bajo estas presiones bióticas y abióticas durante



Figura 4-7. Almacenamiento de tallos dentro de la plantación.



Figura 4-8. Detalle de la manera como se deben apoyar los tallos.

considerables períodos de tiempo y su efecto puede ser un decrecimiento acumulativo de la calidad del material de siembra después de muchos ciclos de propagación vegetativa (Lozano et al., 1984).

El efecto de la mala calidad de la semilla sobre la producción es imprevisible, pero a veces reduce los rendimientos en mucho más de 50% (Lozano, 1987).

Por lo tanto, se recomienda hacer una selección positiva de las plantas que van a suministrar el material de siembra para las parcelas de semillas. De acuerdo con CIAT, (1987a), los rendimientos, especialmente de las variedades tradicionales, se pueden aumentar con la sola utilización de material de siembra tomado de plantas vigorosas y, aparentemente,

Cuadro 4-19. Rendimiento (t/ha) de dos clones tradicionales y dos híbridos nuevos, usando estacas seleccionadas visualmente de las plantas más sanas de un cultivo.

Clones	Selección visual	
	Sin selección	Con selección
Tradicionales		
MCOL 22	18	24
MCOL 1438	9	13
Nuevos		
CM 523-7	26	27
CM 342-170	21	23

FUENTE: CIAT, 1987a.

libres de enfermedades. Este sistema de selección es menos efectivo en los clones nuevos que en los tradicionales (Cuadro 4-19).

Sin embargo, plantas aparentemente sanas pueden estar infectadas con virus latentes (que no muestran síntomas visibles) o por hongos endofitos dañinos (Lozano y Laberry, 1993). También pueden haber sufrido afecciones tan recientes que en el momento no muestran síntomas.

Por esta razón, cuando además del aspecto exterior, las plantas que servirán como fuente de estacas se seleccionan por una alta producción de raíces, se asume el principio simple de que las plantas con más alto rendimiento deben ser las más sanas (Lozano, 1987).

El uso de este tipo de selección ha demostrado ser altamente exitoso y su ventaja es más efectiva para clones que son susceptibles a varias restricciones para la producción (Cuadro 4-20) (CIAT, 1987a).

### **Procesamiento de la semilla**

**Corte.** Para el corte de las estacas se deben tener en cuenta dos aspectos: la longitud y la edad o ubicación de la estaca dentro de la planta.

La longitud de las estacas es importante por el número de nudos y por la cantidad de reservas nutricionales y humedad que contengan. El número de nudos está estrechamente relacionado con la variedad, la edad de la planta y de la estaca.

Cuadro 4-20. Rendimiento (t/ha) de tres variedades de yuca cuando la semilla se seleccionó de acuerdo con el rendimiento de las plantas madres.

Variedad	Rendimiento de plantas madres		Aumento (%)
	Bajo	Alto	
MCOL 113	17.1	18.7	6
MCOL 22	33.9	38.9	17
MCOL 1438	18.6	29.5	58

Una planta madura tiene mayor número de nudos que una planta joven; adicionalmente, en las plantas maduras la parte basal tiene entrenudos más cortos que la parte apical.

Teóricamente, para obtener una nueva planta sólo sería necesario sembrar un trozo de tallo del tamaño apenas suficiente para que contenga un nudo. Sin embargo, son muy escasas las posibilidades para que una estaca tan corta germine y enraíce bajo condiciones de campo, ya que para evitar la deshidratación sería necesario mantener constantemente una buena humedad del suelo durante las primeras semanas después de la siembra.

En el caso contrario, estacas largas, de 60 cm o más, tienen altas posibilidades de enraizamiento y germinación, pero debido a su gran volumen presentan dificultades de manejo y transporte; además, de cada planta madre se obtendría un menor número de estacas.

La influencia que tiene la longitud de las estacas en el rendimiento ha sido tema de investigación en varios países y los resultados muestran tendencias a rendimientos ligeramente mayores con estacas largas; la razón, probablemente, es que el mayor contenido nutricional permite un mejor crecimiento inicial de las plantas, lo cual incide en una mejor tuberización de las raíces.

La mayoría de investigadores opinan que estacas de 20 cm y al menos cinco nudos tienen suficientes reservas nutritivas y un adecuado número de yemas para asegurar un buen establecimiento y rendimiento del cultivo.

Se ha encontrado que estacas con menos de cinco nudos tienen menos raíces gruesas por planta y un menor peso promedio que las

Cuadro 4-21. Efecto del número de nudos de las estacas en el rendimiento y sus componentes.

Número de nudos	Rendimiento (t/ha)	Raíces por planta	Peso promedio de raíces (kg)
2	5.10	3.45	0.12
3	6.10	3.80	0.14
4	11.26	4.84	0.19
5	13.71	5.49	0.20
6	13.73	5.29	0.21
7	14.17	5.31	0.21
8	14.26	5.27	0.22

estacas con cinco o más nudos (Cuadro 4-21) (Gurnah, 1974).

**Tratamiento químico.** Las estacas, una vez sembradas, pueden ser atacadas por insectos y por agentes patógenos del suelo que, por lo general, afectan inicialmente las yemas; también pueden penetrar por las raicillas y la base de los retoños o por los extremos de las estacas y heridas causadas en el manipuleo.

La selección del material de siembra, evitando su introducción desde regiones en que haya presencia de enfermedades o insectos que se transmitan a través de las estacas, y el tratamiento químico de las mismas son prácticas que ayudan a reducir el riesgo de daños causados por estos patógenos e insectos. El tratamiento químico puede actuar de varias maneras, según el caso:

- **Erradicar patógenos presentes.** Aunque no se recomienda la utilización de material de siembra afectado por *Sphaceloma manihoticola* (superalargamiento) o por *Diplodia manihotis* (pudrición seca), cuando esto sea absolutamente necesario, se deben escoger las plantas menos afectadas y tratarlas con Captafol o con productos a base de cobre en el caso del superalargamiento y con Benomyl, en el caso de la pudrición seca. El Benomyl es un fungicida de acción sistémica, que también es útil en el tratamiento curativo de estacas afectadas por *Fusarium* spp. y por *Scytalidium* spp. (Lozano, 1991).
- **Inactivar un patógeno presente.** Cuando no se tenga la certeza de que un material de

siembra está libre de añublo bacterial, se debe tratar con fungicidas a base de cobre, los cuales inhiben la multiplicación de la bacteria (Lozano, 1991).

- **Eliminar ácaros e insectos adheridos.** Huevos y adultos de ácaros y de insectos como escamas, piojo harinoso (*Phenacoccus* sp.) y trips se pueden eliminar mediante inmersión de las estacas en una solución de insecticidas tales como el Malatión (CIAT, 1987b).
- **Proteger las estacas de patógenos e insectos en el sitio de la siembra.** En el Cuadro 4-22 se relacionan algunos tipos de tratamiento a las estacas, incluyendo dos que no requieren la utilización de productos químicos.

Las diferencias en producción atribuidas a la selección y al tratamiento de las estacas son más notorias cuando se utilizan clones susceptibles o afectados, que cuando se utilizan clones resistentes.

Puede ocurrir, sin embargo, que con la selección y tratamiento de las estacas no se manifieste un efecto benéfico en los siguientes casos:

- Cuando la selección y el tratamiento se hacen en tallos de plantas vigorosas que crecen en una región sin problemas patológicos, entomológicos o con problemas leves.
- Cuando se utiliza para el tratamiento un producto inadecuado contra el patógeno que afecta la estaca o infesta el suelo donde se hará la siembra.

### C. Costo de Producción

En un cultivo destinado a producir material de siembra, los costos de producción, básicamente, son los mismos en que se incurriría para producir solamente raíces, excepto la protección adicional que se daría a la parte aérea, para garantizar que la semilla obtenida esté libre de plagas y patógenos.

El control de enfermedades se hace, casi exclusivamente, en forma preventiva mediante la utilización de semilla sana y el tratamiento con

Cuadro 4-22. Tratamiento a las estacas.

Problema	Producto (o método)	Dosis
Patógenos del suelo	Derosal + Ortocide	6 cc + 6 g/lit de agua <sup>a</sup>
Pudrición radical ( <i>Phytophthora</i> spp.)	Ridomil + Ortocide	3 g/lit + 3 g/lit <sup>c</sup>
Añublo bacterial ( <i>Xanthomonas campestris</i> )	Kocide	3 g/lit <sup>a</sup>
Pudrición seca ( <i>Diplodia manihotis</i> )	Benlate + Ortocide	3 g/lit + 3 g/lit <sup>a</sup>
Superalargamiento ( <i>Sphaceloma manihoticola</i> )	Difolatán	6 g/lit <sup>b</sup>
Insectos y ácaros	Malatión (o Sistemín)	3 cc/lit <sup>b</sup> (3 cc/lit <sup>b</sup> )
Añublo bacterial	} Termoterapia: Inmersión de las estacas en agua a 49 °C durante 49 minutos <sup>d</sup>	
Pudrición radical		
Insectos y ácaros		
Patógenos del sistema vascular ( <i>Fusarium</i> spp., <i>Diplodia manihotis</i> , <i>Phytophthora</i> spp.)	} Inmersión en suspensión de Trichoderma (1 kg/caneca) durante 10 minutos <sup>d</sup>	

- a. CIAT, 1987a.
- b. Lozano, 1991.
- c. Alvarez et al., 1998.
- d. Alvarez (comunicación personal).

fungicidas. En el campo, el costo adicional estaría representado por la eliminación de plantas contaminadas y la posible aplicación de insecticidas para controlar insectos vectores.

El control de plagas, en cambio, requiere habitualmente utilización de insumos, bien sea biológicos o químicos. La obtención de semilla libre de adultos o huevos de insectos y ácaros, implica el empleo de, aproximadamente, 10% más de dichos insumos; pero como este rubro representa una proporción muy baja de los costos de producción (menos de 5%), esto significa que para establecer plantas adultas de yuca destinadas a producir semilla, el costo sería casi igual al de producción de raíces.

Si el costo de producción de las plantas se sufraga con la venta de las raíces, el costo de producción de la semilla estaría entonces representado en las actividades de poscosecha (Cuadro 4-23), siendo menor el costo si el material se corta y empaqueta inmediatamente después de la cosecha, y mayor si es necesario almacenarlo.

En el último caso, mientras mayor sea el tiempo de almacenamiento, mayor será el costo por estaca, debido a que el deterioro que sufren los tallos hace que se aumente la proporción de desperdicio.

Aunque en el campo las mejores plantas pueden producir hasta 12 estacas a los 12 meses (2.3 ramas por planta y 5 a 6 estacas en cada rama), en la práctica, de una hectárea sembrada a 1 x 1 m no se obtienen 120,000 estacas por las siguientes razones:

1. En los cultivos, generalmente, se encuentran algunas plantas con desarrollo inferior: una o todas sus ramas no reúnen las condiciones para ser utilizadas como semilla.
2. No es práctico ni rentable esperar hasta cuando las plantas tengan 12 meses para efectuar la cosecha; por lo tanto, habría que iniciar el arranque alrededor de los 10 meses de edad para poder tener tiempo de realizar la cosecha y preparar el terreno para una nueva siembra. Comercialmente, lo que se consigue en una hectárea es alrededor de 17,000 ramas, de las cuales se obtienen unas 80,000 estacas (Cuadro 4-24).

### **Recolección de los tallos**

Si los operarios no tienen que recorrer mucha distancia, con 14 jornales se recolectan los tallos aptos para semilla que se producen en una hectárea (aproximadamente, 16,000 tallos).

Cuadro 4-23. Estimación de los costos directos de producción de ‘semilla’ de yuca por hectárea.

	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Valor total
<b>Costos adicionales durante el cultivo</b>				
Insecticidas	lt	1.5	24,000	36,000
Aplicación	Jornal	1.5	10,000	15,000
Subtotal				\$ 51,000
<b>Costos poscosecha</b>				
1. Recolección de 16,000 ramas				
Mano de obra	Jornal	14	10,000	140,000
Subtotal				\$ 140,000
2. Tratamiento y almacenamiento				
Jornal	Jornal	7	10,000	70,000
Benlate	kg	0.5	86,000	43,000
Orthocide	kg	0.5	14,000	7,000
Sistemín	lt	0.5	24,000	12,000
Subtotal				\$ 132,000
3. Acondicionamiento				
Cortar 80,000 estacas	Jornal	16	10,000	160,000
Tratamiento	Jornal	4	10,000	40,000
Benlate	kg	1	86,000	86,000
Orthocide	kg	1	14,000	14,000
Sistemín	Lt	1	24,000	24,000
Sulfato de zinc	kg	6.5	2,000	13,000
Sacos de polipropileno	Saco	160	500	80,000
Subtotal				\$ 417,000
Total 1: costos directos con almacenamiento				\$ 740,000
Costo por estaca				9.25
Total 2: costos directos sin almacenamiento				\$ 608,000
Costo por estaca				7.60

Cuadro 4-24. Producción de estacas de yuca en un lote comercial.

Variedad	Ramas por planta	Estacas por rama	Estacas por hectárea
HMC-1	1.54	4.5	69,300
MCOL 1468	1.47	4.5	66,100
MCOL 1505	1.78	5.0	89,000
MCOL 2215	1.60	4.5	72,000
CM 523-7	1.60	4.5	72,000
M VEN 77	1.61	5.5	88,500

### Corte de las estacas

Teniendo los tallos reunidos, se procede a cortarlos en estacas de 20 cm, para lo cual se utiliza un número de jornales que varía según el método empleado, así:

- Con machete y sosteniendo el tallo en una mano, se pueden cortar por jornal 3000 estacas de variedades de tallo blando.

- Con machete, pero apoyando el tallo sobre un madero, se pueden cortar hasta 8000 estacas por día.
- Con una sierra circular, accionada por un motor de 3 caballos de fuerza, se pueden cortar entre 15,000 y 18,000 estacas por jornal, dependiendo de la variedad: son más rendidoras las que no ramifican o que, por ramificar tardíamente, tienen tallos largos.

### Empaque

Es recomendable poner uniformemente el mismo número de estacas en cada saco, ya que esta medida facilita el control del número de estacas cortadas (total y por jornal), el número de estacas transportadas y el número de estacas sembradas (total y por jornal).

La forma de empacar las estacas depende de la distancia del sitio de siembra. Así, la semilla

que se va a utilizar a una corta distancia se puede empacar sin mayores precauciones, pero la que se debe transportar a sitios distantes es preferible empacarla en forma ordenada, como se ilustra en la Figura 4-9, lo cual permite colocar varios bultos de semilla, uno encima de otro, sin ocasionar daños físicos a las estacas durante el cargue, descargue y transporte.

Con un jornal se empacan alrededor de 20,000 estacas en forma desordenada y 10,000 en forma ordenada.



Figura 4-9. Las estacas se deben empacar en forma ordenada, como se ve en los sacos a la derecha.

### ***Tratamiento de las estacas***

El material con el que se fabrican los sacos influye en el costo final de las estacas, debido, por un lado, al costo mismo del saco y, por otro, a la diferente cantidad de solución que se requiere.

Aunque son muy apropiados para empacar estacas, los sacos de fique son los menos recomendables, debido a que tienen un costo cinco veces más alto, y absorben casi 10 veces más solución que los sacos de polipropileno.

Así, usando sacos de fique, se gastan 35 lt de solución para tratar 10,000 estacas, de las cuales sólo 10 lt se usan realmente en el tratamiento de las estacas, ya que los restantes 25 lt se quedan empapados en el saco (1 lt por saco); mientras que empleando sacos de polipropileno se gastan menos de 15 lt para tratar las 10,000 estacas.

## **Sistemas de Abastecimiento de Semilla**

Las semillas mejoradas son el insumo biológico a través del cual se incorporan nuevas tecnologías biogenéticas a los sistemas de producción. Por consiguiente, su escasez puede constituirse en una barrera muy seria para la diseminación y utilización de nuevas variedades; por el contrario, su disponibilidad donde se las necesita y cuando se las necesita, pueden constituir un factor decisivo para la adopción de tecnologías y el desarrollo agrícola.

El desarrollo de sistemas organizados de abastecimiento de semilla en casos de cultivos con mercados atomizados e inestables, es un campo subinvestigado, y en cultivos como la yuca, casi nulo. En el mejor de los casos se hace alguna investigación en las tecnologías biológicas para la producción y conservación de la semilla; pero pasa inadvertido el desarrollo de funciones esenciales que permitan instituir un sistema organizado, que acelere el flujo de las tecnologías genéticas de la fase de la investigación a la fase de utilización masiva.

A esto se agrega que la yuca es un cultivo de agricultores con recursos escasos; el cultivo se incrementa muy lentamente (un año) y su índice de multiplicación es muy bajo (5-10 estacas por cada estaca sembrada). El sistema de abastecimiento es predominantemente tradicional, es decir, que el agricultor guarda su semilla y no existe tradición de compra ni venta de semillas. La naturaleza voluminosa de la semilla es poco conducente para su movimiento entre regiones y comunidades.

La aparición de variedades mejoradas y la incorporación del cultivo a nuevos mercados industriales, constituyen factores positivos que permiten generar un interés en las semillas mejoradas. Pero dadas las características del cultivo y los sistemas de producción, es evidente que el sistema de abastecimiento de semillas, tanto en lo organizacional como en la tecnología de producción, debe ser ajustado para asegurar su funcionamiento bajo las condiciones reales del cultivo.

Particularmente, debe evitarse imponer a la yuca las exigencias formales que existen para otros cultivos con muchos años de historial

semillero. La producción de semilla de yuca, evidentemente, no atrae capitales grandes como el maíz híbrido o el arroz, por lo cual habría que pensar en programas gubernamentales subsidiados para la producción y distribución de semilla, o en desarrollar sistemas sostenibles bajo las circunstancias del agricultor yuquero, poniendo especial atención a las condiciones socioeconómicas de éste, la naturaleza biológica del cultivo y su semilla, y la escasa disponibilidad de recursos humanos, físicos e institucionales en las regiones objetivo.

### **Importancia y características**

El establecimiento de un sistema de abastecimiento de estacas de buena calidad es importante porque:

- Aumenta la productividad del cultivo.
- Reduce la diseminación de plagas y enfermedades.
- Aumenta el ciclo de vida de los genotipos.
- Permite un uso más eficiente de los insumos agrícolas.

Por otra parte, si los agricultores disponen de una semilla de buena calidad, el trabajo de investigación en diferentes áreas (mejoramiento, entomología, patología, etc.) tendrá una mejor posibilidad de producir el impacto tecnológico y económico deseado.

En términos generales, un programa de semillas determina la posibilidad de garantizar su abastecimiento en una región a través del establecimiento de procedimientos técnicos y de una organización que favorezcan una efectiva transferencia de tecnología con efectos positivos en la producción de yuca.

En un programa de semillas son deseables las siguientes características:

- Producir cantidades significativas de semilla que permitan la rápida expansión del área cultivada o de nuevas variedades.
- Debe contar con un mecanismo eficiente de control de calidad.
- Debe producir semillas de una calidad por lo menos equivalente a la mejor fuente disponible.

- Debe vender las semillas a un precio aceptable para los usuarios.
- Debe producir las semillas mediante un esquema organizacional autosostenido.
- Debe contar con mecanismos eficientes de acceso a nuevas variedades, asistencia técnica y capacitación, entre otros.

### **Sistema ensayado en Colombia**

Parecía evidente que la producción de estacas de yuca de tan alta calidad, que pudiera alcanzar finalmente la categoría de certificada, debería encargarse preferiblemente a empresas de semillas ya establecidas que, por tener una buena organización para la distribución y por contar con un sistema de control de calidad, ofrecieran garantías para producir semilla de alta calidad.

En su defecto, se podría encomendar este trabajo a agricultores progresistas, también, con experiencia en el área de producción de semillas.

Para tal efecto, se redactó un documento en el que se establecían los requisitos mínimos que deberían tener las estacas de yuca de las distintas categorías (básica, certificada y seleccionada), y se inició la producción de este material de siembra. El funcionamiento de este esquema no fue satisfactorio, por los siguientes motivos:

- a. El precio de las raíces de yuca no es estable a través del tiempo. De acuerdo con la mayor o menor área sembrada, que conduce a una mayor o menor oferta, también cambia el precio de las raíces. Cuando el precio es alto y los agricultores prevén una alta rentabilidad del cultivo, aumenta la demanda por estacas, y los agricultores están más dispuestos a pagar por ellas. Pero cuando el precio de las raíces es bajo, no hay demanda de semilla, lo cual desestimula a los productores, quienes finalmente optan por abandonar la actividad.
- b. El agricultor que compra estacas de yuca por primera vez trata de seguir produciendo su propia semilla mientras le sea posible. Los productores convencionales de semillas prefieren los cultivos de los cuales puedan producir semillas híbridas que los

agricultores no puedan multiplicar, manteniendo así “cautivos” a los clientes.

- c. La producción de semilla vegetativa de yuca es para los productores convencionales de semilla una actividad totalmente extraña, ya que no pueden emplear en ella su infraestructura de limpieza, acondicionamiento, secamiento, etc.
- d. Las empresas de semillas tienen centralizada la producción para abastecer grandes áreas, lo cual es razonable para los granos, pero no en el caso de estacas de yuca que, por su gran peso y volumen, dificultan el manipuleo y transporte; además, no pueden almacenarse por períodos prolongados.

### ***Sistema propuesto***

Las condiciones del mercado y la naturaleza biológica de este tipo de semilla indican claramente la necesidad de un sistema alternativo de producción y distribución. El esquema que se propone está concebido como un sistema organizado, en el que los diferentes participantes llevan a cabo funciones diferentes pero complementarias, y en conjunto persiguen un objetivo común: asegurar la disponibilidad de semilla de buena calidad en el momento oportuno y a un precio razonable.

Estas funciones, que deben estar ligadas como eslabones de una cadena, son: generación de nuevas variedades, producción de semilla básica, producción y distribución de semilla comercial y utilización de la misma por parte de los agricultores.

#### ***Generación de variedades***

Está a cargo de las entidades nacionales e internacionales de investigación en fitomejoramiento. Incluye pruebas de adaptación a los diferentes agroecosistemas, resistencia a plagas y enfermedades, rendimiento, calidad de las raíces, entre otras.

#### ***Producción de semilla básica***

Esta labor debe realizarla la entidad nacional de investigación o de producción de semillas. Dada la adaptación de las variedades a regiones específicas y la naturaleza voluminosa y perecible de la semilla, sería preferible regionalizar esta producción.

Esta etapa se puede realizar con éxito a través de un fondo rotatorio, siendo la venta de raíces y estacas la actividad que mantendría el fondo. El empleo de propagación rápida sería recomendable únicamente en esta etapa, debido al alto costo de producción de este tipo de material de siembra.

#### ***Producción de semilla comercial***

En vista de que uno de los aspectos más importantes en la producción de semilla es la continuidad de la oferta, resulta conveniente que esta actividad la realicen agricultores yuqueros, es decir, que hayan sido productores de yuca. Los agricultores que habitualmente son productores de otros cultivos diferentes a la yuca, no garantizan la continuidad en el suministro de semilla, ya que ante la primera dificultad, como puede ser una disminución en el precio de las raíces, se cambian a otro cultivo.

Estos agricultores, que tendrían como principal objetivo económico la producción de raíces, también estarían en capacidad de producir semilla, mediante una asesoría técnica. Así, en las épocas de escasa o nula demanda de semilla, ellos asegurarían su ingreso, mediante la venta de raíces, mientras que en las temporadas en que se presente demanda de semilla, éstas constituirían un importante ingreso adicional.

Con el fin de evitar los inconvenientes que tienen cultivos extensos, en cuanto a almacenamiento y transporte de material de siembra y el arranque y mercadeo de grandes cantidades de raíces, la producción no debería concentrarse en pocos productores para abastecer grandes áreas, sino que se deben seleccionar productores estratégicamente ubicados en la región, para abastecer pequeñas áreas circunvecinas.

En zonas con problemas fitosanitarios y suelos de baja fertilidad, es posible multiplicar semillas de variedades tradicionales y mejoradas, produciendo estacas de alta calidad sanitaria y nutricional, las cuales tendrán un mejor desempeño que la semilla corriente de la región.

En regiones sin problemas fitosanitarios y con suelo de aceptable fertilidad, el mayor impacto se logra con las variedades nuevas, ya que la calidad de las estacas de las parcelas de

semillas es muy parecida a la que producen los propios agricultores.

### **Propagación rápida**

Debido a que la tasa de multiplicación tan baja de la yuca no permite suministrar en corto tiempo abundante cantidad de estacas de las nuevas variedades o de estacas sanas de las variedades tradicionales, se implementó una metodología que contribuye a resolver este problema.

Aunque recientemente se han desarrollado otras variantes, la propagación rápida de estacas de yuca se puede realizar básicamente mediante dos sistemas:

#### **1. Método de inducción de retoños**

Consiste en la inducción de brotes y su posterior enraizamiento, a partir de estacas de dos nudos para este fin se utilizan plantas adultas de las cuales se obtienen alrededor de 100 estacas cuando se utilizan variedades de ramificación tardía, y unas 80 cuando se trata de variedades de ramificación temprana.

Las estacas de dos nudos sembradas en cámaras de propagación producen brotes o retoños en cantidades que dependen de la variedad y del tipo de estaca utilizada. Así, algunas variedades poco vigorosas cesan pronto la producción de brotes, mientras otras continúan produciéndolos aun después de un año.

En promedio, cada estaca de dos yemas llega a producir alrededor de ocho retoños en un año, cortando cada 20 días, en forma alterna, un brote de cada yema, por lo cual de una planta adulta de ramificación tardía se pueden obtener, en un año, hasta 800 retoños.

**Procedimiento.** Consta de los pasos siguientes:

- Se seleccionan en el campo plantas de alto rendimiento, sanas y maduras (alrededor de 10 meses de edad).
- Se cortan estacas de dos yemas, utilizando una sierra desinfectada con hipoclorito de sodio, formol o alcohol.

- Se hace tratamiento químico a las estacas durante 5 minutos en una solución de uno o varios fungicidas con insecticidas.
- Las estacas se siembran en posición horizontal en un sustrato compuesto de arena y suelo, colocado sobre una base de grava, con el fin de proporcionar un buen drenaje. El sustrato debe estar contenido en camas de 2.2 x 1.2 x 1.2 m, rodeadas de una canaleta angosta, donde se deposita agua que, al evaporarse, permite mantener una humedad relativamente alta.
- Se coloca un techo de plástico transparente, que cubra la cama y la canaleta, de tal manera que se forme una cámara de propagación, donde la alta temperatura, junto con la alta humedad relativa, estimulen el brote de las yemas (Figura 4-10).



Figura 4-10. Cámara húmeda.

- Cuando alcancen una altura de 5-10 cm, los retoños se cortan a 1 cm por encima del cuello, utilizando una cuchilla afilada que se haya desinfectado con uno de los productos mencionados anteriormente. Cada estaca de dos yemas puede proporcionar alrededor de ocho retoños, dependiendo de la variedad y el vigor de la estaca.
- A cada retoño se le cortan las hojas, dejando únicamente las del cogollo para evitar el marchitamiento. Al tallito se le hace un corte definitivo, exactamente por debajo de una yema, con el fin de estimular el enraizamiento. Inmediatamente después, los retoños se colocan en un recipiente con agua hervida fría, para detener la emanación del látex (Figura 4-11).



Figura 4-11. Brotes en agua para enraizar.

- Para su enraizamiento, los brotes se pasan definitivamente a frascos con agua, los cuales se colocan en una cámara de enraizamiento, consistente en una mesa provista de estructura de aluminio o de madera, para soportar un plástico a modo de cobertura.
- A las 2 ó 3 semanas, los retoños están listos para ser sembrados directamente en el campo o en bolsas plásticas, donde se ambientan para su posterior transplante (Figura 4-12).

La ambientación se debe hacer preferiblemente en una casa de malla especial, que impida el ingreso de insectos vectores de enfermedades causadas por virus, como es el caso de las moscas blancas (Figura 4-13).

Se puede elegir entre dos modalidades de trabajo:

- **Producción continua del material de siembra**

Cada 3 semanas, que es la frecuencia de corte, se pueden ir llevando al campo los retoños ya ambientados, de tal manera que cuando ocurra el corte no. 18, un año después de iniciado el trabajo, los retoños del primer corte se habrán convertido en



Figura 4-12. Plantas en bolsas plásticas.



Figura 4-13. Casa de malla, especial para impedir la transmisión de virus por vectores.

plantas adultas, obteniéndose finalmente un total de 8000 estacas de 20 cm a partir de cada planta madre.

- **Obtención de retoños durante 9 semanas**

Si tomamos como ejemplo la siembra en el primer semestre (abril-mayo), es necesario sembrar las cámaras húmedas en enero, ya que para esta época las plantas madre sembradas en la anterior temporada tendrán una edad de 8 a 9 meses.

Si la siembra de las cámaras se hace con mayor anticipación para realizar más cortes y obtener un mayor número de retoños, las plantas madres tendrán poco material de siembra.

Sembrando en enero, el primer corte se hace en febrero, y si se continúan haciendo cortes cada 20 días, se alcanzaría a hacer un total de cuatro cortes de brotes, que estarían listos para sembrar antes de que termine el período de lluvias.

En estas condiciones, se obtienen alrededor de 300 retoños que, convertidos en plantas y cosechadas todas simultáneamente 1 año más tarde, pueden producir 3000 estacas comerciales.

## **2. Método de esquejes de una hoja y una yema**

Aunque se requiere más equipo que el sistema de retoños, su potencial de propagación es mucho mayor, ya que en 1½ años es posible producir alrededor de 60,000 estacas a partir de una sola planta madre.

Consiste en inducir el enraizamiento de una yema que se toma con su correspondiente hoja. El procedimiento es el siguiente:

- A plantas seleccionadas, de 3 a 4 meses de edad, se les cortan las hojas bien desarrolladas, con una cuchilla afilada y desinfectada. El corte debe incluir una pequeña cantidad del tallo. Los folíolos se recortan, dejando menos de la mitad de su longitud.
- Los esquejes se colocan inmediatamente en un recipiente con agua hervida fría, para evitar el derramamiento de látex.
- Luego se llevan a la cámara de enraizamiento, que consiste en una mesa metálica provista de una estructura de aluminio que a su vez se cubre con plástico. La cámara tiene dos lados donde el plástico se puede abrir a manera de cortina, para colocar o retirar el material y para permitir la aireación. En la parte alta de la estructura se colocan aspersores muy finos para mantener los esquejes bajo nebulización continua durante 12 horas diarias.

- Los esquejes se siembran en bandejas de plástico o asbesto, cuyo sustrato es arena gruesa esterilizada; las bandejas se ubican sobre la mesa. Las hojas quedan inclinadas, apoyándose en hileras de alambre que se colocan a una altura de 20 cm sobre la superficie de la mesa.
- A los 8-15 días, cuando las raíces tienen aproximadamente 1 cm de largo y se ha desprendido el peciolo, los brotes están listos para ser sembrados en bolsas plásticas, para su ambientación durante 3 semanas en la casa de malla. Luego se llevan al campo y en 5 meses serán nuevas plantas madre, de las cuales se obtendrán más hojas para propagar.

## **Bibliografía**

- Alvarez E; Barragán MI; Madriñan R. 1998. Pudrición radical y marchitez de la yuca. Plegable Informativo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, y Universidad Nacional de Colombia.
- Bellotti AC; Schoonhoven A van. 1978. Plagas de la yuca y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 73 p.
- Bellotti AC. 1982. Insectos y ácaros de la yuca y su control. En: Yuca: investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 367-392.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1975. Informe Anual 1975. Cali, Colombia. 54 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Informe Anual 1983. Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987a. Annual Report 1986. Cassava Program. Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987b. Selección y preparación de estacas de yuca para siembra. Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audio tutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Lozano JC; Toro JC; Castro A; Bellotti AC. 26 p.

- Cock JH. 1989. La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 240 p.
- Connor DJ; Cock JH; Parra G. 1981. Response of cassava to water shortage. 1. Growth and yield. *Field Crops Research* 4(1):181-200.
- Enyi BAC. 1970. The effect of age on the establishment and yield of cassava sets (*Manihot esculenta* Crantz). *Beitrage zur Tropischen und Subtropischen Landwirtschaft und Tropenveterinarmedizin* 8(1):71-75.
- Gjritno B. 1975. Influence of planting material on plant performance in cassava. University of Brawijaya, Malang, Indonesia. 158 p.
- Gurnah AM. 1974. Effects of method of planting and the length and types of cuttings on yield and some yield components of cassava grown in the forest zone of Ghana. *Ghana Journal of Agricultural Science* 7(2):103-108.
- Howeler RH. 1981. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 55 p.
- Hunt LA; Wholey DW; Cock JH. 1977. Growth physiology of cassava. *Field Crops Abstracts* 30(2):77-91.
- Leihner DE. 1986. Physiological problems in the production of the cassava planting material. En: Cock JH (ed.). *Global workshop on root and tuber crops propagation*, Cali, Colombia, 1983. *Proceedings of a regional workshop*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 57-72.
- López J. 1990. Producción comercial de semilla de yuca. Unidad de Semillas, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 33 p.
- Lozano JC. 1982. El peligro de introducir enfermedades y plagas de la yuca por medio de material vegetativo de propagación. En: Yuca: investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 475-484.
- Lozano JC; Jayasinghe U. 1982. Problemas fitopatológicos en la yuca diseminados por semilla sexual y asexual. En: Yuca: investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 485-490.
- Lozano JC; Pineda B; Jayasinghe V. 1984. Effect of cutting quality on cassava performance. En: *Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 4<sup>th</sup>*, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.
- Lozano JC; Bellotti A; Vargas O. 1986. Sanitary problems in the production of cassava planting material. En: *Global workshop on root and tuber crops propagation*. *Proceedings of a regional workshop held in CIAT, Cali, Colombia, 1983*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 73-85.
- Lozano JC. 1987. Alternativas para el control de enfermedades en yuca. Reunión de trabajo sobre intercambio de germoplasma: cuarentena y mejoramiento de yuca y batata. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y Centro Internacional de la Papa (CIP), Cali, Colombia, junio 1987.
- Lozano JC. 1991. Control integrado de enfermedades en yuca. *Fitopatología Venezolana* 4(2):30-36.
- Lozano JC; Laberry R. 1993. Hongos endófitos también en yuca. En: *Boletín Informativo*, Cali, Colombia 17(2):5-6.
- Luna JM. 1984. Influencia de armazenamento de manivas de mandioca na produção de raízes e ramas. Tesis (Maestría). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, Brasil. 100 p.
- Mohankumar B; Kabeerathumma S; Nair PG. 1984. Soil fertility management of tuber crops. *Indian Farming (Special Number)* 33(12):35-37.
- Villamayor Jr FG. 1983. Root and stake production of cassava at different populations and subsequent yield evaluation of stakes. *Philippine Journal of Crop Science* 8(1):23-25.