

# Manejo del 'cuero de sapo' enfermedad limitante de la yuca



Elizabeth Álvarez, Juan Manuel Pardo, Juan Fernando Mejía,  
Saulo Alves Santos de Oliveira, Marta Zacher,  
Lourdes Cardozo y Yannery Gómez



**MinAgricultura**  
Ministerio de Agricultura  
y Desarrollo Rural



AGRICULTURAL  
INNOVATION  
**MKTPLICE**



ISBN 978-958-694-149-5 (versión impresa)

ISBN 978-958-694-150-1 (versión digital)

# Manejo del 'cuero de sapo' enfermedad limitante de la yuca

Elizabeth Álvarez, Juan Manuel Pardo, Juan Fernando Mejía,  
Saulo Alves Santos de Oliveira, Marta Zacher,  
Lourdes Cardozo y Yannery Gómez



Research  
Program on  
Roots, Tubers  
and Bananas



**MinAgricultura**  
Ministerio de Agricultura  
y Desarrollo Rural



AGRICULTURAL  
INNOVATION  
**MKTPLACE**

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)  
Apartado Aéreo 6713  
Cali, Colombia  
Teléfono: +57 2 4450000  
Fax: +57 2 4450073  
Correo electrónico: [e.alvarez@cgiar.org](mailto:e.alvarez@cgiar.org)  
Sitio web: [www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org)

Publicación CIAT No. 405  
ISBN 978-958-694-149-5 (versión impresa)  
ISBN 978-958-694-150-1 (versión digital)  
Tiraje: 1000 ejemplares  
Impreso en Colombia  
Segunda edición  
Agosto de 2015

Álvarez, Elizabeth

Manejo del 'cuero de sapo', enfermedad limitante de la yuca / Elizabeth Álvarez, Juan Manuel Pardo, Juan Fernando Mejía, Saulo Alves Santos de Oliveira, Marta Zacher, Lourdes Cardozo y Yannery Gómez -- Cali, CO : Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2015.

12 p.-- (Publicación CIAT No. 405)

Descriptores AGROVOC:

1. *Manihot esculenta*.
2. Enfermedades de las plantas.
3. Transmisión de enfermedades.
4. Síntomas.
5. Diagnóstico.
6. Control de enfermedades.
7. Colombia.

Descriptores locales:

1. Yuca.
2. Manejo de la enfermedad.

Categoría de Materia AGRIS: H20 Enfermedades de las plantas.

Derechos de Autor © CIAT 2015. Todos los derechos reservados.

El CIAT propicia la amplia disseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.

*Esta cartilla se realizó con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro) y Agricultural Innovation Marketplace. Se presentan los resultados que han sido obtenidos con la colaboración de Fontagro y la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa).*

*La mención de productos comerciales en este manual no constituye una garantía del producto ni un intento de promocionarlo por parte del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).*

# Contenido

Introducción	1
Síntomas	1
Diseminación de la enfermedad	4
Diagnóstico y evaluación de la enfermedad	6
Recomendaciones para el manejo de la enfermedad	9
Bibliografía	11

## Introducción

La yuca es uno de los cultivos más importantes para el pequeño productor agrícola de Colombia. Según los datos de dos entidades colombianas —el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola (Fidar)— y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en Colombia se siembran aproximadamente 223.000 ha con yuca, de las cuales se obtiene una producción anual de 2.265.000 t, con un rendimiento promedio de 10.1 t/ha (FAOSTAT, 2013).

El cultivo está afectado actualmente por una enfermedad que limita seriamente su producción y que se conoce (por su efecto en las raíces) como ‘cuero de sapo’ (CS, en adelante). El CS se reportó por primera vez en Colombia en 1971 (en el departamento del Cauca, una zona productora de yuca) y también fue reportado en las décadas siguientes en Brasil (Oliveira et al., 2014), Costa Rica (Pardo et al., 2014), Panamá, Perú y Venezuela (Calvert, 1994; Chaparro-Martínez y Trujillo-Pinto, 2001; Pineda et al., 1983) y Paraguay (Álvarez et al., 2014; Pardo et al., 2014). Estudios recientes confirman la asociación de un fitoplasma (bacteria Gram negativa sin pared celular y confinada al floema) con el CS (Álvarez et al., 2009). Actualmente, la enfermedad está presente en las principales zonas productoras de yuca de Colombia (Córdoba, Sucre, Cauca, Valle del Cauca, Tolima y Meta) y causa pérdidas hasta del 100% de la producción, porque afecta directamente la acumulación de almidón y la calidad de las raíces y, por ende, el rendimiento del cultivo (Calvert, 1994; Pineda et al., 1983). Generalmente, los síntomas de esta enfermedad solo se observan cuando se cosechan las raíces.

## Síntomas

### En raíces

En las plantas enfermas, la raíz se torna leñosa y su cáscara, que se vuelve gruesa, corchosa y quebradiza, toma un color opaco y no desprende fácilmente; presenta, además, depresiones con bordes en forma de labios que se unen semejando una red o un panal (Figura 1).



Figura 1. Síntomas del CS en las raíces de yuca. **A:** Raíz con síntomas (izq.) junto a raíz sana (der.). **B:** Síntomas característicos: Raíz de aspecto leñoso con cáscara gruesa que no desprende fácilmente, corchosa, quebradiza y con depresiones cuyos bordes se unen y semejan una red.

En estados avanzados de la enfermedad, el esclerénquima y el parénquima de la raíz tienen una coloración marrón. En algunas variedades de yuca, las raíces enfermas son muy delgadas y la base del tallo muy gruesa.

### En parte aérea

En general, no se presentan síntomas en la parte aérea de las plantas. Algunos genotipos de yuca, como CM 6740-7 (Reina), SM 909-25 o MCOL2063 (Secundina), pueden mostrar clorosis o moteados en las hojas (Figura 2-A y 2-B) y encrespamiento o curvatura de los bordes foliares (o ambos síntomas). Estos síntomas no se distinguen fácilmente en condiciones de campo, porque se confunden con algunas enfermedades causadas por virus, con los daños debidos a los ácaros y a los trips, con la deficiencia de elementos menores o con la toxicidad producida por los herbicidas.

### Variabilidad

Se han hallado diferencias en los síntomas (Figura 3), las cuales dependen del genotipo o de la región (o de ambos factores). Por ejemplo:

- En la zona yuquera del Cauca se observan, en la variedad Reina, depresiones profundas entre los labios que forman las redes o los panales antes mencionados (Figura 3-A).





Figura 2. Síntomas del CS en las hojas de la yuca. **A:** Moteado del cogollo en el genotipo Reina. **B:** Moteado característico en el genotipo SM 909-25.

- En este mismo caso (Cauca, variedad Reina), se ha observado, en las etapas iniciales de la enfermedad, que se forman anillos de labios (ver antes) alrededor de la raíz de yuca afectada (Figura 5, grado 2).
- Otra diferencia de este síntoma característico es la presencia de labios alargados que dejan depresiones poco profundas y se distribuyen irregularmente en la raíz (Figura 3, fotos B, C, D, E y F), evitando formar redes o panales.
- En la variedad M-Tai 8, se han observado anillos pequeños distribuidos irregularmente (Figura 3-G).

Hay también manifestaciones parciales de la enfermedad, por ejemplo:

- Puede afectar solo algunas plantas de un cultivo.
- En estas plantas, puede afectar unas raíces con más severidad que otras.
- En las raíces enfermas, se observan unas pocas hendiduras características, que se dispersan por la raíz o se localizan en alguna parte de esta.

En el primer ciclo de cultivo, los síntomas se observan con dificultad. Sin embargo, en la medida en que se utilicen estacas afectadas de plantas del primer ciclo para sembrar el segundo y de este para el siguiente, la severidad del CS aumenta en las raíces afectadas, así como su incidencia en el cultivo (CIAT, 2006).

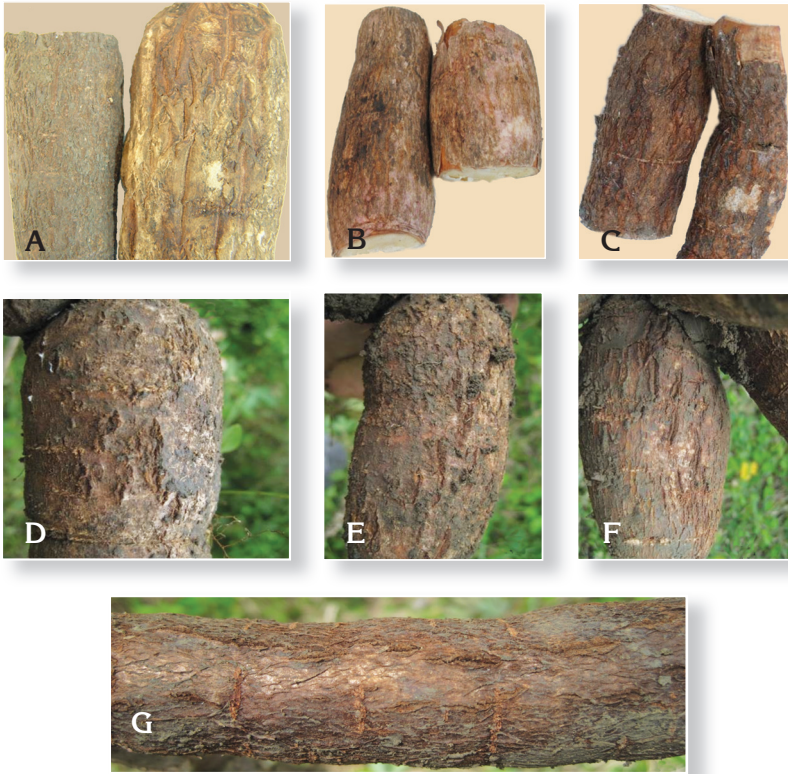


Figura 3. Diferencias en la sintomatología del CS. **A:** Labios protuberantes y bien definidos en una raíz proveniente del Cauca de la variedad Reina (derecha) y labios pequeños y poco definidos en una raíz de la Costa Atlántica de la variedad Ginés (izquierda). **B:** Labios alargados, formando depresiones poco profundas y distribuidos irregularmente en una raíz de la variedad BIPD 284-35. **C, D, E y F:** Labios largos, poco protuberantes y distribuidos irregularmente en raíces de la variedad BIPD 289-42. **G:** Labios pequeños distribuidos irregularmente en una raíz de la variedad M-Tai 8.

## Diseminación de la enfermedad

La enfermedad se disemina rápidamente cuando se usa ‘semilla’ vegetativa (estacas) proveniente de plantas enfermas. Un tallo produce alrededor de diez estacas de ‘siembra’; por tanto, si la estaca está enferma, de la planta inicial y al cabo de 5 años de siembra continua, se habrán obtenido unas 10.000 plantas enfermas.

Investigaciones recientes han confirmado que el CS no se transmite por el suelo, sino por vectores aéreos de algunas familias de hemípteros, como Cicadellidae y Delphacidae (Mejía et al., 2011). Ahora bien, esta transmisión no es eficiente. Los estudios mostraron, además, dos hechos:

- Primero, que la eficiencia de transmisión del CS está entre 4 y 35% si se siembra una mezcla de estacas ('semilla') sanas y contaminadas (Mejía et al., 2011).
- Segundo, si la incidencia de la enfermedad ha sido muy alta en una zona yuquera y luego se siembra en ella 'semilla' (estacas) que no lleve el fitoplasma del CS, la incidencia de la enfermedad en las raíces cosechadas es nula (0%).

Se llega así a una conclusión de suma importancia: el riesgo más alto de diseminar el CS está en el uso de materiales de propagación (estacas) infectados; por consiguiente, el control de esta enfermedad se basa en **emplear estacas provenientes de plantas madre sanas** cuando se establece un nuevo cultivo.

## Recomendación

Al momento de seleccionar la 'semilla' (estacas), hay que revisar bien las plantas (raíces y parte aérea) de donde proviene, para comprobar que no presenten síntomas del CS (Figura 4-A). Por ningún motivo, se tomará la 'semilla' (estacas) de plantas en las que se han cortado y cosechado las raíces sin haberles hecho una revisión previa que compruebe su sanidad (Figura 4-B).

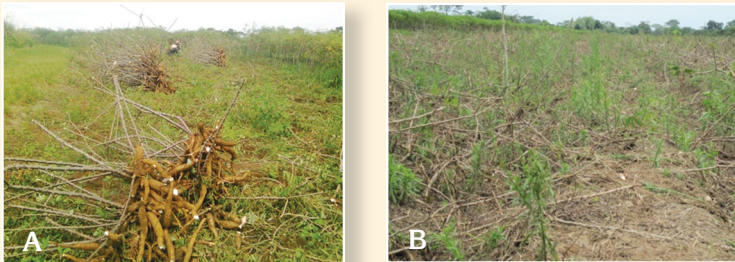


Figura 4. Dos prácticas de cosecha de la yuca. **A:** Se revisan las raíces antes de cortar estacas ('semilla') para sembrar el cultivo siguiente. **B:** No se revisan las raíces al momento de la cosecha y, por tanto, se desconoce si las estacas ('semilla') que se cortan para la próxima siembra están sanas o enfermas.

# Diagnóstico y evaluación de la enfermedad

## En el campo

El único diagnóstico posible del CS es la revisión de las raíces de las plantas al momento de la cosecha, evaluando la enfermedad según la escala descrita en la Tabla 1.

Tabla 1. Escala de evaluación de la enfermedad CS en las raíces de yuca.

Grado (severidad, %)	Síntomas (categoría)	Síntomas (observación física)
0 (0.1)	Ausentes (planta sana)	Raíces engrosadas y asintomáticas; cáscara delgada y flexible
1 (10)	Muy leves	Raíces engrosadas, <b>con pocas fisuras</b> o hendiduras en forma de labios <b>en algunas raíces; cáscara levemente opaca (aspecto cremoso) y poco flexible</b>
2 (35)	Leves	Raíces engrosadas, con pocas fisuras o hendiduras en forma de labios <b>en muchas raíces; cáscara opaca (aspecto cremoso) y quebradiza</b>
3 (65)	Moderados	<b>Número mayor</b> (que en grado 2) de fisuras o hendiduras en forma de labios <b>en cualquier parte de las raíces</b> (zona basal, intermedia, distal), con leve disminución del grosor de las raíces; <b>cáscara opaca y quebradiza</b>
4 (90)	Severos	Presencia de red o panal (unión de elevaciones en forma de labio) en pocas o en muchas raíces, <b>con moderada reducción</b> del grosor de las raíces; <b>cáscara gruesa, corchosa y quebradiza</b>
5 (100)	Muy severos	Presencia de red o panal (unión de elevaciones en forma de labio) en muchas raíces, <b>con severa reducción</b> del grosor de las raíces, las cuales tienen una apariencia leñosa o fibrosa; <b>cáscara gruesa, corchosa y quebradiza</b>

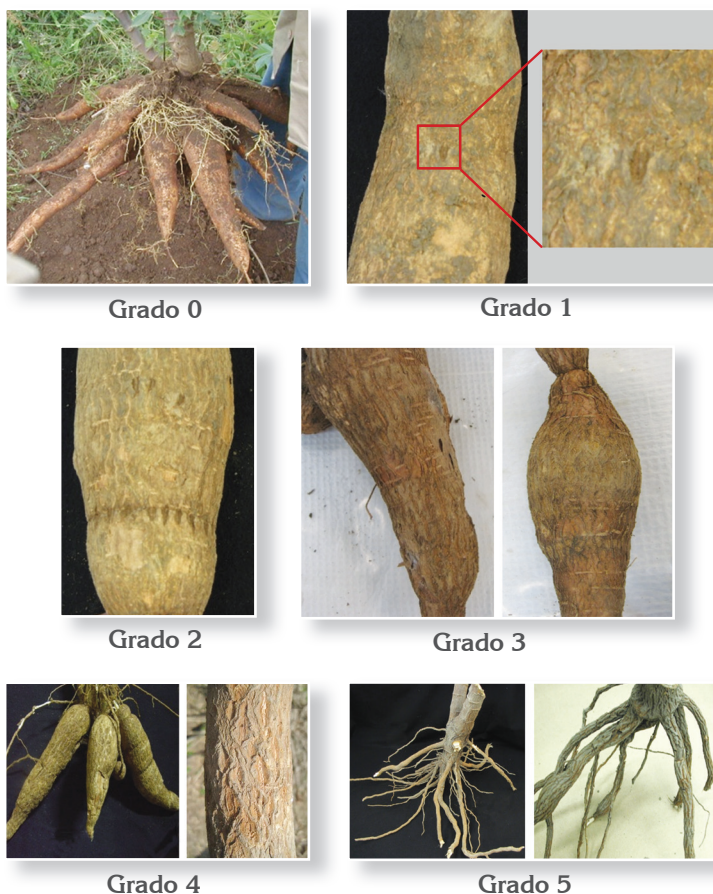


Figura 5. Escala de evaluación de los síntomas de la enfermedad ‘cuerpo de sapo’ de la yuca. **Grado 0:** Raíces engrosadas asintomáticas; cáscara delgada y flexible. **Grado 1:** Raíces engrosadas, y algunas con pocas fisuras o hendiduras en forma de labios; cáscara levemente opaca y poco flexible. **Grado 2:** Raíces engrosadas; muchas de ellas con pocas fisuras o hendiduras en forma de labios; cáscara opaca y quebradiza. **Grado 3:** Número más alto de fisuras o hendiduras en forma de labios en cualquier zona de la raíz (basal, intermedia, distal), con leve disminución del grosor de las raíces; cáscara opaca y quebradiza. **Grado 4:** Presencia de red o panal de depresiones y bordes en forma de labios, en pocas o en muchas raíces, con moderada reducción del grosor de las raíces; cáscara gruesa, corchosa y quebradiza. **Grado 5:** Presencia de red o panal en muchas raíces, con severa reducción del grosor de las raíces, que adquieren apariencia leñosa o fibrosa; cáscara gruesa, corchosa y quebradiza.



## En el laboratorio

Actualmente, la enfermedad se puede diagnosticar mediante la técnica molecular de la PCR (reacción en cadena de la polimerasa) en tiempo real (Figura 6-A), que tarda apenas 1 hora para entregar resultados y tiene las siguientes ventajas:

- Es 1000 veces más sensible que las técnicas moleculares convencionales.

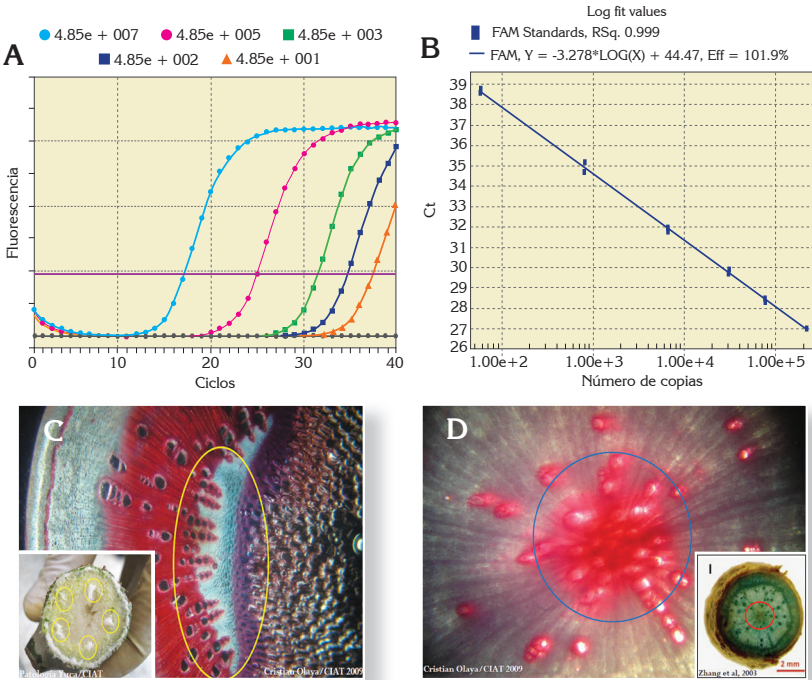


Figura 6. Detección del fitoplasma asociado con la enfermedad del CS mediante la técnica de la PCR en tiempo real. **A.** Gráfica de la detección del fitoplasma, mediante la técnica de la PCR en tiempo real, en floema secundario de raíces de plantas con CS: en las cinco curvas, identificadas en las convenciones, se relacionan diferentes concentraciones de fitoplasma. La gráfica relaciona las variables Ct (ciclo de la PCR en tiempo real en la cual la muestra es positiva) y fluorescencia. **B.** Curva de calibración de la prueba de la PCR en tiempo real (que relaciona las variables concentración del fitoplasma en número de copias y Ct) para cuantificar el fitoplasma presente en la planta analizada. **C.** Microfotografía del floema secundario de una raíz de almacenamiento (ver ubicación en recuadro, izquierdo.) de una planta madre. **D.** Microfotografía del floema secundario de una raíz de almacenamiento (ver ubicación en recuadro, derecho).

- Permite cuantificar la concentración de fitoplasma en las plantas analizadas (Figura 6-B).
- Se convierte así en la única alternativa para certificar que la ‘semilla’ (estacas) de yuca está libre de la enfermedad CS (Pardo et al., 2014).

En este diagnóstico, se utiliza floema secundario de estacas o tallos (Figura 6-C) de plantas madre, de plantas in vitro o de yemas axilares que se requieran para la producción de plantas madre libres de CS. Se ha observado que en toda raíz que presente síntomas de la enfermedad, el fitoplasma se detecta en el floema secundario, es decir, en la parte interna de la raíz (Figura 6-D).

## Recomendaciones para el manejo de la enfermedad

1. **Obtención de material de ‘siembra’ sano:** Dentro de la finca o predio en que sembrará la yuca, separe un lote equivalente al 11–12% del área de yuca comercial y dedíquelo exclusivamente a la producción de estacas. Se llamará ‘lote de multiplicación’ y las estacas que le dieron origen provendrán de plantas madre revisadas minuciosamente al momento de la cosecha y certificadas mediante técnicas moleculares (qPCR).
2. **Genotipos tolerantes al CS:** Se hicieron estudios de campo y de invernadero en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en asocio con la Universidad de Córdoba, en Montería, Colombia, y sus resultados permiten reportar como tolerantes los siguientes genotipos: MPER 183, para zonas altas del departamento de Cauca (de 800 a 1000 m.s.n.m.); HMC-1 y CM4574-7, para la zona baja de Cauca; y los clones SM 3106-5 y CM 9962-51, para la zona yuquera de la costa Atlántica.
3. **En la cosecha:** Al momento de cosechar, arranque las plantas junto con las raíces (no corte la parte aérea), examine las raíces cuidadosamente y verifique en ellas algún síntoma de la enfermedad.
4. **Material de ‘siembra’:** Las plantas sanas, que darán la ‘semilla’ (estacas) para la ‘siembra’ de la yuca, se separan de las demás. Al momento de cortar los tallos (para obtener las estacas), usar un

machete previamente humedecido en su totalidad (mango y hoja) con hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% (o sea, 1 litro del producto en 1 litro de agua).

5. **Tolerancia por fertilización:** La aplicación foliar de ácido fosforoso, hidróxido de potasio y citrato de potasio, así como la fertilización edáfica (al suelo) con cloruro de potasio (KCl), confieren a la yuca tolerancia a la enfermedad, con lo cual además se incrementa el rendimiento del cultivo en más del 15%.
6. **Desecho:** Las plantas que presenten síntomas del CS en todas las raíces o en algunas de ellas y que, por tanto, no pueden usarse para obtener 'semilla' (estacas) deben ser recolectadas y, una vez amontonadas, se les prende fuego hasta incinerarlas.
7. **Destrucción de socas:** Los restos en el campo de plantas enfermas con CS, que fueron cortadas o cosechadas, se convierten en socas que rebrotan. Esas socas deben ser destruidas. Se recomienda aplicarles un herbicida traslocable que, absorbido por las raíces del rebrote, destruya todas sus partes vegetativas y garantice, de ese modo, la eliminación de una posible fuente de inóculo.
8. **Vigilancia:** Hay que establecer (en predios, fincas o zonas mayores) sistemas de vigilancia fitosanitaria y de cuarentena para impedir tanto el ingreso de material vegetativo proveniente de áreas afectadas por la enfermedad como su movilización dentro del campo de yuca.
9. **Termoterapia:** La técnica de inhabilitar microorganismos y tejidos con el calor en cámaras térmicas (Figura 7-A) se puede emplear para limpiar estacas y obtener de sus yemas material vegetativo limpio (Figura 7-B) que, propagado en vivero o en campo, permite multiplicar el material de 'siembra' limpio (Figura 7-C y 7-D). La efectividad de la termoterapia se comprueba (y se somete a seguimiento) mediante la técnica de la PCR en tiempo real (Ceballos et al., 2014).





Figura 7. Sistema de limpieza de la 'semilla' (estacas y tallos) de yuca en cámara térmica. **A:** Vista exterior de una cámara térmica. **B:** Plantas limpias obtenidas de yemas axilares, listas para sembrar en el campo. **C:** Material de siembra propagado sobre sustrato de arena dentro de cámara térmica. **D.** Enraizamiento de estacas 'sembradas' horizontalmente en cámara térmica, que nutre los brotes aéreos emitidos por yemas axilares.

## Bibliografía

- Álvarez E; Mejía JF; Llano GA; Loke JB; Calari A; Duduk B; Bertaccini A. 2009. Characterization of a phytoplasma associated with frogskin disease in cassava. *Plant Disease* 93(11):1139–1145. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-93-11-1139>
- Álvarez E; Pardo JM; Zacher M; Cardozo L; Torres A. 2014. “Cuero de sapo” Enfermedad de la mandioca en Paraguay [folleto]. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Programa de Investigación de CGIAR sobre Raíces, Tubérculos y Banano (RTB), Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro). Disponible en: [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/56695/CUERO\\_DE\\_SAPO.pdf?sequence=4](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/56695/CUERO_DE_SAPO.pdf?sequence=4)

- Calvert L. 1994. The safe movement of cassava germplasm. En: First Meeting of the International Network for Cassava Genetic Resources. International Network for Cassava Genetic Resources: Report. International Crop Network Series 10. Celebrada en el CIAT, Cali, Colombia, 18–23 de agosto de 1992. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Roma, Italia. p 163–165.
- Ceballos G; Pardo JM; Álvarez E. 2014. Escalamiento tecnológico en la producción masiva y sostenible de semilla limpia de yuca y plátano para la agricultura familiar. En: Memorias III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014, 21 al 23 de octubre, Varadero, Cuba. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. p. 67–73.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2006. Informe anual – Programa de Yuca. Cali, Colombia.
- Chaparro-Martínez EI; Trujillo-Pinto G. 2001. First report of frog skin disease in cassava (*Manihot esculenta*) in Venezuela. Plant Disease 85(12):1285–1285.  
<http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2001.85.12.1285D>
- FAOSTAT (División de Estadísticas de la FAO). 2013. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Mejía JF; Álvarez E; Ocampo RO; Llano GA; Luna JM; Pardo JM; de Ávila D; Restrepo E. 2011. Determinación de vectores aéreos y/o del suelo asociados con la transmisión de la enfermedad del cuero de sapo en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en los departamentos de Cauca y Sucre, en Colombia. Fitopatología Colombiana 35(1):15.
- Oliveira SAS; Abreu EFM; Araujo TS; Oliveira EJ; Andrade EC; García JMP; Álvarez E. 2014. First Report of a 16SrIII-L Phytoplasma associated with Frogskin disease in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Brazil. Plant Disease 98(1):153
- Pardo JM; Truke MJ; Cardozo L; Varela I; Álvarez E. 2014. A real-time PCR assay to detect and quantify 16SrIII-L and 16SrI phytoplasmas associated with cassava frogskin disease in Costa Rica and Paraguay. Phytopathology 105 (Suppl. 1): S1.3
- Pineda B; Jayasinghe U; Lozano JC. 1983. La enfermedad “cuero de sapo” en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) ASIAVA 4:10–12.

**Publicación CIAT No. 405**  
Programa de Patología de Yuca y Musáceas  
y  
Comunicaciones y Gestión de Conocimiento

---

<b>Edición técnica:</b>	Francisco Motta
<b>Edición de producción:</b>	Victoria Eugenia Rengifo
<b>Producción:</b>	Magar Design S.A.S.
<b>Impreso en:</b>	Impresos Richard Cali, Colombia

---



ISBN 978-958-694-149-5 (versión impresa)  
ISBN 978-958-694-150-1 (versión digital)