

Capítulo 3.

Reconocimiento y manejo integrado de enfermedades y plagas

Aspectos generales

La yuca es un cultivo eficiente en la producción de carbohidratos, se adapta a una amplia gama de entornos, tolera la sequía y requiere de menos mano de obra que otros cultivos (De Olanda Souza et al., 2022). Sin embargo, la producción de yuca enfrenta serias limitaciones, entre las cuales se incluyen el deterioro fisiológico de las raíces reservantes durante la poscosecha; bajos rendimientos por insumos limitados, como fertilizantes, pesticidas y herbicidas, y alta susceptibilidad de los genotipos a una variedad de enfermedades y plagas que ocasionan daños económicos y reducen de forma drástica los rendimientos de la yuca (Rwegasira & Rey, 2012).

Los problemas patológicos y entomológicos asociados a la producción de yuca pueden llegar a ser de gran importancia económica, aunque en muchas ocasiones pasan desapercibidos. Debido a su largo ciclo de crecimiento (8-24 meses), las plantas de yuca están expuestas al ataque de muchas plagas y enfermedades y a las variables condiciones climáticas y edáficas de cada región durante su ciclo de crecimiento, lo cual disminuye la calidad de las raíces y los rendimientos (Graziosi et al., 2016). El control de estos problemas durante la temporada de crecimiento puede ser muy costoso, por lo que el agricultor debe dar prioridad a su prevención antes que a su control.

Las enfermedades que afectan a la yuca pueden ser ocasionadas por agentes bacterianos, fúngicos, virales, micoplasmas y fitoplasmas, los cuales pueden causar pérdidas desde el establecimiento de los cultivos al disminuir el vigor normal de la planta, reducir la capacidad fotosintética o causar la putrefacción de las raíces antes o después de la cosecha. También pueden

invadir el sistema vascular, sin causar daños visibles, pero constituyendo fuentes primarias de infección en las plantaciones (Álvarez et al., 2013). Otros patógenos atacan los tejidos foliares y las partes tiernas del tallo de la planta, causando su muerte. Por su parte, los artrópodos plaga de mayor importancia económica asociados al cultivo de yuca corresponden a ácaros, hemípteros y algunos lepidópteros. Los daños causados son indirectos y obedecen a que los insectos se alimentan de los tejidos foliares o las estacas, reduciendo el área foliar y la actividad fotosintética. Los ataques prolongados de estos insectos (3-6 meses) pueden reducir el rendimiento de las raíces. Muchos de estos insectos presentan especificidad para el cultivo y están adaptados a las defensas bioquímicas naturales de la planta, que incluyen componentes laticíferos y cianogénicos (Bellotti et al., 2012).

Las pérdidas resultantes de las enfermedades y plagas de la yuca no son simplemente un problema agrícola, sino que representan una grave amenaza para la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia de millones de personas. La aplicación de estrategias agronómicas y sanitarias destinadas a la prevención de plagas y a la mejora del cultivo dará lugar, sin duda, a una cosecha satisfactoria y a un uso sostenible y ecoeficiente de los recursos naturales.

Conceptos generales

Enfermedad: alteración fisiológica en las células y tejidos de la planta causada por el ataque de agentes bióticos o condiciones ambientales adversas que dan origen a la aparición de diferentes síntomas en la planta hospedante. La enfermedad es un estado que induce cambios en el comportamiento y desarrollo de las plantas. Dichos cambios conducen a la alteración parcial o muerte de la planta o de algunos de sus órganos (Agrios, 2007).

Tipos de enfermedades: las plantas de yuca pueden ser afectadas por diferentes tipos de enfermedades. A continuación se detallan las de mayor relevancia:

- **Enfermedades bióticas:** este tipo de enfermedades son ocasionadas por agentes patogénicos como hongos, bacterias, virus, micoplasmas, nematodos, entre otros. Tienen la capacidad de causar infección e invasión en las plantas y conllevar pérdidas considerables bajo condiciones ambientales favorables (Agrios, 2007).

- Enfermedades abióticas: son causadas principalmente por factores ambientales adversos, como temperaturas altas o muy bajas, falta o exceso de luz o humedad, deficiencia de nutrientes y prácticas agrícolas inadecuadas (Agrios, 2007).

Agente causal de enfermedades: hace referencia al organismo patogénico e infeccioso de tipo fúngico, viral o bacteriano encargado de ocasionar una enfermedad en una planta (Agrios, 2007).

Manejo integrado de enfermedades: combinación de diferentes prácticas y métodos de manejo de una enfermedad que permiten reducir las poblaciones de organismos patógenos, con el fin de no ocasionar daños o pérdidas económicas (Achicanoy López, 2001).

Plagas de cultivos agrícolas: insectos causantes de daños directos en la producción comercial de plantas. Los insectos plaga en la yuca corresponden a ácaros, moscas blancas, gusanos, entre otros, los cuales, al alimentarse de los órganos vegetales de las plantas de yuca, causan reducciones en el rendimiento del cultivo.

Enfermedades asociadas al cultivo de yuca y prácticas de manejo integrado

Enfermedades infecciosas causadas por hongos

Los diferentes órganos (hojas, tallos y raíces) de las plantas de yuca pueden ser afectados durante su ciclo de crecimiento y desarrollo por muchos agentes patogénicos de origen fúngico, cuya distribución e importancia económica depende de factores ambientales y del grado de resistencia de los genotipos.

Las enfermedades causadas por hongos, que dan origen a manchas foliares, necrosis en tallos y pudriciones a nivel radicular, se presentan con gran frecuencia y pueden causar grandes pérdidas en rendimiento.

A continuación se relacionan las principales enfermedades causadas por hongos que afectan la yuca, los agentes causales y los síntomas ocasionados en los órganos vegetales que permiten su diagnóstico y reconocimiento, y se sugieren algunas prácticas de manejo agronómico viables para el manejo integrado.

Mancha parda de la hoja

Importancia y distribución: esta enfermedad foliar es considerada la más importante debido a su amplia distribución geográfica y sus hospederos. Bajo condiciones favorables, puede ocasionar defoliación en genotipos susceptibles y pérdidas en rendimiento de hasta un 20% (Wydra & Verdier, 2002).

Agente causal: la mancha parda es ocasionada por el hongo *Cercospora henningsii* (Allescher) y su estado perfecto corresponde a *Mycosphaerella manihotis* (Álvarez et al., 2012).

Síntomas: los síntomas de esta enfermedad se caracterizan por manchas inicialmente pequeñas, amarillentas y redondeadas que varían en el tamaño del diámetro (2-12 mm). Las manchas se vuelven de color marrón rojizo, con forma angular, y quedan limitadas por las nervaduras. En el haz, las manchas presentan centro de color café oscuro, borde de color café rojizo, bien definido, y en algunas ocasiones presentan un halo de color amarillo (figura 8a). En el envés de la hoja, las manchas en el centro presentan una coloración grisácea (figura 8b) debido a la presencia de los cuerpos fructíferos del hongo (figura 8c). Las venas que se encuentran dentro del área necrótica presentan color negro. Con el avance de la infección y colonización del hongo, las hojas afectadas se vuelven amarillas (figura 8d), se secan y se caen (Wydra & Verdier, 2002).

Los síntomas de la enfermedad suelen aparecer inicialmente en las hojas bajas de las plantas; posteriormente, la enfermedad se desplaza hacia el tercio medio, y algunas lesiones pueden aparecer en las partes apicales de la planta. Posiblemente este patrón de distribución en la planta esté relacionado con la madurez fisiológica de las hojas de yuca, en las cuales al hongo se le facilita realizar el proceso de penetración e infección.

Condiciones favorables: el desarrollo del ciclo primario y secundario de la enfermedad se ve favorecido por condiciones de alta humedad relativa y

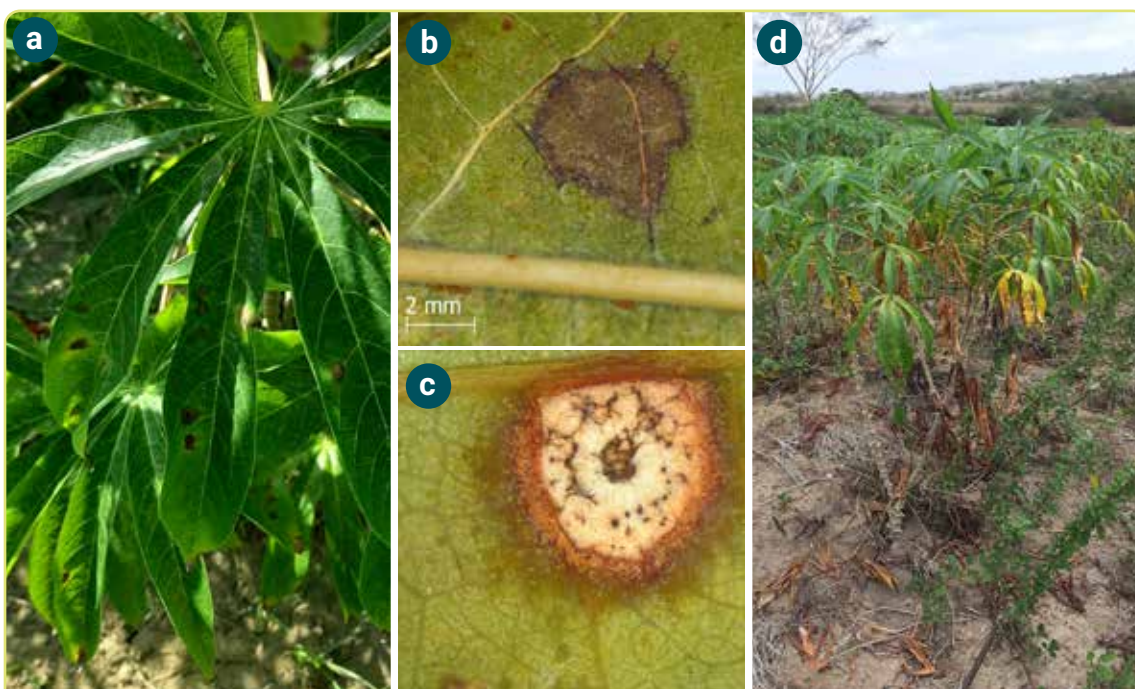


Figura 8. Síntomas de la mancha parda en hojas de yuca. a. Manchas angulares marrones en el haz de las hojas; b. Manchas angulares con centro grisáceo en el envés de las hojas; c. Cuerpos fructíferos del hongo; d. Amarillamiento de hojas.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

temperaturas altas. Durante la época lluviosa, la enfermedad se propaga fácilmente entre las plantas debido a que las gotas de lluvia transportan los cuerpos fructíferos del hongo a nuevos tejidos susceptibles.

Manejo integrado de la enfermedad: para realizar un manejo adecuado de la mancha parda en yuca, se deben tener en cuenta varios factores, entre los que se destacan las condiciones climáticas, el estadio fenológico de la planta y los niveles de incidencia y severidad de la enfermedad.

La mancha parda se puede manejar haciendo uso de variedades resistentes, llevando a cabo prácticas culturales tendientes a la disminución de la humedad relativa y empleando fungicidas protectantes a base de cobre. Para infecciones severas, los fungicidas sistémicos pertenecientes a los grupos de los triazoles, las estrobilurinas y los bencimidazoles se han utilizado con éxito para controlar enfermedades causadas por cercosporoides en diferentes cultivos. La molécula fúngica flutriafol ha demostrado gran

eficacia para reducir la gravedad de la enfermedad tanto en condiciones de invernadero como de campo (Julião et al., 2020).

Añublo pardo fungoso o mancha café grande

Importancia y distribución: la enfermedad se encuentra distribuida en zonas cálidas de Brasil y Colombia. El patógeno causa infecciones en zonas geográficas donde prevalece la incidencia de la mancha parda y puede causar defoliaciones severas (mayores al 30 %) bajo condiciones ambientales favorables y sobre genotipos de yuca susceptibles (Álvarez et al., 2012).

Agente causal: la enfermedad conocida como añublo pardo fungoso es ocasionada por el hongo *Cercospora vicosae*, el cual ha sido reportado como un hongo específico del género *Manihot* spp. (Chupp, 1953).

Síntomas: los síntomas característicos de la enfermedad, asociados a manchas de color marrón, se encuentran frecuentemente en los ápices de las hojas, en los bordes de los lóbulos foliares o a lo largo de la nervadura central o de otras venas secundarias. El añublo pardo fungoso se caracteriza por la presencia de una mancha marrón grande y sin bordes definidos que cubre una quinta parte o más del lóbulo foliar (figura 9). La mancha tiene un color marrón uniforme en el haz, mientras que en el envés es marrón pero con centro de fondo grisáceo, debido a la presencia de conidias y conidióforos del hongo (Álvarez et al., 2012). En algunas ocasiones es posible observar la presencia de un halo amarillo rodeando la lesión.

Mientras la enfermedad progresa, las hojas se vuelven amarillas, se secan y se caen. La severidad de la enfermedad es mayor a partir de los seis meses de edad fisiológica de la planta. La ocurrencia de la enfermedad ha sido detectada principalmente en hojas bajas y del tercio medio.

Condiciones favorables: la incidencia y severidad de la enfermedad se ve favorecida por condiciones de alta humedad relativa y lluvias frecuentes, las cuales, en conjunto con la acción del viento, ayudan a la diseminación de *C. vicosae*.

Manejo integrado de la enfermedad: para el manejo adecuado de la enfermedad, se recomienda realizar monitoreo rutinario del cultivo, además de emplear prácticas de cultivo culturales tendientes a su prevención,



Figura 9. Síntomas del añublo pardo fungoso en hojas del genotipo Corpoica Belloti.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

como es el uso de densidades de siembra adecuadas para disminuir la humedad relativa en la plantación.

Mancha blanca de la hoja de yuca

Importancia y distribución: la enfermedad conocida como mancha blanca de la hoja de yuca se encuentra distribuida principalmente en zonas geográficas de alta humedad relativa y puede conducir a pérdidas considerables en rendimiento debido a la defoliación causada en los genotipos susceptibles.

Agente causal: el hongo causante de la enfermedad es producido por *Cercospora caribaea*.

Síntomas: las manchas causadas por *C. caribaea* son pequeñas y varían de circulares a angulares. Las lesiones presentan un centro de color blanco, borde marrón y halo amarillo en el haz de las hojas (figura 10). En el envés, el centro de las manchas tiene un aspecto aterciopelado y grisáceo durante la fructificación del patógeno (figura 11).



Figura 10. Síntomas de la mancha blanca en el haz de hojas de la variedad Corpoica Tai.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

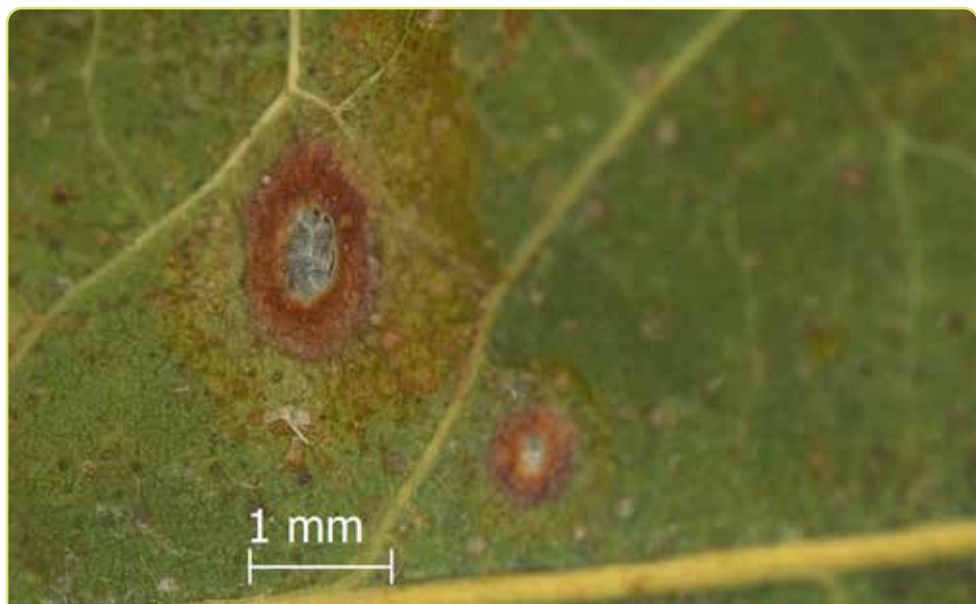


Figura 11. Síntomas de la mancha blanca con centro grisáceo en el envés de las hojas.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

Condiciones favorables: el hongo inicia el ciclo de la enfermedad de forma conjunta con el periodo lluvioso, condición ambiental que favorece la diseminación del patógeno y la infección de plantas en campo.

Manejo integrado de la enfermedad: la mancha blanca de la hoja de yuca es una enfermedad que se puede manejar haciendo uso de prácticas culturales tendientes a la disminución de la humedad relativa.

Mancha necrótica de la yuca

Importancia y distribución: la enfermedad conocida como mancha necrótica de la yuca ha sido reportada en Taiwán, India y Colombia, en variedades susceptibles a la enfermedad (Chen & Lee, 1979).

Agente causal: la mancha necrótica de la yuca es causada por el hongo *Periconia shyamala* (Chen & Lee, 1979).

Síntomas: el hongo causa manchas necróticas (figura 12a) de tamaño variable en el ápice o borde de las hojas (figuras 12b y 12c). Las lesiones frecuentemente son de color marrón claro en el centro, con borde café rojizo bien definido y halo amarillo. En el envés, el centro de la lesión se puede apreciar de color marrón oscuro debido a la presencia de las estructuras reproductivas del patógeno (figura 12d).

Las lesiones son observables en las hojas de los tercios medio y superior de la planta de yuca al finalizar el periodo de lluvias.

Condiciones favorables: la alta humedad relativa en la superficie de las hojas de la yuca puede favorecer el desarrollo de la infección por parte de *P. shyamala* (Chen & Lee, 1979).

Manejo integrado de la enfermedad: la enfermedad no se ha registrado causando pérdidas considerables en el cultivo de yuca. Por lo tanto, se recomienda sembrar genotipos de alta calidad genética y emplear prácticas de manejo adecuadas para disminuir la sobrevivencia y diseminación del patógeno.



Figura 12. Mancha necrótica de la yuca. a. Síntomas en hojas; b. Manchas necróticas en el ápice de las hojas; c. Manchas necróticas en el borde de las hojas; d. Estructuras reproductivas del hongo.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

Enfermedades infecciosas causadas por bacterias

Durante su ciclo de crecimiento y desarrollo, las plantas de yuca pueden ser afectadas por patógenos bacterianos causantes de manchas angulares acuosas y quemazón a nivel foliar. En los genotipos de yuca industrial ha sido registrada, hasta el momento, una enfermedad bacteriana, la cual se detalla a continuación.

Añublo bacteriano de la yuca

Importancia y distribución: el añublo bacteriano de la yuca es considerado una de las principales enfermedades limitantes para la producción eficiente de yuca en las zonas tropicales, pues presenta un alto potencial devastador en variedades susceptibles. La enfermedad fue reportada por

primera vez en Brasil, en 1912, por Bondar, y luego fue identificada en diferentes países sudamericanos durante y después de la década de 1970. En África, la enfermedad y el patógeno se detectaron por primera vez en Nigeria, en 1972, y luego en varios países subsaharianos. Hasta la fecha, se ha informado la presencia de la enfermedad en 49 países ubicados en todo el trópico (Taylor et al., 2017). En Colombia, la enfermedad ha sido diagnosticada en los Llanos Orientales y en cinco departamentos de la costa Caribe.

Agente causal: la enfermedad es causada por la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. La bacteria, inicialmente, coloniza la superficie de los tejidos aéreos de la yuca. Cuando las condiciones son favorables, especialmente bajo alta humedad, aumenta la multiplicación del patógeno alrededor de los tricomas, y tiene lugar la penetración de la capa externa de la hoja (Álvarez et al., 2012). La bacteria accede a la planta a través de heridas y aberturas naturales de la hoja, principalmente por los estomas adaxiales (Kemp et al., 2004). Aunque es común para otras *Xanthomonas* vasculares entrar a la planta a través de los hidátodos, se desconoce su papel en las etapas iniciales de la infección por *X. axonopodis* pv. *manihotis*. La colonización del tejido interno se acompaña de la producción de exopolisacáridos bacterianos (EPS) altamente higroscópicos, que exudan de las lesiones y luego se hidratan y transportan por las gotas de lluvia. La salpicadura de estas suspensiones bacterianas mediada por el viento y la lluvia se considera la principal vía natural de transmisión horizontal de patógenos bacterianos de una planta a otra. La bacteria puede sobrevivir en el suelo, en residuos de plantas y sobre muchas malezas de la familia Euphorbiaceae, de donde se puede diseminar. Los insectos también diseminan la enfermedad en cortas distancias.

Síntomas: el añublo bacteriano de la yuca se caracteriza por una variedad de síntomas que afectan principalmente a las hojas, los pecíolos y los tallos, lo que con frecuencia conduce a la muerte de la planta. Los primeros síntomas aparecen en el tejido de la hoja como manchas angulares translúcidas, de consistencia acuosa (figura 13a) y de color marrón-marrón oscuro, las cuales se oscurecen en etapas posteriores, y ocasionalmente están rodeadas por un halo clorótico. A medida que avanza la enfermedad, las bacterias acceden a los vasos del xilema desde el mesófilo y se desplazan hacia el tallo a través de los pecíolos, que se vuelven marrones y colapsan, lo que hace que la hoja se marchite (figura 13b). Las venas alrededor de estos puntos se decoloran y los tejidos afectados frecuentemente producen, en la parte inferior de la hoja, exudados de color blanco cremoso y luego amarillo-naranja. El

tizón resulta de la coalescencia de las manchas, que crea áreas necróticas que se secan y rizan los folíolos, dando el aspecto de una quemadura superficial (figura 13c). La colonización de vasos en el tallo permite que la bacteria se mueva sistémicamente hacia arriba y hacia abajo. Cuando la infección alcanza la parte superior de la planta, donde los tejidos del tallo son más verdes y menos lignificados, la pudrición del tallo (figura 13d) conduce a la muerte regresiva, caracterizada por el marchitamiento del ápice de los brotes (figuras 13b y 13c). Los síntomas se presentan a los 11-13 días después de la infección de la bacteria (Zárate-Chaves et al., 2021).



Figura 13. Síntomas del añublo bacteriano de la yuca. a. Manchas angulares translúcidas en plantas pequeñas; b. Marchitez de las hojas; c. Necrosis en las hojas por efecto de la coalescencia de las manchas; d. Necrosis del tallo.

Fotos: Jorge Luis García Herazo

Condiciones favorables: el añublo bacteriano de la yuca puede tener una alta incidencia y severidad en suelos de texturas arcillosas, con mal drenaje y bajo condiciones de alta pluviosidad (Maraite & Perreux, 1979).

Manejo integrado de la enfermedad: el manejo eficiente del añublo bacteriano se basa en tres pilares principales: controles sanitarios, prácticas culturales y uso de variedades tolerantes o resistentes.

El uso de variedades tolerantes o resistentes se considera la principal solución para el manejo de la enfermedad. Se han identificado varios genotipos con resistencia a diversos patovares de la bacteria (Álvarez et al., 2012).

Las prácticas culturales para el manejo del añublo bacteriano incluyen la rotación del cultivo con maíz o sorgo, los cultivos intercalados, el barbecho, la eliminación o el entierro de los restos de cultivos, el manejo de malezas, la siembra retrasada (al final de la temporada de lluvias) y el uso de materiales propagativos limpios. La rotación de cultivos y el barbecho tienen como objetivo agotar las fuentes de inóculo del patógeno a lo largo del tiempo, y se considera que son efectivos para amortiguar el impacto del añublo bacteriano en ciclos de cultivo sucesivos (Lozano, 1986; Persley & Crosse, 1978). Debido a que las malezas son reservorios del patógeno, se recomienda encarecidamente su manejo durante todo el ciclo del cultivo, así como el tratamiento de los desechos antes de la siembra. Usualmente, la siembra durante la segunda mitad de la temporada de lluvias disminuye la incidencia y severidad de la enfermedad, mientras mantiene o mejora los rendimientos (Zinsou et al., 2004).

Adicionalmente, se recomienda, para un manejo eficiente de la enfermedad, sembrar material vegetal proveniente de plantaciones sanas, realizar desinfección química de los cangres de yuca con una solución de caldo bordelés (sulfato de cobre, cal hidratada y agua), realizar fertilización oportuna de las plantas y evitar la diseminación del inóculo de la bacteria con el movimiento de personas, máquinas y animales de lotes afectados a lotes sanos (Trujillo et al., 2014).

Enfermedades infecciosas causadas por virus

Asociados a plantas de yuca se han registrado varios síntomas, entre los que se incluyen mosaicos en las hojas, aclaramiento de las venas, moteados, manchas anulares, distorsiones en las hojas y falta de desarrollo y deformación de raíces almacenadoras. Algunos virus han sido identificados y asociados con estos síntomas, mientras que otros han sido reportados en plantas asintomáticas o con infecciones latentes (Carvajal-Yepes et al., 2014).

Mosaico común de la yuca

Importancia y distribución: el virus del mosaico común de la yuca (CsCMD, por sus siglas en inglés) se ha presentado en varias regiones de América del Sur, como Colombia, Brasil y Paraguay (Carvajal-Yepes et al., 2014), últimos dos países donde la enfermedad ha ocasionado pérdidas considerables. De igual forma, se han generado reportes del virus en África y Asia.

Agente causal: el CsCMD es producido por un virus de la familia *Alphaflexiviridae* y del género *Potexvirus* (Silva et al., 1963). El virus infecta de manera sistémica la planta de yuca, se transmite de forma mecánica y no requiere de un agente vector para su diseminación (Calvert et al., 1996).

Síntomas: la infección por el virus de forma sistémica puede ocasionar mosaico y clorosis en las hojas (figura 14). En algunas plantas se han observado hojas de reducido tamaño, verdes claras y oscuras, delimitadas por las nervaduras (Zanini et al., 2021).



Figura 14. Síntomas del virus del mosaico común de la yuca.

Foto: Lily Lorena Luna Castellanos

Manejo integrado de la enfermedad: las medidas de manejo recomendadas para el virus están encaminadas a la evasión y erradicación de la enfermedad viral en la plantación. En las primeras etapas de crecimiento del cultivo, se pueden identificar plantas con síntomas virales, las cuales se deben eliminar del campo. Cuando los síntomas son observados en edades avanzadas del cultivo, las plantas deben ser marcadas y los tallos, quemados, después de cosechar las raíces. Para disminuir la transmisión mecánica del virus en la plantación, se deben desinfectar las herramientas utilizadas durante el corte. Además, las semillas seleccionadas para la siembra deben provenir de plantas sanas, libres del ataque del virus (Fauquet & Fargette, 1990).

Enfermedades infecciosas causadas por fitoplasmas y virus

En el cultivo de la yuca pueden aparecer infecciones en las plantas producto de la acción conjunta de fitoplasmas y virus, las cuales ocasionan el deterioro fisiológico de la raíz reservante y pérdidas económicas significativas al productor. La enfermedad más devastadora ocasionada por estos patógenos se detalla a continuación.

Cuero de sapo en yuca

Importancia y distribución: el cuero de sapo es una de las enfermedades más perjudiciales para la producción eficiente de yuca en el mundo, pues cuenta con un alto potencial devastador (de hasta el 90% de la producción). Su centro de origen ha estado relacionado con la región amazónica de Brasil y Colombia, donde ha ocasionado afectaciones en varias variedades de yuca. En Colombia, la enfermedad fue descrita inicialmente en el departamento del Cauca (Monger et al., 2001). La enfermedad ha sido reportada en otros países de América, como Costa Rica, Panamá, Perú y Venezuela.

Agente causal: inicialmente, para los años 90, el agente causal de la enfermedad estuvo asociado a partículas virales presentes en tejidos foliares, pecíolos, tallos y raíces de plantas afectadas (Cuervo, 1990). Con el desarrollo y estandarización de técnicas moleculares de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-PCR), hibridación y clonación de ADNc,

la enfermedad ha sido relacionada con un virus del grupo de los reovirus (*cassava frogskin-associated virus* [CsFSaV, por sus siglas en inglés]) y con diferentes cepas o variables genéticas (Calvert et al., 2008; Cuervo, 2006). Adicionalmente, se determinó la presencia de un fitoplasma del grupo 16 SrIII, asociado a esta enfermedad (Álvarez et al., 2009). En 2014 se detectaron, en plantas con síntomas típicos de la enfermedad, además del CsFSaV, otros tres tipos de virus diferentes, correspondientes a *cassava new alphaflexivirus* (CsNAV), *cassava polero-like virus* (CsPLV) y *cassava torrado-like virus* (CsTLV) (Carvajal-Yepes et al., 2014).

Síntomas: los síntomas producidos por la enfermedad del cuero de sapo varían de acuerdo con el genotipo y las condiciones ambientales, como la temperatura. Los síntomas, en la gran mayoría de las variedades, solo son observables en el momento de la cosecha, en las raíces reservantes de la planta. Frecuentemente no se manifiestan síntomas por la infección en ramas ni hojas, aunque en algunas variedades, como cm 6740-7 y Mcol 2063, se han observado síntomas tipo mosaico y encrespamiento de hojas durante el desarrollo de las plantas (Calvert & Cuervo, 2002).

La infección por los agentes causales produce una disminución en la acumulación de almidón en las raíces fibrosas, por lo que quedan delgadas (figura 15).



Figura 15. Deformación de raíces de yuca por cuero de sapo.

Foto: Shirley Patricia Pérez Cantero

Inicialmente, aparecen pequeñas fisuras longitudinales. A medida que las raicillas aumentan de diámetro, las fisuras tienden a cicatrizar, dando lugar a lesiones en forma de labio (figura 16a). La cáscara de las raíces toma un color opaco y presenta una textura corchosa y quebradiza que se desprende con facilidad (figura 16b).



Figura 16. Síntomas del cuero de sapo en raíces. a. Hendiduras en forma de labio; b. Raíces leñosas de cáscara gruesa y corchosa.

Fotos: Shirley Patricia Pérez Cantero

En la base del tallo de las plantas afectadas se puede apreciar un aumento del grosor producto de la falta de acumulación de almidones en las raíces reservantes (figura 17).



Figura 17. Engrosamiento de la base del tallo por cuerpo de sapo.

Foto: Shirley Patricia Pérez Cantero

Condiciones favorables: las condiciones ambientales secas tienden a inhibir el desarrollo de los síntomas, mientras que condiciones más frescas favorecen el desarrollo de la enfermedad (Calvert & Cuervo, 2002). El uso de estacas infectadas con el virus y las temperaturas favorables pueden ocasionar la diseminación rápida de la enfermedad en la plantación.

Manejo integrado de la enfermedad: la enfermedad del cuerpo de sapo en yuca requiere de la implementación de prácticas culturales y estrategias biotecnológicas y de mejoramiento genético para garantizar la disminución de la infección bajo condiciones de campo. Se recomienda establecer sistemas de vigilancia fitosanitaria y de cuarentena para prevenir la entrada de material vegetal contaminado procedente de áreas afectadas.

- Prácticas culturales: se recomienda realizar la cosecha de las plantas de forma conjunta con las raíces, para verificar la sanidad de las semillas y las raíces cosechadas. Seguidamente, se debe separar el material de siembra del resto, empleando un machete previamente desinfectado con hipoclorito de sodio al 10 %.

Otra práctica cultural de gran relevancia consiste en la eliminación de los residuos de plantas enfermas mediante la quema, lo cual garantiza la destrucción del inóculo de la enfermedad. De igual forma, se hace necesario destruir la soca con presencia de la enfermedad, para lo cual se recomienda la aplicación de un herbicida que estimule la destrucción de las partes vegetativas de la yuca (Álvarez et al., 2015).

Durante el establecimiento se debe emplear material de siembra sano, para lo cual se debe garantizar que los cangres provengan de plantas sanas. En la finca se debe destinar un lote equivalente al 10 % del área del cultivo comercial a la producción de semilla de yuca. Las plantas madre deben provenir de un proceso exhaustivo de verificación de ausencia de la enfermedad y deben estar certificadas. A partir de estas plantas, se podrá realizar la multiplicación de plantaciones de yuca (Álvarez et al., 2015).

Durante el desarrollo de la planta, las aplicaciones foliares de ácido fosforoso, hidróxido de potasio y citrato de potasio, así como la fertilización edáfica (al suelo) con cloruro de potasio (KCl), confieren tolerancia contra la enfermedad (Álvarez et al., 2015).

- Termoterapia: la sanidad del material de plantación puede ser garantizada a partir de termoterapia y cultivo *in vitro* de meristemas (Mafla et al., 1984). Esta técnica permite obtener y multiplicar material de siembra libre de patógenos y de alta calidad sanitaria (Álvarez et al., 2015).
- Genotipos resistentes a la enfermedad: bajo evaluaciones de campo, los genotipos MPER 183, para zonas altas del departamento de Cauca (de 800 a 1.000 m s. n. m.); HMC-1 y CM 4574-7, para la zona baja de Cauca, y SM 3106-5 y CM 9962-51, para la zona yuquera de la costa Caribe, han mostrado una alta tolerancia a la enfermedad (Álvarez et al., 2015).

Plagas asociadas al cultivo de yuca y prácticas de manejo integrado

La yuca es un cultivo de ciclo fenológico largo (8-12 meses) que se propaga de forma asexual mediante cangres. Dada su fenología, el establecimiento del cultivo de yuca suele realizarse en asocio con otros cultivos, lo cual favorece la presencia de insectos plaga que pueden alimentarse de los órganos vegetales de la planta (Bellotti et al., 2012).

Asociadas al cultivo de la yuca han sido registradas 200 especies de artrópodos plaga; sin embargo, un porcentaje significativo de estas especies han sido denominadas "plagas menores" debido a que sus daños no ocasionan pérdidas considerables en rendimiento. Entre este grupo de plagas menores, que causan daños esporádicos en el cultivo de la yuca, se incluyen las escamas, los saltahojas, la chisa blanca, el gusano trozador, la hormiga cortadora de hojas, la mosca de la fruta, la mosca del cogollo y las termitas. Estas plagas causan daños en el cultivo principalmente durante la época de sequía (Bellotti et al., 2012).

Otros insectos, denominados "plagas mayores", causan daños directos en la producción de yuca. Estas plagas emplean los tejidos vegetales de la planta como fuente específica de alimento, por lo que pueden causar deterioro y severas pérdidas en rendimiento. Entre este grupo se encuentran los ácaros, la mosca blanca, los trips, el gusano cachón, el piojo harinoso, las chinches de encaje, la chinche subterránea de la viruela de la yuca y los barrenadores del tallo (Bellotti et al., 2012).

En la figura 18 se muestra la ocurrencia de las plagas durante las diferentes etapas fenológicas de la planta de yuca. Es importante que durante el ciclo fenológico de la planta se realicen seguimientos fitosanitarios en la plantación, por medio de monitoreos de las poblaciones de insectos plaga, para evitar daños directos en el rendimiento.

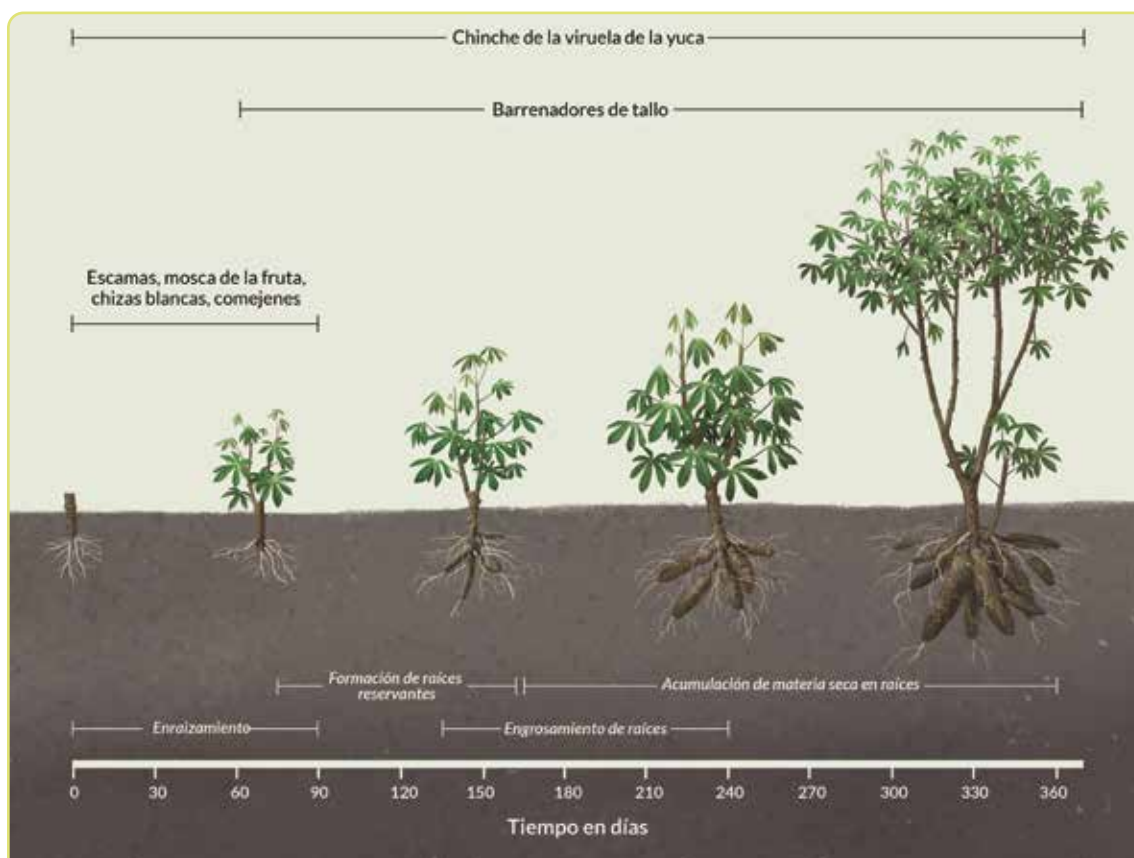


Figura 18. Ocurrencia de plagas en el cultivo de la yuca durante el ciclo fenológico.

Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

A continuación se detallan las principales plagas menores y mayores que se han identificado en la costa Caribe causando daños en los órganos vegetales de la yuca.

Plagas causantes de daños en los cangres y plántulas

Chisa blanca, gallina ciega, mojoyoy o mojorro

Nombre científico: *Phyllophaga* spp., *Cyclocephala* sp. y *Anomala* sp.

Descripción del daño: las larvas de chisa en forma de C (figura 19a) localizadas alrededor de los cangres o las raíces de las plantas corresponden al estadio dañino de esta plaga. Las larvas se alimentan de la epidermis y corteza de los cangres de yuca recién sembrados, dejando únicamente la parte leñosa, lo que impide la formación de raíces y la emisión de nuevos brotes en la planta (figura 19b).

Las chisas habitan en el suelo de forma saprofita y forman túneles dentro de los cangres de yuca, dificultando la absorción y traslocación de nutrientes hacia la parte aérea de la planta. Los daños causados por este insecto pueden ocasionar reducciones en el material de siembra plantado de hasta un 95% (Bellotti & Van Schoonhoven, 1978).

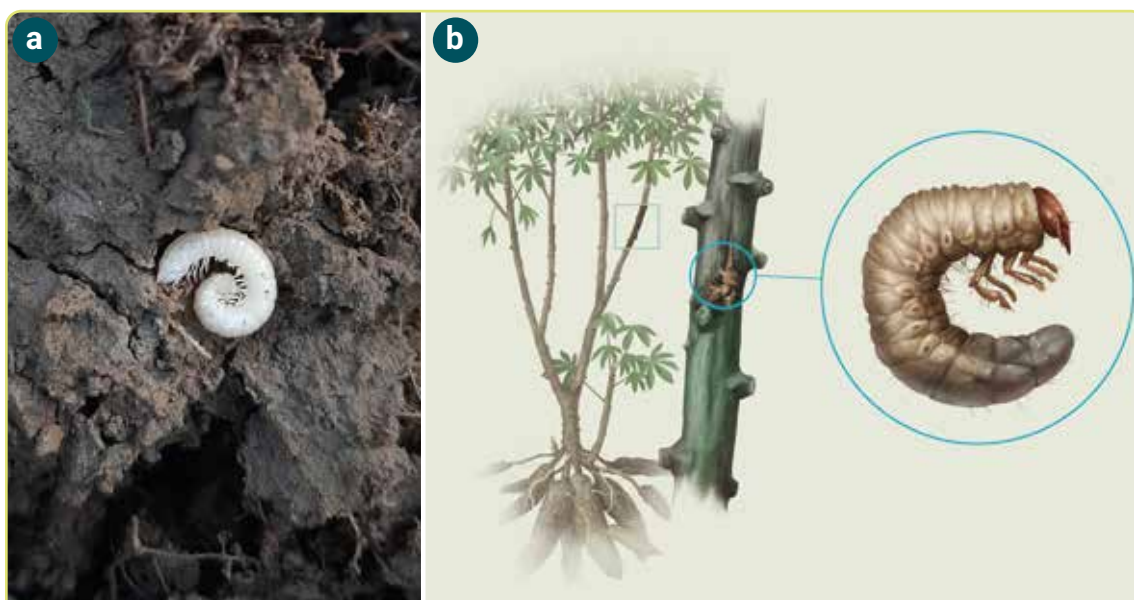


Figura 19. Chisa blanca. a. Larvas de chisas; b. Daño de chisas en cangres de yuca.

Foto: Lily Lorena Luna Castellanos. Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Manejo integrado: para disminuir la presencia de larvas en campos próximos a establecer con cultivos de yuca y prevenir ataques de chisas, se recomienda eliminar rastrojos, limpiar el terreno y prepararlo de forma mecanizada con el fin de exponer las larvas a la desecación y la acción de otros insectos con función depredadora. Previo a la siembra, se debe realizar una desinfección química de la semilla con una solución a base del insecticida fipronil (3 mL/L de agua), dejar secar a la sombra y proceder a la siembra. Si la presencia de larvas de chisas persiste durante las primeras etapas de crecimiento, se puede realizar una aplicación en *drench*, a la base de la planta, del insecticida clorpirifós (30-40 kg/ha).

Como medida de control biológico, se pueden emplear varios parasitoides, depredadores y entomopatógenos que atacan a estos insectos; los más usados son los hongos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* y la bacteria *Bacillus popilliae*, que causa la enfermedad lechosa de las chisas (Bellotti et al., 2002).

Termitas o comejenes

Nombre científico: en Colombia se han identificado las especies de termitas *Heterotermes tenuis* y *Coptotermes niger*.

Descripción del daño: las termitas se alimentan de las raíces de plantas en crecimiento (figura 20), produciendo secamiento de los tejidos y posterior pérdida de cangres sembrados en campo. En fases avanzadas del cultivo, los ataques de termitas pueden dañar las raíces engrosadas, generando orificios de entrada para patógenos que ocasionan la pudrición de la raíz reservante (Bellotti et al., 2012).

Manejo integrado: como método preventivo se recomienda realizar la desinfección de los cangres de yuca, antes de la siembra, con una solución a base del insecticida fipronil (3 mL/L de agua) y el fungicida metalaxil + mancozeb (4 g/L de agua). En caso de presentar ataques durante la fase inicial de crecimiento, se debe realizar aplicación de insecticidas en *drench* para disminuir las poblaciones de termitas y evitar pérdidas de material de siembra.



Figura 20. Termitas en estadio de soldado presentes en suelos yuqueros en fase inicial de crecimiento del cultivo.

Foto: Lily Lorena Luna Castellanos

Plagas causantes de daños en las hojas

Gusano cachón, cornudo de la yuca, vaquita o gusano cachudo

Nombre científico: *Erinnyis ello* L. (Lepidoptera: Sphingidae).

Descripción del daño: los adultos de *E. ello* ponen sus huevos de forma individual sobre el haz de las hojas de la yuca (figura 21a), y a partir de estos emergen las larvas. Las larvas del gusano cachón pueden ocasionar daño en la yuca en cualquier etapa fisiológica de la planta y en cualquier época climática del año. Las larvas (figuras 21b y 21c), en todos los instares, consumen grandes cantidades de follaje, tallos tiernos y brotes. Los ataques severos pueden ocasionar defoliación completa (figuras 21d, 21e y 21f) de la planta y pérdida del volumen de la raíz, y disminuir la calidad de esta. Los ataques de las larvas ocurren frecuentemente en hojas ubicadas en la parte apical de la planta y avanzan de arriba hacia abajo. En fases iniciales

de crecimiento, los ataques de gusano cachón pueden generar defoliación de la planta y causar pérdidas de entre el 10% y el 64%. En plantas adultas, bajo condiciones climáticas favorables, la reducción en el rendimiento puede oscilar entre el 10% y el 50% (Bellotti et al., 1983).

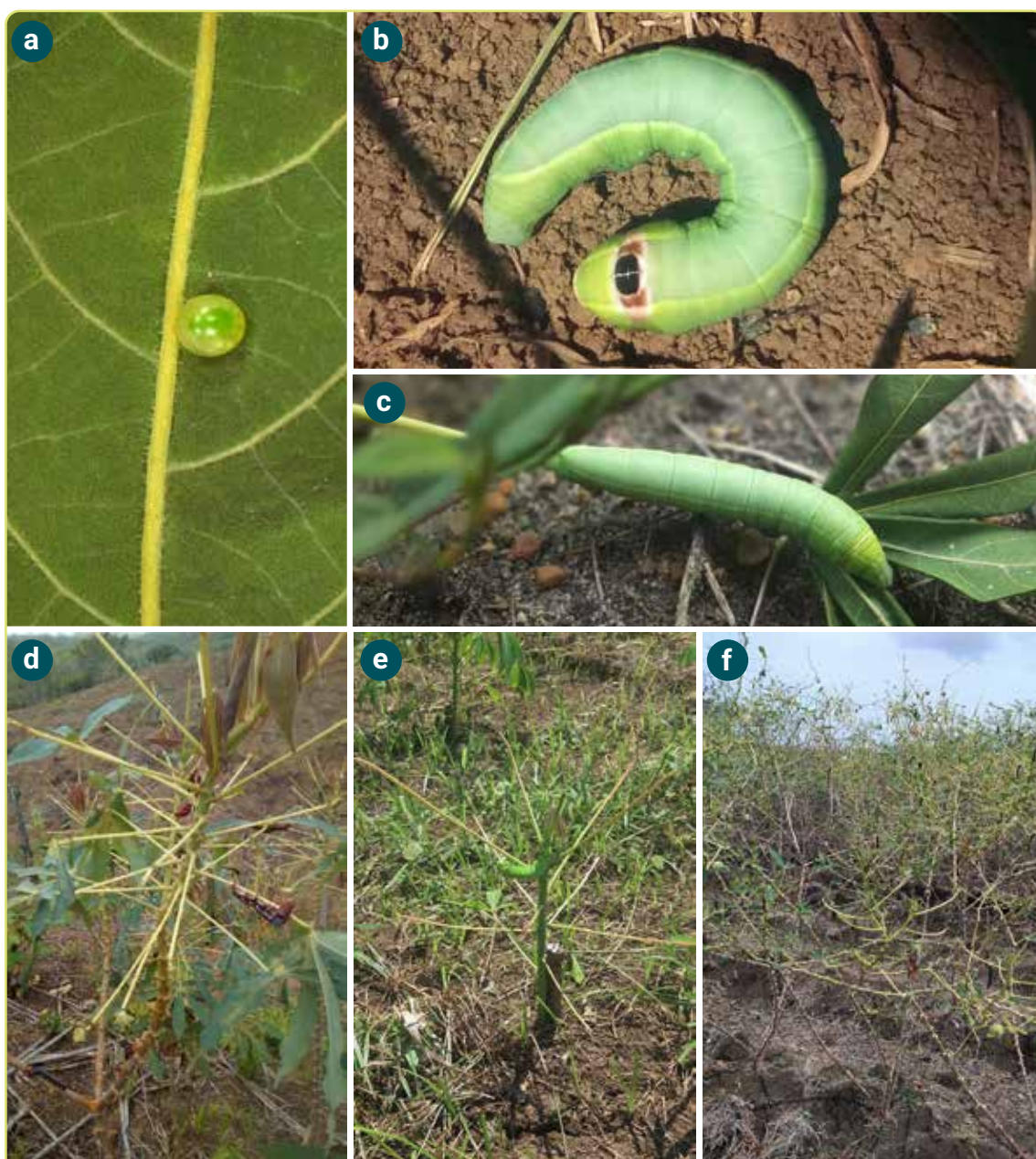


Figura 21. Gusano cachón. a. Huevo en el haz de una hoja de yuca; b y c. Larvas de gusano cachón; d, e, f. Defoliación de plantas de yuca.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos y Shirley Patricia Pérez Cantero

Manejo integrado: para reducir la incidencia del gusano cachón en plantaciones de yuca, se recomienda llevar a cabo las siguientes medidas de manejo:

- Prácticas culturales: en terrenos planos se debe realizar preparación mecánica del suelo para destruir las pupas. Durante la realización de las labores de control manual de malezas, se pueden destruir las larvas o pupas con el palín de desyerbe. Otra práctica de gran relevancia y efectividad para disminuir las poblaciones de esta plaga en plantaciones pequeñas consiste en la colecta manual de las larvas y pupas. En el caso de ataques continuos del gusano cachón en una zona, se recomienda la rotación de cultivos, ya que, al desaparecer el hospedante más prolífero, disminuye la población de la plaga (Bellotti & Van Schoonhoven, 1978).
- Control biológico: para larvas de gusano cachón en instar I, II y III en densidades altas, se recomienda la aplicación de *Bacillus thuringiensis* (3 g/L agua) (Cañarte et al., 2021). También el uso del bioplaguicida Erytec, elaborado a base de un granulovirus, ha mostrado un control eficiente del gusano cachón en los cultivos de caucho natural y de yuca. Este es un producto formulado como un polvo mojable con protectores de luz ultravioleta, con una concentración mínima de 1×10^9 cuerpos de inclusión por gramo (CI/g) y compatible con agroquímicos. En evaluaciones comerciales, ha mostrado una eficacia del 80 % para el control del gusano cachón. Así mismo, se recomienda preservar la fauna benéfica, ya que se han identificado más de cuarenta especies de parásitos, depredadores y patógenos de huevos, larvas y estadios pupales del gusano cachón de la yuca en Colombia, las cuales han mostrado gran efectividad en el control de larvas (Bellotti et al., 1999). En la figura 22 se muestra el efecto causado por un parasitoide en larvas de gusano cachón.



Figura 22. Parasitoides en larvas de gusano cachón en yuca.

Foto: Shirley Patricia Pérez Cantero

Mosca de la agalla o viruela de la yuca

Nombre científico: *Jatrophobia (Iatrophobia) brasiliensis* Rübsaamen (Diptera: Cecidomyiidae).

Descripción del daño: los daños por alimentación de las larvas inducen la formación de agallas en las hojas de la yuca. Las agallas corresponden a un crecimiento anormal producto de una reacción defensiva de la planta. Las agallas suelen presentar forma cilíndrica: generalmente curva en la mitad y angosta en las puntas. Las agallas se pueden encontrar en el haz de las hojas y son de color verde, amarillo-verdoso o incluso rojo, dependiendo del genotipo de la yuca (figura 23). El principal daño causado por este insecto es la deformación de las hojas; sin embargo, no causa pérdidas económicas considerables en el rendimiento. En ataques severos, pueden presentarse síntomas de amarillamiento de las hojas, retardo en el crecimiento y presencia de raíces fibrosas y delgadas (Cañarte et al., 2021).

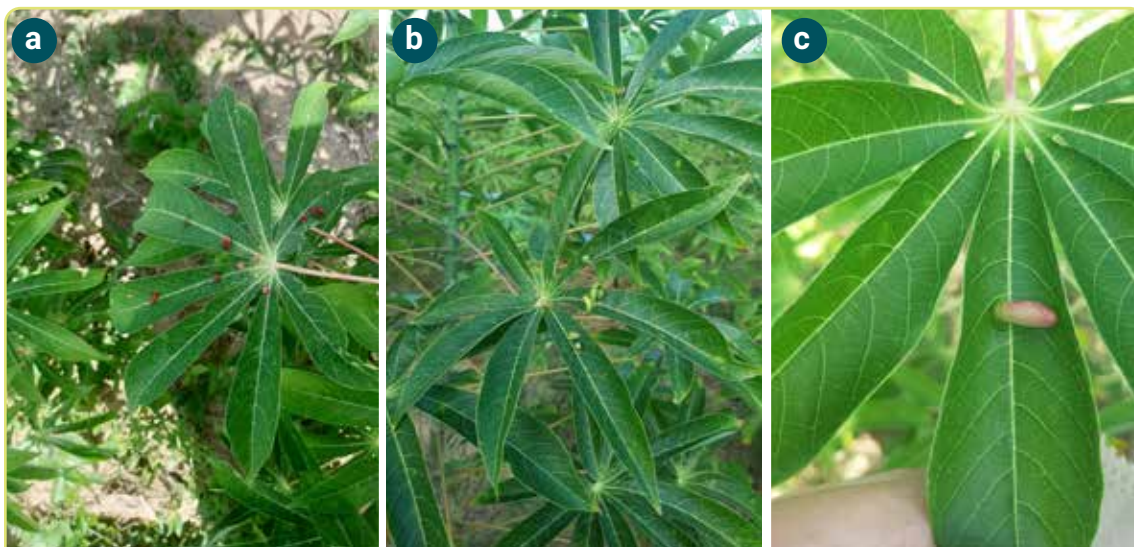


Figura 23. Agallas en la yuca. a. Agallas rojas en hojas de la variedad Agrosavia Melúa-31; b. Agallas de color amarillo-verdoso en hojas de la variedad Corpoica Belloti; c. Agallas de forma cilíndrica.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

Manejo integrado: en caso de infestaciones severas en plantas jóvenes, se recomienda eliminar manualmente las hojas infestadas (Cañarte et al., 2021). Así mismo, se hace necesario preservar la fauna benéfica de los microhimenópteros de las familias Ceraphronidae, Eulophidae (géneros *Galeopsomyia* y *Aprostocetus*), Platygastridae y Torymidae.

Moscas blancas de la yuca

Nombre científico: complejo de *Bemisia* spp., *Aleurotrachelus* spp. y *Trialeurodes* spp. (Hemiptera: Aleyrodidae).

Descripción del daño: las moscas blancas se alimentan directamente de la planta de yuca y sirven de vectores de varios virus que la atacan. Las hembras (figura 24a) ponen los huevos en el envés de las hojas ubicadas en el tercio superior de la planta; al alimentarse, succionan savia de las hojas y forman allí puntos cloróticos (figura 24b). Las ninfas (figuras 24c, 24d y 24e) y pupas (figuras 24f y 24g) generalmente se encuentran en los tercios medio e inferior de la planta y producen daños directos de alimentación.

Los daños de alimentación por los adultos y diferentes estadios de las moscas blancas pueden causar amarillamiento y secamiento de las hojas bajas y deformación, encrespamiento y moteado verde amarillento de las hojas apicales y del tercio medio de la planta (Cañarte et al., 2021). Estos trastornos en la planta ocasionan pérdida de vigor, defoliación, marchitamiento y caída prematura de hojas cubiertas por un crecimiento fungoso negro que se conoce como “fumagina”. Los daños indirectos causados por la mosca blanca implican la reducción de los procesos fotosintéticos y, por ende, de la producción de fotoasimilados, lo cual puede generar hasta un 76 % de pérdidas en rendimiento (Bellotti et al., 1983).

Manejo integrado: el manejo de esta plaga debe realizarse combinando medidas de tipo genético, biológico y prácticas culturales. Para el establecimiento de plantaciones de yuca, se debe seleccionar genotipos con resistencia varietal a la mosca y de amplia adaptabilidad a las condiciones ambientales de cada zona.

Entre las prácticas culturales recomendadas se encuentra la siembra de yuca con frijol caupí, lo cual ayudará a disminuir la presencia de huevos de las moscas. Adicionalmente, se hace necesario realizar un buen manejo agronómico del cultivo, lo que implica mantenerlo con niveles adecuados de nutrición y con bajas poblaciones de malezas durante los estadios iniciales de crecimiento, pues esto ayudará a la planta a soportar los futuros ataques de la plaga. Por otra parte, se recomienda la instalación de trampas pegajosas de color amarillo para disminuir la población de adultos en campo (Bellotti et al., 1983).

El control biológico de las moscas blancas puede realizarse empleando enemigos naturales eficientes en la reducción de las poblaciones. En Colombia se han registrado varias especies de los géneros *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus* asociadas al control de *Aleurotrachelus socialis*, *Bemisia tuberculata* y *Trialeurodes variabilis* en yuca. Además, se recomiendan aspersiones al follaje de *B. bassiana* para reducir en un 28 %, 55 % y 39 % las ninfas de *A. socialis* en los instares I, II y III, respectivamente (Bellotti et al., 1983).

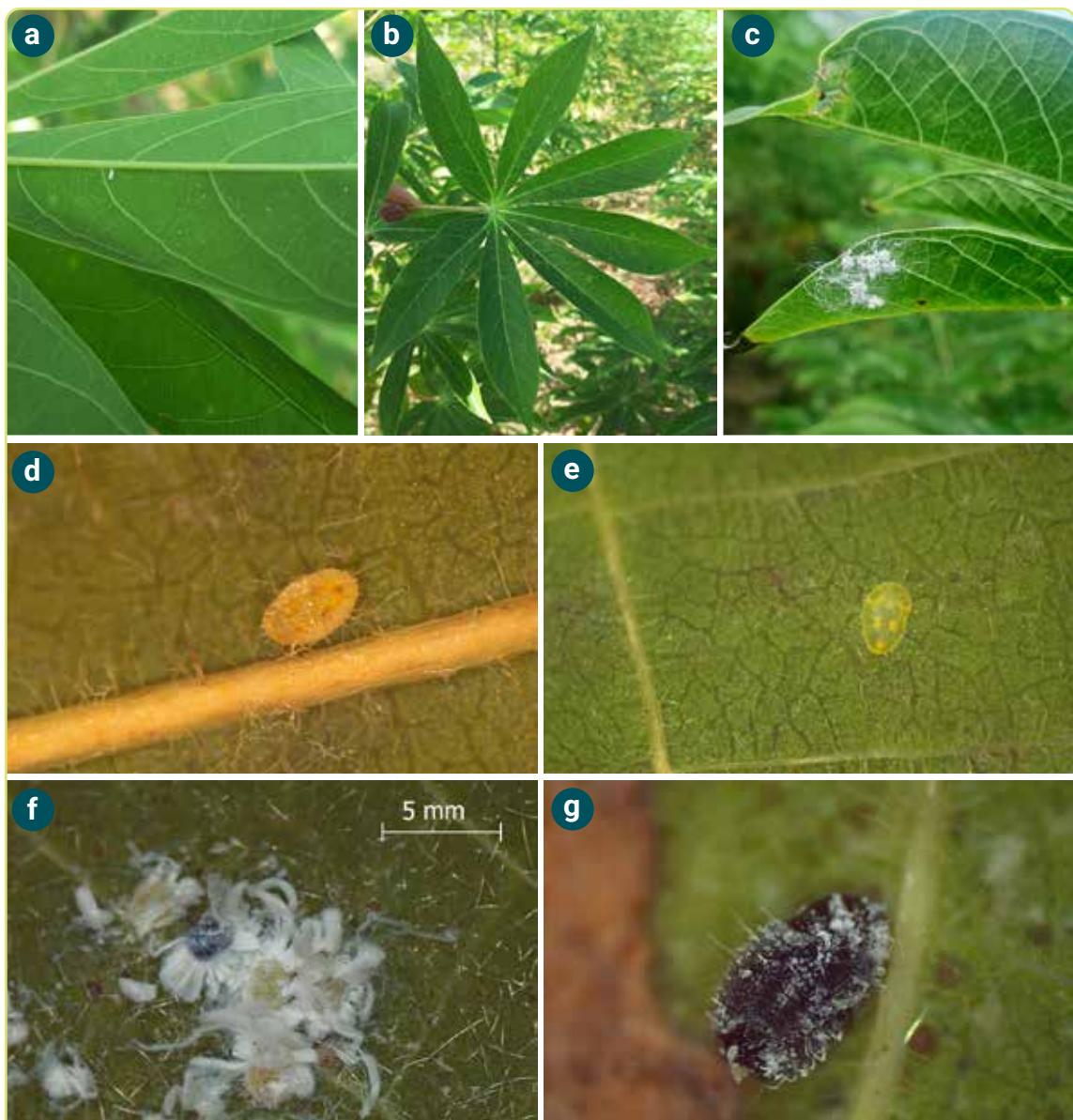


Figura 24. Moscas blancas de la yuca. a. Adulto en hoja; b. Daños de alimentación en hojas (puntos cloróticos); c. Ninfas de moscas blancas en el envés de las hojas; d. Ninfa de *Trialeurodes* spp.; e. Ninfa de *Bemisia* spp.; f. Colonia de pupas de *Aleurotrachelus* spp. y *Trialeurodes* spp.; g. Pupa de *Aleurotrachelus* spp.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

Trips o raspadores de la yuca

Nombre científico: se han identificado varias especies de trips que atacan la yuca: *Frankliniella williamsi* Hood, *Scyrtotrips manihoti*, *Corynotrips stenopterus* y *Caliothrips masculinus*, todas de la familia Thripidae.

Descripción del daño: los ataques de los trips *F. williamsi* y *S. manihoti* provocan un desarrollo anormal de las hojas de la parte apical de la planta, deformación de los folíolos y presencia de manchas amarillas cloróticas. Las raspaduras causadas por los trips (figura 25a) al succionar la savia de las hojas causan en ellas una deformación y distorsión que impide la formación de lóbulos foliares completos (figura 25b). Las hojas nuevas son pequeñas y amorfas, y presentan hendiduras profundas que van desde el borde de los folíolos hasta las nervaduras centrales (Bellotti et al., 1983).

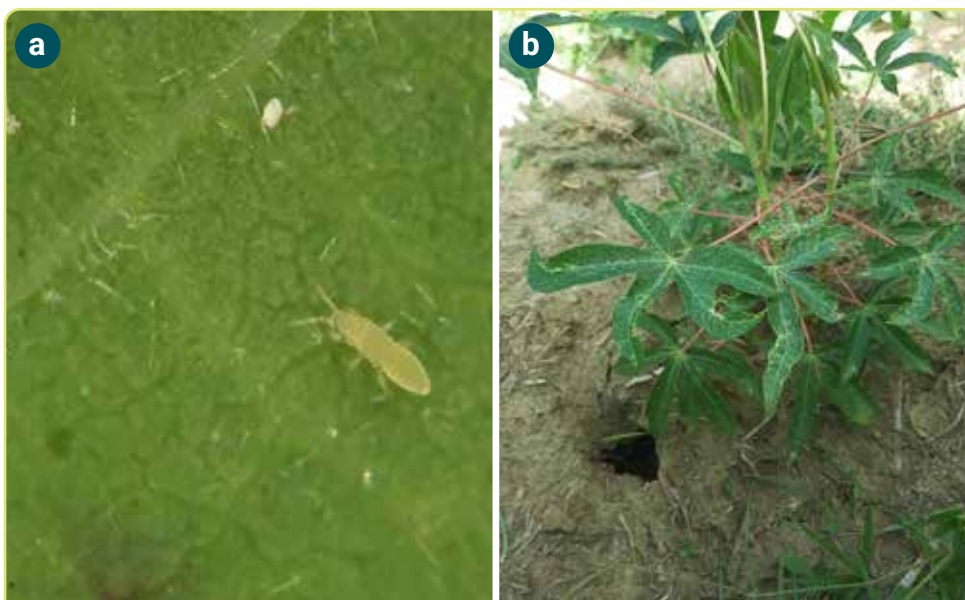


Figura 25. Trips de la yuca. a. Ninfas de trips de color verde amarillento en el envés de las hojas; b. Deformación de hojas por ataques de trips.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

En ataques severos, el daño se extiende a los pecíolos y el tallo, cuyo tejido se torna de color marrón. También se observa acortamiento de entrenudos o muerte del punto de crecimiento, lo que provoca rebrotes laterales que también son afectados por los ataques de la plaga (Bellotti et al., 1983).

Manejo integrado: para evitar daños considerables en la producción de yuca, se recomienda emplear variedades resistentes y adoptar prácticas agronómicas de manejo del cultivo que faciliten la regulación de las poblaciones de la plaga.

Ácaros, arañitas, ácaro rojo o ácaro verde

Nombre científico: al cultivo de la yuca se han asociado los géneros *Mononychellus* sp., *Tetranychus* sp. y *Oligonychus* sp. (Acari: Tetranychidae).

Descripción del daño: los ácaros son una plaga universal de las plantas de yuca. En el follaje se han identificado más de cuarenta especies que causan diferentes tipos de daños (figura 26a); se ubican principalmente en el envés de las hojas y causan raspaduras en las nervaduras (figura 26b). A continuación se describen los principales daños causados por las dos especies de ácaros más dañinas en el cultivo de yuca:

- Daños producidos por el ácaro rojo (*Tetranychus* sp.): el complejo de ácaro rojo en yuca está conformado por las especies *T. urticae* Koch y *T. cinnabarinus*. Estos ácaros forman una telaraña para desplazarse de una parte de la planta a otra o entre plantas (figura 26c). Los daños ocasionados por el complejo de arañitas rojas se ubican en los tercios medio e inferior de la planta de yuca. Bajo condiciones de sequía, en genotipos susceptibles, los ácaros pueden causar la muerte de las plantas (Bellotti et al., 1983; Cañarte et al., 2021).
- Daños producidos por el ácaro verde (*Mononychellus* sp.): la yuca es el principal hospedante de las especies *M. tanajoa* y *M. caribbeanae* (figuras 26d y 26e). Este ácaro se alimenta de las hojas apicales y tiernas, las yemas y los tallos, y no produce telarañas en el envés de las hojas de la planta. El daño inicia con un punteado amarillento que luego se extiende a toda la hoja. En ataques severos, los brotes pierden su color verde y las hojas presentan puntos amarillos distribuidos uniformemente en la superficie, con una apariencia moteada, amarillenta y bronceada, en forma de mosaico. Los tallos se escarifican, se tornan ásperos y de color marrón, y en ocasiones sufren muerte descendente. Se han reportado pérdidas del 13 % al 80 % durante el ciclo del cultivo (Bellotti et al., 1983; Cañarte et al., 2021). Monitoreos fitosanitarios en el genotipo de yuca industrial Corpoica Ropain han permitido identificar los daños causados por los ácaros (figura 26f) y su grado de tolerancia.

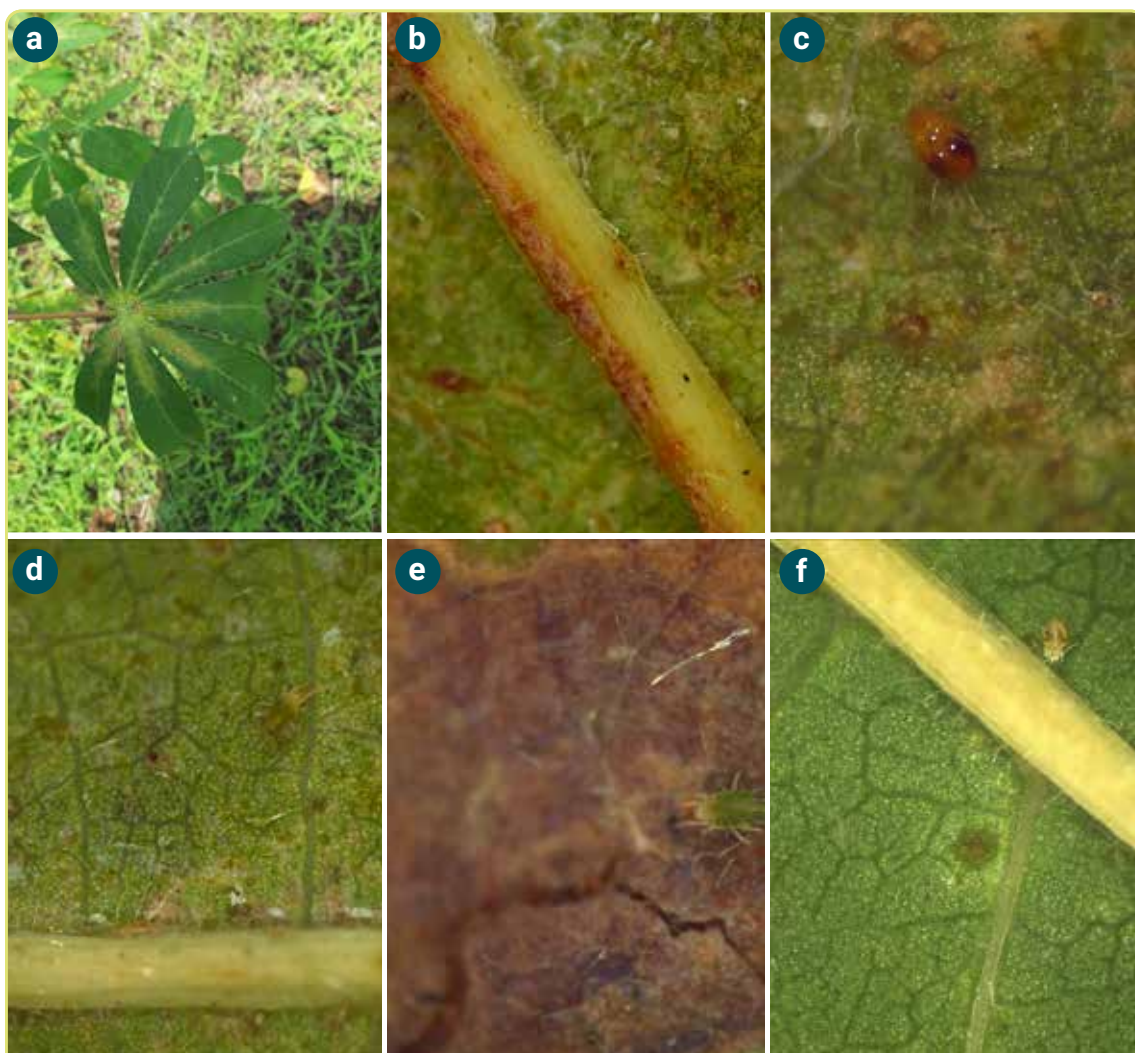


Figura 26. Ácaros en la yuca. a. Daño de ácaros en hojas; b. Raspaduras causadas por ácaros en nervaduras de hojas; c. Hembra adulta de *Tetranychus* sp.; d y e. Adulto de *Mononychellus* sp.; f. Adulto de ácaro en hojas apicales de la variedad Corpoica Ropain.

Fotos: Lily Lorena Luna Castellanos

Manejo integrado: el manejo debe estar basado principalmente en la utilización de genotipos tolerantes y de buena calidad sanitaria. Adicionalmente, se recomienda realizar el establecimiento del cultivo de yuca en el inicio de la época de lluvias. Se hace indispensable preservar los enemigos naturales de la plaga, encargados de disminuir sus poblaciones, por lo cual no es recomendable realizar aplicaciones de acaricidas de forma sucesiva (Cañarte et al., 2021).

Piojos harinosos

Nombre científico: en las regiones tropicales se han identificado dos especies de hemípteros de la familia Pseudococcidae: *Phenacoccus herreni* y *Phenacoccus manihoti*.



Figura 27. Adultos de piojos harinosos en el envés de hojas del genotipo Corpoica Tai.

Foto: Lily Lorena Luna Castellanos

Descripción del daño: los adultos (figura 27) y las ninfas de los piojos harinosos causan daños en las hojas del tercio medio y en los tallos de las plantas de yuca. La alimentación de estos insectos causa dos tipos de daño: uno directo y otro indirecto. El primero, que se produce por la succión de la savia, ocasiona amarillamiento y encrespamiento de las hojas y una formación de roseta en los puntos de crecimiento. El segundo, que se origina por el desarrollo de fumagina sobre el tejido foliar, afecta los procesos de fotosíntesis (Bellotti et al., 1983; Cañarte et al., 2021).

Manejo integrado: el manejo de este insecto se basa fundamentalmente en el uso de genotipos con resistencia varietal. Durante el establecimiento del cultivo se debe emplear semilla certificada, de buena calidad sanitaria y fisiológica. Además, la siembra de la yuca en el inicio de la época lluviosa ayuda a evadir ataques severos de la plaga.

Plagas barrenadoras del tallo de la yuca

Barrenador del tallo

Nombre científico: *Chilomima clarkei* (Lepidóptera: Pyralidae).

Descripción del daño: las larvas de *C. clarkei* causan perforaciones (figura 28a) e internamente barrenan los tallos (figura 28b) de yuca. En la costa

Caribe de Colombia, esta plaga puede causar afectaciones en más del 80 % de las plantaciones de yuca, limitando la disponibilidad de material de siembra de buena calidad (Bellotti et al., 1983). El aumento de las poblaciones de *C. clarkei* es favorecido por las lluvias frecuentes y puede darse durante todo el ciclo del cultivo (12 meses). En la parte interna del tallo, las larvas tejen una cápsula para protegerse, y a medida que cambian de instar larval, se observa un aserrín fino y abundante en la parte externa del tallo (figura 28c).

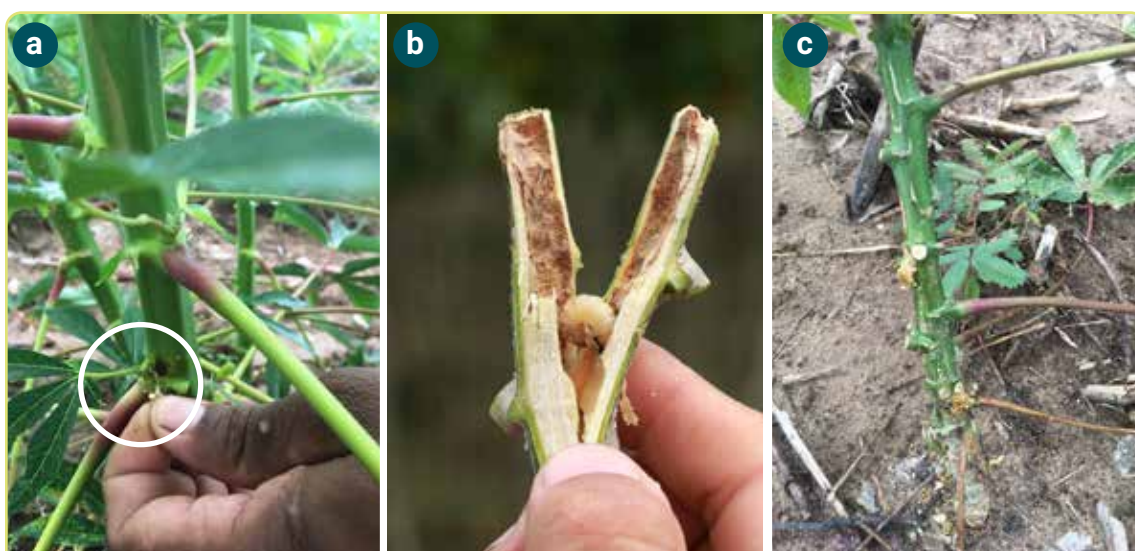


Figura 28. Barrenador del tallo en yuca. a. Perforaciones redondas en el tallo causadas por la entrada del barrenador; b. Larva de *C. clarkei* que ha barrenado tallos de yuca; c. Presencia de aserrín en la parte externa del tallo debido a la alimentación de las larvas.

Fotos: Shirley Patricia Pérez Cantero

Manejo integrado: las medidas de manejo de esta plaga deben enfocarse en la realización oportuna de prácticas culturales y el control biológico.

Como prácticas culturales se recomienda seleccionar la semilla para la siembra y desinfectar los cangres con una solución a base del insecticida fipronil (3 mL/L de agua). Durante el ciclo de crecimiento de la yuca, ante ataques del gusano, se deben retirar de la plantación los tallos afectados y proceder a quemarlos. Adicionalmente, para evitar la dispersión de la plaga en las zonas yuqueras, no se debe intercambiar cangres ni almacenar material de siembra durante largos periodos (Bellotti et al., 2002).

En general, el control químico para plagas y enfermedades debe ser dirigido por un asistente técnico o extensionista rural, ya que el monitoreo para identificar el agente causal y estimar la conveniencia del control requiere de un conocimiento previo. Todo uso de agroquímicos debe ser racionalizado con el fin de causar un bajo impacto ambiental.

Cosecha de raíces y conservación de la semilla para próximas siembras

El proceso de cosecha de raíces de yuca debe planificarse de acuerdo con el mercado para el cual va el producto final (raíces), teniendo en cuenta el tiempo de arranque y de almacenamiento, de forma que este sea el menor posible para evitar pérdidas por daño del producto. También es importante tener preparado el sitio de almacenamiento de semillas, ya que estas deben conservarse lo mejor posible para la siembra del próximo ciclo del cultivo.

Selección de semilla

La calidad de semilla para el siguiente ciclo de cultivo determina el vigor y buen desempeño agronómico de las plantas, por lo cual se recomienda tomar semilla solamente de plantas vigorosas y sanas. Para esto es necesario identificar un lote con buen vigor (10 % del área que se pretende cultivar en el siguiente ciclo) y darle un excelente manejo agronómico. El manejo de plagas, enfermedades y malezas es prioritario en este lote, ya que garantiza una mejor calidad sanitaria en el próximo cultivo. Este lote deberá ser cosechado solo antes de la siembra del próximo nuevo cultivo. De esta forma, la semilla no estará almacenada por largo tiempo, lo que garantiza su vigor y calidad.

Cuando llegue el momento de la cosecha, se recomienda arrancar toda la planta para supervisar el buen estado sanitario de las raíces antes del corte de las varas, lo que permitirá garantizar en cierta medida la baja afectación de enfermedades transmisibles por el uso de semilla contaminada (figura 29).

Una vez se ha evidenciado la no afectación de las raíces por causa de enfermedades, se procede a obtener las varas que serán almacenadas o usadas como fuente de semilla para el siguiente ciclo de cultivo.



Figura 29. Arranque de planta para inspección de raíces antes del corte de varas para extracción de semilla.

Foto: Sol Mara Regino Hernández

Conservación de la semilla para próximas siembras

La semilla de yuca se caracteriza por ser de tipo recalcitrante, por lo que posee un bajo potencial de almacenamiento y brotación; una vez realizada la cosecha, el material vegetativo (tallos) de yuca se va deteriorando durante su almacenamiento debido a la deshidratación de los tallos y la pérdida de reservas por brotación, principalmente, lo que se incrementa a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento.

A la fecha no se dispone de una tecnología que solucione estos inconvenientes, y la mejor recomendación es la identificación del “rincón de la fortuna”. Sin embargo, el potencial de almacenamiento depende de la variedad de la

yuca. Por otro lado, es de vital importancia la arquitectura de la planta, ya que, entre menos ramificaciones tenga, mejor será su comportamiento y su almacenamiento se podrá realizar a edades más tempranas.

En el almacenamiento de semilla de yuca, los tallos se deben cortar lo más largo posible para así evitar al máximo la deshidratación, ya que entre más pasa el tiempo, mayor parte se consume. En almacenamiento, se deben colocar los tallos en posición vertical para que el corte de estos quede en contacto con el suelo y, así, se evite la deshidratación y la reducción de peso. El lugar de almacenamiento debe ser fresco y debe estar aislado de los rayos del sol; si las temperaturas son muy altas, se recomienda realizar riegos manuales (figura 30).



Figura 30. Ubicación adecuada de varas almacenadas bajo sombra y tocando el suelo son condiciones que garantizan un mejor almacenamiento.

Foto: Remberto Rafael Martínez Figueroa

A continuación, se resumen los pasos a seguir para conservar su “rincón de la fortuna” para obtener semilla fresca y de mejor calidad.

El rincón de la fortuna

¿Quiere un excelente cultivo de yuca? Siga estos pasos...

1. Identifique su rincón de la fortuna, que representa el 10 % de su lote productivo y está en la mejor parte del lote.
2. Del rincón de la fortuna usted obtendrá tallos de excelente calidad para el siguiente ciclo.
3. Tallos de buena calidad en la siembra aseguran el éxito en la cosecha al final del ciclo.
4. Dedique especial cuidado y atención a la eliminación de malezas y a la oportuna fertilización.
5. Vigile con atención su rincón de la fortuna, recórralo periódicamente y retire toda planta diferente o que presente señales de enfermedad o de haber sido atacada por insectos.
6. Coseche su rincón de la fortuna únicamente cuando falten pocos días para el inicio de las lluvias. Si necesita cosechar sus lotes comerciales de yuca antes, hágalo, pero conserve su rincón de la fortuna.
7. En el momento de cosechar el rincón de la fortuna, levante las plantas con buena producción de raíces y que no tengan síntomas de cuero de sapo o pudrición.
8. Almacene los tallos cosechados bajo sombra de un árbol frondoso. Corte los cangres solo en el momento de la plantación.
9. Una vez inicie la temporada de siembra, realice el curado de su semilla previo a la siembra.
10. Prepárese para tener una excelente nueva plantación y repetir los diez pasos de esta lista.

Fuente: Rosero et al. (2019)

Cosecha de raíces

La cosecha del cultivo de yuca industrial constituye la fase final, cuya época es definida por el agricultor en función de su productividad, las condiciones meteorológicas y la fase de madurez fisiológica del cultivo. Esta actividad se liga íntimamente a los costos de producción de yuca, ya que demanda la mayor mano de obra: la cosecha "manual" demanda cerca de 25-30 jornales/ha para una cosecha aproximada de 25-30 t/ha. Cabe resaltar que esta actividad en campo no aplica para el proceso de empaque (Ospina et al., 2002). La cosecha de yuca se logra ya sea de forma manual o mecanizada, dependiendo de la disponibilidad del productor o de la zona donde esté la plantación. Se debe considerar que la cosecha se facilita si el cultivo fue sembrado en caballones, ya que en el suelo plano puede acarrear mayores gastos; por otro lado, la textura del suelo también tiene que ver con la extracción, ya que, si es arenoso, se facilitará, y si es arcilloso (pesado), se dificultará.

Para la cosecha, se realiza primero el corte de los tallos con la ayuda de un machete, dejando una parte del tallo o tocón (entre 20 y 40 cm) pegado a las raíces para poder extraerlas del suelo. Posteriormente, se procede a la extracción de las raíces jalando hacia los lados y hacia arriba, y luego se procede a su limpieza y empaque (figura 31).

La cosecha manual se realiza de varias formas: con las manos, en suelos arenosos, donde arrancar las raíces es más fácil, o con palanca, en suelos francoarcillosos, donde la extracción es más complicada por su compactación; en este caso, el tallo sobresaliente se amarra con cuerdas a un palo, en lo posible recto y firme, para hacer palanca contra el suelo. Con arrancador, este se sujeta al tallo mediante una herramienta que se engancha como una tenaza, y se hace palanca hacia arriba (figura 32).



Figura 31. Cosecha comercial de yuca. a. Raíces unidas al tocón; b. Corte y selección de raíces; c. Empaque de raíces comerciales seleccionadas para posterior entrega a procesamiento.

Fotos: Sol Mara Regino Hernández y Amaury Aroldo Espitia Montes



Figura 32. Cosecha de yuca con arrancador. a. Agarre del implemento al tallo de yuca; b. Extracción de las raíces de yuca al ejercer fuerza hacia arriba.

Fotos: Jorge Luis García Herazo



Figura 33. Cosecha de yuca usando implemento mecanizado.

Foto: Bernardo Ospina

La cosecha mecanizada del cultivo de yuca (figura 33) posee ventajas, ya que implica una significativa disminución en la mano de obra requerida (aun cuando las cosechadoras de yuca también requieren de labor humana en el momento de extraer las raíces), en los costos de producción y en el tiempo de recolección por unidad de área. Por ende, se pueden sembrar mayores áreas, que justifiquen la inversión inicial en la maquinaria agrícola.

Cabe resaltar que para la utilización de estos implementos se deben tener en cuenta varios factores, como la humedad del suelo, la distancia de siembra y, en lo posible, el uso de caballones, con el fin de que sea factible utilizarlos.