

Capítulo 10.

Manejo integrado de enfermedades

**Juan Guillermo Cubillos Hinojosa y
Clara Yalexty Delgado Ochica**

La planta de yuca es afectada por varios patógenos (hongos, bacterias y virus) que disminuyen la producción en diferentes etapas del cultivo. Algunos de ellos causan pudriciones internas o externas; por ejemplo, ciertos patógenos invaden los tejidos leñosos del tallo sin que la planta muestre síntomas visibles de la afección, por lo que la presencia en la planta de estos agentes no puede detectarse a simple vista.

La yuca se caracteriza por ser sembrada en suelos ácidos y pobres, y muchas veces es el último cultivo que se usa en un programa de rotación, debido a la capacidad de producir en suelos empobrecidos. Estas siembras consecutivas pueden inducir a que los patógenos y las plagas se incrementen progresivamente. Por esta razón, es necesario dejar o rotar el terreno después de la segunda o tercera cosecha consecutiva de yuca.

Abordar las enfermedades de la yuca en todo el ciclo de producción requiere una combinación de medidas preventivas y de control adaptadas a las condiciones específicas de la región. Es fundamental el conocimiento del estado de la plantación, el manejo integrado, la colaboración con expertos locales y la investigación continua para mantener la salud de las plantaciones de yuca y garantizar la seguridad alimentaria. A continuación se presentan las principales enfermedades que atacan al cultivo de yuca.

Mancha angular de la yuca

Agente causal: *Cercospora henningsii* Allesch.
Tipo de organismo: hongo

Características generales

La mancha angular de la yuca (*Cercospora henningsii*) es la enfermedad fúngica que genera manchas angulares de color marrón claro en las hojas de la planta y es probablemente la enfermedad más importante en las hojas de la yuca. Estas manchas suelen tener una forma característica de ángulo recto, lo que le da su nombre común. A medida que la enfermedad progresa, estas manchas pueden expandirse y fusionarse, creando áreas necróticas más grandes. Los márgenes de las manchas son a menudo de color más oscuro, y el centro puede adquirir una textura rugosa. Además de las manchas en las hojas, los tallos y los peciolo de las hojas también pueden verse afectados (Álvarez & Llano, 2002).

Descripción del daño

Los síntomas en las hojas de la yuca son manchas foliares visibles a ambos lados de estas. En el haz, las manchas son de color marrón, uniformes, con el borde definido y oscuro. En el envés, las lesiones tienen márgenes menos definidos y en el centro de estas tienen un fondo gris. Cuando las manchas circulares crecen, toman una forma irregular debido a que su expansión está limitada por las venas principales de las hojas (figura 10.1). A medida que las manchas necróticas se expanden en las hojas, reducen la capacidad de la planta para llevar a cabo la fotosíntesis, lo que afecta la producción de almidón en las raíces tuberosas. En casos graves, la defoliación puede ser tan extensa que las plantas sufren un gran debilitamiento y un deterioro general de la salud, lo cual

genera una disminución en el rendimiento del producto final (Álvarez & Llano, 2002).



Figura 10.1. Síntomas de la mancha angular de la yuca. a. En la planta; b. Detalle en la hoja.

Fotos: Shirley Patricia Pérez Cantero

Ciclo de la enfermedad

La enfermedad es causada por el hongo *C. henningsii*. Los esporangiosporos del hongo se diseminan por el viento y el agua, y cuando entran en contacto con las hojas de la yuca, germinan y penetran en los tejidos vegetales. La enfermedad es favorecida por condiciones cálidas y húmedas, lo que significa que es más común durante la temporada de lluvias en las regiones tropicales. Las esporas producidas en las lesiones de la hoja pueden ser llevadas por el viento a otras plantas, propagando la infección (Álvarez & Llano, 2002).

Manejo integrado

El manejo de la mancha angular de la yuca implica una combinación de enfoques. La selección de variedades de yuca resistentes a la enfermedad es una estrategia importante.

Además, se pueden implementar prácticas de manejo cultural, como la eliminación de hojas infectadas y la promoción de la circulación del aire en las plantaciones, para reducir la humedad y prevenir la propagación de la enfermedad. Los fungicidas también pueden utilizarse para el control químico; los fungicidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre suspendidos en aceite mineral proporcionan un buen control, aunque se deben usar con precaución para minimizar el impacto ambiental (Álvarez & Llano, 2002).

La mancha angular de la yuca representa un desafío continuo para los agricultores en las regiones donde se cultiva este importante cultivo. La investigación y la capacitación en prácticas de manejo integrado son fundamentales para mantener la salud de las plantaciones de yuca.

Pudrición de las raíces de la yuca

Agente causal: *Rhizoctonia solani* Kühn

Tipo de organismo: hongo

Características generales

Rhizoctonia solani es un hongo habitante natural del suelo y patógeno radicular necrotrófico causante de enfermedades que involucran una sintomatología directa de pudrición en semillas, raíces, hipocótilo, corona, tallo, ramas y vainas, así como de tizón de plántulas, costra negra y chancros en estolones y tallos, además de *damping off* antes y después de la emergencia (Betancourth et al., 2023).

El hongo *R. solani* causa la pudrición de las raíces de la yuca, enfermedad devastadora en regiones tropicales y subtropicales. Esta puede resultar en la pérdida de rendimiento de la producción de yuca (Betancourth et al., 2023; Keijer, 1996).

Descripción del daño

La pudrición de las raíces de la yuca se manifiesta con la aparición de manchas necróticas en las raíces de la planta. Estas manchas suelen ser de color marrón oscuro y, a menudo, son blandas y húmedas al tacto. Con el tiempo, las raíces afectadas se pudren, lo que reduce la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes del suelo. Los síntomas pueden variar desde pequeñas lesiones en las raíces hasta daños extensos que afectan la totalidad del sistema radicular (Agarwal, 2010).

Ciclo de la enfermedad

R. solani es un hongo que sobrevive en el suelo y puede persistir durante largos periodos de tiempo en forma de esclerocios, que son estructuras de resistencia. Cuando las condiciones son favorables, el hongo germina y produce hifas que penetran en las raíces de la yuca. Los exudados de las raíces, que son muy ricos en carbohidratos, aminoácidos, fenoles y ácidos orgánicos, sirven como una fuente importante de nutrientes para el crecimiento del hongo, y a medida que se desarrolla, el hongo produce enzimas que descomponen el tejido de la raíz, lo que lleva a su pudrición y descomposición (Agarwal, 2010; Keijer, 1996).

Manejo integrado

El manejo de esta enfermedad implica la implementación de estrategias de prevención y control. Estas estrategias pueden incluir la selección de variedades de yuca resistentes, la mejora de la salud del suelo mediante prácticas de manejo (como la rotación de cultivos) y la aplicación de tratamientos fungicidas cuando sea necesario. Además, es importante evitar la siembra en suelos infectados y la manipulación de plantas enfermas, para prevenir la propagación de

la enfermedad, pero el manejo integrado presenta mejores resultados que cuando se realiza solamente el control químico (Agarwal, 2010; Betancourth et al., 2023).

Estrategias de manejo integrado de *R. solani* como el establecimiento e incorporación de cebada como abono verde y la aplicación de *Bacillus subtilis* como agente de control biológico, utilizadas de manera integral, permitieron un mejor manejo de esta enfermedad (8%) que el control químico (Betancourth et al., 2023).

Pudrición radical o marchitez de la yuca

Agente causal: *Phytophthora* spp.

Tipo de organismo: hongo

Características generales

La podredumbre de la mandioca, causada por especies del género *Phytophthora*, es una enfermedad que afecta a la yuca en diversas partes del mundo y es actualmente la más limitante de este cultivo en algunas regiones de Colombia. Esta enfermedad genera gran preocupación para los agricultores, ya que puede ocasionar graves daños en las plantaciones de yuca, afectando hasta un 80% de la producción total (Álvarez & Llano, 2002).

Descripción del daño

El hongo *Phytophthora*, agente causal de la enfermedad, es un habitante natural del suelo que puede atacar el cultivo en cualquier etapa; se manifiesta principalmente en las raíces, aunque también puede afectar los tallos y las hojas de la

planta. Los síntomas incluyen manchas marrones o negras en la superficie de las raíces; estas manchas a menudo son blandas y húmedas (figura 10.2). A medida que la enfermedad progresa, estas lesiones se agrandan y se tornan más extensas. Las raíces infectadas pueden pudrirse completamente, lo que disminuye su calidad y valor nutricional. En casos graves, la infección puede extenderse a tallos y hojas, causando la marchitez y defoliación de la planta (Álvarez & Llano, 2002).



Figura 10.2. Síntomas visibles de la pudrición en raíces causada por *Phytophthora*.

Fotos: Shirley Patricia Pérez Cantero

Ciclo de la enfermedad

Las especies de *Phytophthora* que causan la pudrición de la yuca son patógenos del suelo y pueden ser transportados por el agua o equipos agrícolas. Cuando las condiciones son favorables, como en las áreas donde los suelos se encharcan o se secan rápidamente y presentan bajos contenidos de nutrientes, las esporas nadadoras de *Phytophthora* pueden nadar en el suelo y penetrar en las raíces de la yuca. Una vez dentro de la planta, el hongo se multiplica y causa daños en los tejidos (Álvarez & Llano, 2002).

Manejo integrado

El manejo de la podredumbre de la mandioca implica una serie de medidas preventivas y de control. Estas pueden incluir la selección de variedades de yuca resistentes a la enfermedad (Álvarez et al., 2000), la mejora de la salud del suelo mediante prácticas de manejo agrícola (como la rotación de cultivos) y la plantación en suelos bien drenados. Además, es fundamental evitar la siembra en suelos contaminados, asegurarse de que las raíces infectadas no entren en contacto con raíces sanas, erradicar y quemar las plantas infectadas y establecer barreras vivas y drenajes para evitar la erosión. Las semillas se pueden curar con tratamientos químicos como metalaxil en dosis de 3 g/L, o tratar con agua a 49 °C por 49 minutos (Álvarez et al., 1998; Álvarez & Llano, 2002). Igualmente, el control biológico con *Trichoderma* sp. ha mostrado resultados promisorios (Bedoya et al., 2000).

Mancha foliar de la yuca

Agente causal:

Phaeoramularia manihotis (F. Stevens & Solheim) M. B. Ellis

Tipo de organismo: hongo

Características generales

La mancha foliar de la yuca o mancha blanca de la yuca, causada por el hongo *Phaeoramularia manihotis*, es una enfermedad que se caracteriza por la aparición de manchas en las hojas de la yuca, lo que puede tener un impacto significativo en el rendimiento y la calidad de las raíces tuberosas. El hongo coloniza principalmente las hojas viejas de la planta. A medida que las manchas necróticas cubren las hojas, la capacidad de la planta para llevar a cabo la fotosíntesis se ve comprometida.

Esto, a su vez, afecta la formación y el crecimiento de las raíces tuberosas, lo que se traduce en una disminución en el rendimiento y la calidad del cultivo (Da Silva, 2014).

Descripción del daño

La mancha foliar de la yuca se manifiesta con la aparición de manchas circulares o elípticas en las hojas de la planta. Estas manchas varían de color blanco a marrón y pueden variar en tamaño, pero generalmente son pequeñas, de manera predominante en el envés. A medida que la enfermedad progresa, las manchas pueden agrandarse y fusionarse, cubriendo grandes áreas de las hojas. Los márgenes de las manchas suelen ser una línea irregular más oscura, de color pardo violeta, rodeada por un halo marrón y amarillento. El centro puede volverse necrótico y presentar un aspecto polvoriento debido a la producción de esporas del hongo. La defoliación puede ocurrir si la infección es severa (Álvarez & Llano, 2002).

Ciclo de la enfermedad

P. manihotis es un hongo que produce esporas en las lesiones de las hojas infectadas. Estas esporas se diseminan por el viento y salpicaduras de agua lluvia, con lo que infectan a otras hojas de yuca a través de los estomas. La enfermedad es favorecida por condiciones cálidas y húmedas, lo que la hace más común durante la temporada de lluvias en las regiones tropicales (Da Silva, 2014). El hongo sobrevive en la época seca en los tejidos viejos infectados y reinicia su actividad con la llegada de las primeras lluvias y el nuevo crecimiento del hospedero (Álvarez & Llano, 2002).

Manejo integrado

El manejo de la mancha foliar de la yuca implica una combinación de estrategias. La selección de variedades resistentes

a la enfermedad es una medida importante. Además, se pueden implementar prácticas de manejo cultural, como la eliminación de hojas infectadas y la promoción de la circulación del aire en las plantaciones, para reducir la humedad y prevenir la propagación del hongo. Los fungicidas también pueden utilizarse para el control químico; los fungicidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre suspendidos en aceite mineral proporcionan un buen control (Álvarez & Llano, 2002).

Pudrición del almidón de la yuca

Agente causal: *Choanephora cucurbitarum* (Kirk)
Tipo de organismo: hongo

Características generales

La pudrición del almidón de la yuca, causada por el hongo *Choanephora cucurbitarum*, aunque no es tan común como algunas otras enfermedades de la yuca, puede tener un impacto significativo en la calidad y la producción del cultivo. La calidad de las raíces se ve comprometida, ya que las raíces afectadas son inadecuadas para el procesamiento y consumo humano debido a las manchas y la descomposición. Esto resulta en una disminución de la calidad del almidón y de otros productos derivados de la yuca (Brito, 2019; Laberry & Lozano, 1988).

Descripción del daño

Los síntomas de la pudrición del almidón de la yuca incluyen la aparición de manchas húmedas, de color oscuro-negro, en las raíces de la yuca. Estas manchas suelen ser suaves y viscosas y a menudo están cubiertas por un micelio

blanquecino del hongo. A medida que la enfermedad progresa, las raíces afectadas pueden pudrirse completamente, lo que da como resultado una pérdida significativa de calidad y rendimiento (Brito, 2019; Pino, 1980).

Ciclo de la enfermedad

C. cucurbitarum es un hongo que produce esporangiosporas que pueden ser transportadas por el viento o el agua. Cuando las esporangiosporas entran en contacto con las raíces de la yuca, germinan y penetran en los tejidos. El hongo se desarrolla y se propaga en condiciones cálidas y húmedas, lo que favorece su crecimiento. La humedad en el suelo o la presencia de agua en las raíces son factores clave en la propagación de la enfermedad (Brito, 2019; Pino, 1980).

Manejo integrado

El manejo de la pudrición del almidón de la yuca implica una serie de medidas preventivas. Estas incluyen evitar la siembra en suelos con historial de la enfermedad, promover una adecuada circulación del aire en las plantaciones para reducir la humedad y eliminar las raíces afectadas de manera temprana para evitar la propagación de la enfermedad. Además, el uso de fungicidas puede ser una opción de control en casos graves, pero se debe realizar con precaución para minimizar el impacto ambiental (Pino, 1980).

La investigación continua sobre métodos de manejo y resistencia genética es esencial para abordar la pudrición del almidón de la yuca y garantizar la calidad y la producción de este cultivo, vital en muchas regiones del mundo. La identificación temprana de los síntomas y la implementación de medidas de control son fundamentales para minimizar los daños y mantener la salud de las plantaciones.

Antracnosis de la yuca

Agente causal: *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

Tipo de organismo: hongo

Características generales

La antracnosis de la yuca, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, es una enfermedad que se manifiesta con una serie de síntomas que afectan las hojas, los tallos y las raíces de la planta. Las lesiones en las hojas pueden afectar la fotosíntesis y, por lo tanto, reducir el crecimiento de las raíces tuberosas, lo que se traduce en una disminución en el rendimiento. Además, las raíces afectadas pueden ser de calidad inferior y no aptas para el consumo humano, lo que resulta en pérdidas económicas (Álvarez & Llano, 2002; De Oliveira et al., 2020; Papathoti et al., 2022).

Descripción del daño

En las hojas, se observan manchas circulares o irregulares de color marrón o negro, a menudo rodeadas de un halo más claro hacia la base, lo cual causa posteriormente la muerte total de la hoja (figura 10.3). En los tallos, la enfermedad puede causar lesiones que se asemejan a úlceras e inducen a chancros. En las raíces, se pueden formar manchas oscuras y hundidas. A medida que la enfermedad progresa, las lesiones pueden agrandarse y unirse, lo que resulta en la marchitez de las hojas y la reducción del crecimiento de la planta (Álvarez & Llano, 2002; De Oliveira et al., 2020).

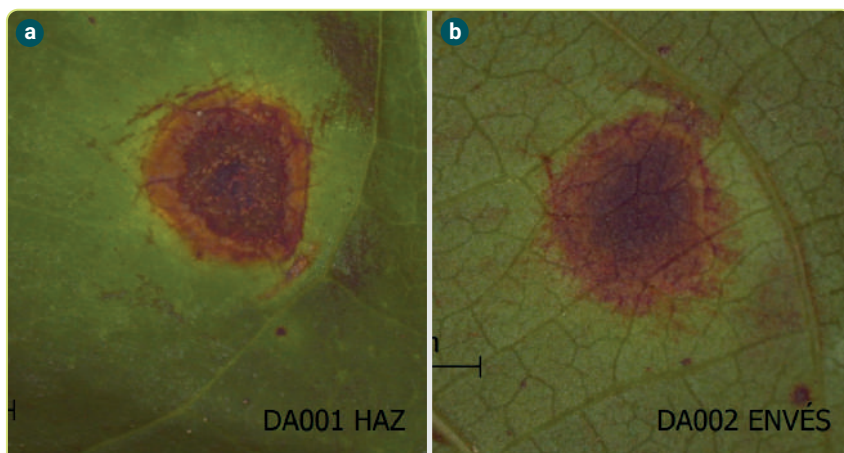


Figura 10.3. Manchas de antracnosis en hojas de la yuca. a. En el haz; b. En el envés.

Fotos: Shirley Patricia Pérez Cantero

Ciclo de la enfermedad

C. gloeosporioides es un hongo que produce estructuras de resistencia llamadas acérvulos, los cuales liberan esporas al ambiente. Las esporas pueden ser transportadas por el viento o el agua, y cuando entran en contacto con la yuca, germinan y penetran en los tejidos de la planta. El hongo se desarrolla y se reproduce en condiciones de alta humedad y en temperaturas cálidas, por lo que las hojas producidas al comienzo de las lluvias son las más susceptibles; el hongo desaparece cuando comienza la época seca (Álvarez & Llano, 2002; Papathoti et al., 2022).

Manejo integrado

El manejo de la antracnosis de la yuca implica una serie de estrategias. La selección de variedades resistentes es un enfoque importante, así como la implementación de prácticas de manejo agrícola que reduzcan la humedad en las plantaciones, como la poda de hojas inferiores. Además,

los fungicidas pueden ser utilizados para el control químico con rotaciones de propiconazol y carbendazim, aunque esto debe hacerse de manera sostenible para minimizar el impacto ambiental y minimizar el desarrollo de la resistencia del patógeno a estos productos, dado que esto ya se ha registrado (De Oliveira et al., 2020; Papathoti et al., 2022). La detección temprana de los síntomas y la implementación de medidas de control son esenciales para minimizar los daños y asegurar la producción de yuca en las regiones afectadas (Álvarez & Llano, 2002; Nicaragua et al., 2004).

Podredumbre rosada de la yuca

Agente causal: *Fusarium oxysporum*
Tipo de organismo: hongo

Características generales

La podredumbre rosada de la yuca, causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *manihotis*, es una enfermedad que puede tener un impacto significativo en la producción de yuca. Las raíces afectadas por la enfermedad son de calidad inferior y no son aptas para el consumo humano o el procesamiento. Además, la infección de los tallos puede resultar en la pérdida de la parte aérea de la planta, lo que afecta el crecimiento y el rendimiento de las raíces tuberosas (Nurcahyani et al., 2021).

Descripción del daño

La podredumbre rosada de la yuca se caracteriza por la aparición de síntomas en las raíces y los tallos de la planta. Las raíces infectadas muestran manchas rosadas, que se vuelven más prominentes a medida que la enfermedad avanza,

lo que da origen al nombre de “podredumbre rosada”. Los tallos de la yuca también pueden ser afectados, lo que lleva a la descomposición de la parte aérea de la planta. La enfermedad puede provocar la marchitez de la planta y la disminución del crecimiento (Aigbe et al., 2008).

Ciclo de la enfermedad

F. oxysporum es un hongo que se propaga en el suelo y puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo en forma de estructuras de resistencia llamadas clamidosporas. Cuando las condiciones son favorables, las clamidosporas germinan y producen hifas que penetran en las raíces de la yuca. A medida que el hongo se desarrolla, obstruye los vasos conductores de la planta, lo que afecta la absorción de agua y nutrientes (Aigbe et al., 2008).

Manejo integrado

El manejo de la podredumbre rosada de la yuca implica una combinación de estrategias. La selección de variedades de yuca resistentes a la enfermedad es un enfoque clave. Además, es importante evitar la siembra en suelos contaminados y practicar la rotación de cultivos. La desinfección de las herramientas agrícolas y la eliminación de residuos de plantas infectadas son prácticas importantes para prevenir la propagación de la enfermedad. La detección temprana de los síntomas y la implementación de medidas de control son fundamentales para minimizar los daños y garantizar la producción de yuca en las regiones afectadas (Aigbe et al., 2008; Folgueras Montiel et al., 2008).