

33643  
C.2

DOCUMENTO PRESENTADO EN:

XIII CONGRESO SOCIEDAD MEXICANA DE FITOPATOLOGIA

JULIO 22-25/1986

Im: Rev. Mexicana de Fitopatología

## PROBLEMAS PATOLOGICOS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

José Carlos Lozano

CIAT, Cali, Colombia

La yuca (Manihot esculenta) Crantz es una euforbiácea que se cultiva por el alto contenido de almidón de sus raíces. Es quizás el cultivo radical más importante de los trópicos; la producción mundial se estimó recientemente en cerca de 120 millones de toneladas anuales. Como las raíces tienen un 65% de agua, la anterior producción representa un equivalente de 42 millones de tons de materia seca o 40 a 50 millones de tons de granos.

Cerca del 80% de la yuca que se produce se consume directamente en la alimentación humana y constituye la principal fuente de carbohidratos para más de 500 millones de personas que viven en países en desarrollo. Por ejemplo, en los países del Africa tropical la yuca les provee de cerca de 230 calorías/persona/día; en el Zaire y el Congo, sin embargo, el promedio del consumo equivale a más de 1.000 calorías/persona/día. La producción de yuca que sobra se emplea en la alimentación animal y para usos industriales.

El cultivo de la yuca se domesticó en Brasil, hace aproximadamente 5.000 años. En México se han encontrado hojas fosiladas de aproximadamente 2.500 años y se ha encontrado almidón de yuca en residuos coprológicos de más de 2.100 años.

La yuca se cultiva entre los 30°N y 30°S de latitud, bajo una amplia zona climática y edáfica. Está completamente domesticada y exhibe un alto grado de adaptación local. La planta es perenne; se multiplica por estacas tomadas de la parte más lignificada del tallo;

## PROBLEMAS PATOLOGICOS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

José Carlos Lozano

CIAT, Cali, Colombia

La yuca (Manihot esculenta) Crantz es una euforbiácea que se cultiva por el alto contenido de almidón de sus raíces. Es quizás el cultivo radical más importante de los trópicos; la producción mundial se estimó recientemente en cerca de 120 millones de toneladas anuales. Como las raíces tienen un 65% de agua, la anterior producción representa un equivalente de 42 millones de tons de materia seca o a 40 a 50 millones de tons de granos.

Cerca del 80% de la yuca que se produce se consume directamente en la alimentación humana y constituye la principal fuente de carbohidratos para más de 500 millones de personas que viven en países en desarrollo. Por ejemplo, en los países del Africa tropical la yuca les provee de cerca de 230 calorías/persona/día; en el Zaire y el Congo, sin embargo, el promedio del consumo equivale a más de 1.000 calorías/persona/día. La producción de yuca que sobra se usa en la alimentación animal y para usos industriales.

El cultivo de la yuca se domesticó en Brasil, hace aproximadamente 5.000 años. En México se han encontrado hojas fosiladas de aproximadamente 2.500 años y se ha encontrado almidón de yuca en residuos coprológicos de más de 2.100 años.

La yuca se cultiva entre los 30°N y 30°S de latitud, bajo una amplia zona climática y edáfica. Está completamente domesticada y exhibe un alto grado de adaptación local. La planta es perenne; se multiplica por estacas tomadas de la parte más lignificada del tallo;

las raíces largas y gruesas, parecidas a la papa dulce, se pueden cosechar después de siete meses de la siembra en áreas con temperaturas altas; sin embargo, la cosecha puede demorarse hasta 18 meses o más, en áreas donde las temperaturas son bajas. Los rendimientos mundiales son de 9 tons por hectárea, pero en muchas regiones son comunes rendimientos de 4-7 tons por hectárea. Sin embargo, bajo condiciones semi-comerciales y experimentales se han obtenido rendimientos de más de 40 tons por hectárea.

Respecto a materia seca, las raíces de yuca contienen 92.5% de carbohidratos y sólo 3.2% de proteína. El almidón y los azúcares son predominantes, lo que representa aproximadamente un 90% del total. Las hojas son una fuente importante de proteína para la población de varios países Africanos, en donde se le consume como hortaliza o en ensaladas y en sopas; éstas tienen un 7% de proteína en base a peso fresco o un 20-30% de proteína en base a peso seco. Las hojas de yuca son comparables favorablemente con la soya respecto a la calidad de la proteína, además de que contienen mucho más licina; sin embargo, la metionina y el triptofan son deficientes.

Se han desarrollado muchos sistemas de cultivo con la yuca, especialmente de cultivos intercalados; éstos generalmente mantienen los rendimientos estables, pero bajos. Recientes dificultades económicas, especialmente de los países en desarrollo, han estimulado a los programadores de las políticas agrícolas la revaluación de los cultivos nativos sustitutos de las importaciones foráneas de alimentos. Como resultado de esto, el cultivo de la yuca se ha expandido rápidamente con el lógico aumento del intercambio internacional de material de siembra de yuca durante los últimos 20 años. Se han establecido nuevas áreas

con plantaciones grandes de yuca en monocultivo; con el cambio del sistema de cultivo y el movimiento de material de siembra, los problemas patológicos y entomológicos han florecido causando graves pérdidas en la producción en muchos países. El presente trabajo trata de resumir los diferentes problemas patológicos que ocurren en la yuca, dando énfasis especialmente a aquellos que son más importantes y sintetizando lo relacionado a cada enfermedad en particular.

#### A. Enfermedades bacteriales

Cuatro enfermedades bacteriales han sido identificadas en el cultivo y sus agentes causales suficientemente caracterizados. Ellas son: El añublo bacterial, causado por Xanthomonas campestris pv manihotis; la mancha angular foliar, causada por X. campestris pv. cassavae; la pudrición bacterial del tallo, causada por Erwinia carotovora pv. carotovora; y la agalla bacterial del tallo, causada por Agrobacterium tumefaciens.

##### 1. El añublo bacterial

La más importante de las enfermedades bacteriales es el añublo bacterial. Está ampliamente distribuída en África, las Américas y Asia, causando pérdidas que oscilan entre un 13 y un 100%. Su presencia se reconoce por la aparición de manchas angulares acuosas, quemazón foliar, marchitez parcial o total de las ramas, exudación de goma en los tallos, muerte descendente y necrosis de algunos vasos vasculares del tallo y de las raíces. Estos síntomas son muy evidentes durante la estación lluviosa, pero varían de

acuerdo a la susceptibilidad de la variedad afectada, las condiciones climáticas posteriores a la afección y el estado sanitario del material de siembra (estaca).

Las plantas viejas tienden a ser más resistentes por la acumulación de peptina y celulosa en el tallo. El patógeno generalmente se disemina por el uso de estacas afectadas procedentes de plantas enfermas y por semilla sexual tomada de plantaciones con la enfermedad. También es diseminada por los insectos, machetes infestados, aguas lluvia y viento, animales y el hombre. La supervivencia del patógeno es corta en el suelo, pero por mucho tiempo en residuos afectados y epifíticamente sobre malezas comunes de las plantaciones.

## 2. La mancha angular foliar

La enfermedad se caracteriza principalmente por la presencia de manchas angulares acuosas sobre los lóbulos foliares, en donde forma gotas de exudado gomoso que puede ser observado a simple vista. Aunque estas características son muy similares a aquellas inducidas por el añublo bacterial, la bacteria que induce esta enfermedad generalmente se restringe al sistema foliar por ser un patógeno parenquimatoso; sin embargo, también puede invadir a la porción más joven del tallo y a las yemas vía floema. Las hojas afectadas muestran lesiones iniciales que generalmente están rodeadas por un halo amarillento, el cual a veces coalesce con otros induciendo amarillamiento foliar que causa defoliación prematura.

El agente causal es una especie típica de Xanthomonas, la cual

produce pigmentación amarilla en cualquier medio que contenga azúcar. Esta característica la hace fácilmente diferenciable del agente causal del añublo bacterial, ya que éste no produce pigmento amarillo en ningún medio que contenga azúcar. La diseminación ocurre por el uso de estacas afectadas, tomadas de plantas enfermas y, posiblemente, por herramientas de labranza.

### 3. La pudrición bacterial del tallo

Esta enfermedad está caracterizada por la presencia de una pudrición suave del tallo, el cual se decolora especialmente en la porción menos leñosa de la planta. Los retoños afectados se marchitan; sobre la superficie del tallo aparecen perforaciones hechas por insectos pertenecientes al género Anastrepha (moscas de la fruta) los que son vectores del patógeno. Las perforaciones son fácilmente distinguibles por la aparición de trazas de látex seco que la planta exuda después de que el tallo ha sido perforado por el insecto. El patógeno que vive epifíticamente sobre la superficie de la planta, penetra al tallo por tales perforaciones al ser llevado por el agua-lluvia. Las yemas de las estacas enfermas que se siembran, no siempre germinan o si lo hacen, producen plantas poco vigorosas que al final forman raíces delgadas y a veces con pudriciones.

### 4. La agalla bacterial del tallo

Los síntomas de esta enfermedad generalmente aparecen en la parte más baja del tallo y en plantas de más de siete meses de

edad. Estos síntomas se caracterizan por la presencia de agallas en los entrenudos. Estas agallas crecen considerablemente, mostrando proliferación de yemas en la epidermis y en la zona cortical de la parte afectada. Las plantas afectadas pueden sufrir enanismo; cuando la afección es severa y vieja, puede aparecer muerte descendente a partir del sitio en donde la agalla principal se desarrolla. Una planta puede tener varias agallas a lo largo del tallo e inclusive en las ramas bajas, pero la enfermedad usualmente se inicia a partir de las heridas dejadas por las hojas viejas cuando caen. Estas heridas se infectan por la salpicadura de suelo infestado durante las lluvias.

#### B. Enfermedades micoplasmales

Se han identificado dos problemas micoplasmales en la yuca: el superbrotamiento y la antólisis. El primero es poco común, mientras que la antólisis, está más ampliamente distribuida. No se han encontrado agentes vectores, aunque su transmisión por estacas afectadas es común.

##### 1. El superbrotamiento

Ha sido indentificado en el Brasil pero se ha encontrado también en Venezuela, México y la Amazonía Peruana. Existen varios tipos de síntomas de la enfermedad, los que pueden ser debidos probablemente a diferencias en razas o biotipos del agente causal; los síntomas más importantes son los siguientes:

a. Las plantas muestran enanismo y una excesiva proliferación de



yemas. Los retoños tienen hojas pequeñas e internudos cortos sin mostrar distorsión o clorosis;

b. proliferación de retoños a partir de la estaca; éstos son generalmente débiles, pero crecen sin mostrar síntoma alguno de afección;

c. sólo unos pocos retoños germinan; éstos son débiles y poco desarrollados. Nunca alcanzan al estado normal. Las plantas afectadas por esta enfermedad micoplasmal generalmente producen cerca del 80% menos que las plantas sanas; los agricultores tienden a eliminarlas de las plantaciones, lo cual posiblemente repercute en su baja incidencia.

## 2. La antólisis

Esta enfermedad micoplasmal se ha registrado recientemente afectando la yuca. Las plantas enfermas no presentan aparentemente síntoma alguno; sin embargo, el sistema floral se transforma en hojas completas. Las flores se producen, pero los pétalos y sépalos se transforman en hojas y el ovario se atrofia; y las anteras no se producen. Esta enfermedad, consecuentemente, es importante para los fitomejoradores por reducir las posibilidades para cruzamientos genéticos. Se ha encontrado, igualmente, que en las regiones donde las temperaturas son moderadas la antólisis puede reducir los rendimientos en cerca del 50%. En regiones con temperaturas altas, la antólisis desaparece, pues este micoplasma es altamente sensible a la temperatura; consecuentemente, los rendimientos no se afectan.

### C. Enfermedades virales

Se han registrado aproximadamente seis enfermedades causadas por agentes virales específicos o por complejos de ellos. Dentro de éstas las más importantes son las siguientes:

#### 1. El mosaico africano

Diseminado por insectos pertenecientes al género Bemisia (moscas blancas); se encuentra en Africa e India, causando pérdidas considerables en algunas regiones. Los síntomas son los característicos de todo mosaico: las hojas tienen áreas amarillas y sufren frecuentemente deformación. La reducción en el tamaño de las hojas es también común. Todas las estacas pertenecientes a plantas afectadas generan plantas con la enfermedad. Por lo tanto, la introducción de material procedente de las zonas afectadas (Africa - India) debe ser prohibida, ya que la mayoría de las plantaciones en estas zonas están afectadas. La enfermedad es causada por un virus polihédrico en pares (geminovirus); existen sistemas muy eficientes para detectar la sanidad aparente de cualquier planta respecto a este virus.

#### 2. El mosaico común

Es originario de las Américas, pero también se lo ha registrado en Africa, Costa de Marfil. La enfermedad es causada por un virus elongado que es transmitido mecánicamente, por injerto y por el uso de estacas procedentes de plantas enfermas. Los síntomas se caracterizan principalmente por la presencia de áreas amarillas en el lóbulo, a veces decoloración venal; enanismo de las

plantas enfermas. Estos síntomas pueden ser a veces confundidos por ataques severos de trips y moscas blancas en variedades susceptibles a estos insectos. Algunos biotipos del virus presentan síntomas distintivos y a veces similares a los del virus del mosaico de las venas. Estos biotipos del virus se han caracterizado y se distinguen por hospederos diferenciales y sintomatológicamente.

### 3. El mosaico Colombiano

Es igual al mosaico del Caribe. Se ha registrado en algunas variedades nativas, especialmente Secundina, una de las variedades más ampliamente distribuidas en la costa norte de Colombia. Los síntomas son similares a aquellos del mosaico común, pero causa mucha más distorsión y deformación en las hojas, con la presencia de áreas verdes o amarillentas cerca de la vena principal, dando la apariencia de un mosaico venal. Al examinar cuidadosamente a la luz, se puede notar que la coalescencia de numerosos puntos cloróticos forman lesiones anulares. Los síntomas de esta enfermedad son más serios hacia el final de la estación de lluvias. Al principio de las lluvias los síntomas de esta enfermedad son casi imperceptibles; las altas temperaturas que ocurren durante la sequía normalmente inhiben la aparición de síntomas.

### 4. El mosaico de las venas

Su incidencia es muy reducida en la América Latina, por lo que su importancia económica es relativamente poca. Los síntomas de esta enfermedad se caracterizan por amarillamiento de las venas y enroscamiento del ápice de la lámina foliar de cada lóbulo. La

enfermedad puede ser transmitida mecánicamente o por injerto, pero toda estaca tomada de material enfermo reproduce plantas con la enfermedad.

#### 5. El cuero de sapo

Es una enfermedad que parece ser debida a un complejo viral. La enfermedad se registró en los años 70, causando pérdidas entre el 50 y el 100%; por lo tanto, es una de las enfermedades potencialmente más importantes del cultivo. Está caracterizada por una reducción del número de raíces gruesas y suberización y engrosamiento de la epidermis. Las raíces generalmente son delgadas, el peridermo o zona cortical engrosa irregularmente y se rompe fácilmente; la epidermis es gruesa, con hendiduras, áspera, como la piel del sapo. El parénquima de almacenamiento es fibroso y de reducida capacidad. Ocasionalmente algunas plantas presentan raíces normales y enfermas. Las plantas enfermas no muestran síntomas en la parte aérea; son más vigorosas y la base del tallo es más gruesa; sin embargo, estos síntomas son difíciles de diferenciar. Las plantas afectadas sólo pueden ser identificadas a la cosecha por los síntomas en las raíces. Se disemina por estacas de plantas enfermas e injertos.

#### D. Enfermedades fungosas

Se han registrado aproximadamente 25 especies de hongos como patógenos de la yuca; algunos de ellos causan enfermedades económicamente severas. Ciertos patógenos causan lesiones en las hojas, otros en el tallo, disminuyendo su calidad como fuente de

estacas, y otros producen pudriciones en las raíces; algunos son sistémicos y otros, localizados. En general, la incidencia de estos hongos es importante durante la estación lluviosa.

En este artículo se describen las principales enfermedades fungosas de la yuca. Para condensarlas mejor, se podrían agrupar en: las que afectan el área foliar, el tallo y las que causan pudriciones en las raíces.

#### 1. Enfermedades fungosas que afectan el sistema foliar

El sistema foliar afectado puede mostrar manchas angulares, añublo, amarillamiento, chancros en las venas, distorsión de las hojas y defoliación. Las enfermedades más importantes son las siguientes:

##### La mancha parda (*Cercosporidium henningsii*)

Es una de las enfermedades más comunes de la yuca. Casi siempre ocurre en plantaciones localizadas en zonas con altas temperaturas. Cuando el cultivo tiene más de cinco meses de edad, el ataque de la enfermedad es generalmente más severo, dependiendo de la susceptibilidad del cultivar afectado. La enfermedad se caracteriza por manchas angulares de color pardo uniforme a ambos lados de las hojas; los márgenes de las lesiones están bien definidos y son oscuros; bajo el envés, las lesiones tienen una coloración oliva por la presencia de los cuerpos fructíferos del agente causal. Algunas veces, dependiendo de la susceptibilidad del cultivar, aparece un halo indefinido alrededor de la lesión el que es causado por una toxina. Cuando la acumulación de la toxina se incrementa, las hojas afectadas se amarillan y caen. En cultivares altamente susceptibles, puede ocurrir defoliación total hacia

el final de la estación lluviosa. La enfermedad no solamente reduce los rendimientos totales, sino también el contenido de almidón en las raíces.

El añublo pardo fungoso (*Cercospora vicosae*)

Esta enfermedad aparece cuando la anterior es prevalente. Sin embargo, las lesiones de esta enfermedad son diferentes: son lesiones largas sin bordes definidos; cada mancha puede cubrir hasta una quinta parte o más del lóbulo foliar; al igual que la mancha parda, esta lesión tiene una coloración marrón, con un centro oliva hacia el envés, debido a la presencia de los cuerpos fructíferos del patógeno. La apariencia general de las hojas afectadas es similar a las atacadas por la mancha de anillos, otra enfermedad que veremos más adelante. Sin embargo, las lesiones causadas por *Phoma* sp. tienen anillos concéntricos en el haz. El patógeno puede causar defoliaciones severas en cultivares susceptibles. La severidad de la enfermedad aumenta en plantaciones de más de seis meses. Al igual que la enfermedad anterior, los rendimientos no solamente reducen la producción de raíces sino también el contenido de almidón en ellas.

La mancha blanca de las hojas (*Phaeoramularia manihotis*)

Esta enfermedad se encuentra comúnmente en áreas con temperatura moderada y humedad ambiental alta, causando defoliación severa en cultivares susceptibles. Las lesiones son relativamente pequeñas, circulares o angulares, blancas o pardo amarillento; tienen borde hundido, reduciendo el grosor de la lámina foliar a aproximadamente la mitad. En el envés, las lesiones tienen a menudo un borde difuso de

color violeta pardo irregular, alrededor del cual aparece un halo amarillento indefinido. El centro de la lesión es de color oliva por la presencia de las fructificaciones del patógeno, las cuales están siempre en el envés. Este hongo produce también una toxina que induce la caída prematura de las hojas en cultivares susceptibles.

La mancha de anillos concéntricos (Phoma spp.)

La enfermedad aparece durante la estación lluviosa, cuando las temperaturas son inferiores a 20°C. Puede causar defoliación total en cultivares susceptibles y muerte descendente y hasta total de la planta. Las lesiones son grandes, de color marrón, sin márgenes definidos y localizadas cerca al ápice o en los bordes de los lóbulos foliares o a lo largo de la vena principal o de las secundarias. Inicialmente el haz de la hoja presenta anillos concéntricos, formados por los cuerpos fructíferos (picnidios) del hongo. Las lesiones viejas pueden parecerse a las causadas por C. vicosae, pues por la acción de las lluvias los picnidios son lavados de la lesión. En el envés no se producen picnidios, por lo que las lesiones son de color marrón oscuro. Las venas primarias y secundarias pueden llegar a necrosarse, formando unas prolongaciones radiadas de color negro de las zonas necróticas. El hongo invade luego el pecíolo y las partes más jóvenes del tallo, causando muerte descendente y hasta total de la planta. Invade el tallo a partir de los chancros que se forman hacia la base del pecíolo de la hoja afectada. La reducción en los rendimientos puede llegar a ser en algunos casos de más del 70%.

La ceniza de la yuca (*Oidium manihotis*)

Esta enfermedad es más notoria durante la estación seca del año y es más prevalente y severa en las hojas bajas de la planta. Está caracterizada por la presencia de manchas amarillentas. Inicialmente, se observa un micelio blanco que crece sobre la superficie. Las células afectadas se vuelven amarillas, formando lesiones de tamaño indefinido y de color amarillo pálido; dentro de estas lesiones hay áreas con tejido necrosado de diferentes tamaños, que a veces coalescen formando lesiones de color marrón irregular. Los síntomas pueden confundirse con ciertos tipos de daño causados por insectos y ácaros. La enfermedad se ha considerado de poca importancia económica, debido a que parece no reducir los rendimientos significativamente en cultivares susceptibles.

La roya de la yuca (*Uromyces* spp.)

Seis especies de patógenos se han registrado, causando roya en la yuca y otras euforbiáceas. Estas están localizadas en diferentes partes del mundo, especialmente en las Américas. Su incidencia y severidad es baja; algunas especies de roya sólo ocurren en zonas con climas moderados, en donde la enfermedad es severa hacia el final de la estación lluviosa. Otras especies son más prevalentes en zonas con climas calientes y durante la estación seca. La enfermedad se caracteriza por la formación de pústulas en las venas, pecíolos o tallos jóvenes (verdes). Estas pústulas son de color naranja o marrón oscuro, dependiendo de la edad de la pústula y del tipo de fructificación del hongo. Las pústulas maduras generalmente presentan un alto grado de parasitismo del hongo *Darluca filum*. Ocasionalmente las pústulas están acompañadas por un halo amarillento. En general, la formación de



pústulas induce la producción de chancros que causan distorsión de las hojas, pecíolos y tallos afectados.

## 2. Enfermedades que afectan al tallo

Existen algunos hongos que aunque afectan al sistema foliar, también invaden sistémicamente al tallo a través de los pecíolos. Los daños ocasionados demeritan la calidad del tallo cuando éste se usa para siembra. Dentro de estas enfermedades las más importantes son las siguientes:

El superalargamiento (Sphaceloma manihotica, estado asexual; Elsinoe brasiliensis, estado sexual)

La enfermedad ha sido descrita recientemente. Causa pérdidas considerables en plantaciones en donde los cultivares susceptibles se usan en zonas endémicas. La enfermedad se reconoce por la exagerada elongación de los entrenudos; los tallos afectados son débiles y delgados; las plantas enfermas son mucho más grandes y débiles que las sanas. En la porción más verde del tallo, de los pecíolos y de las hojas, ocurren deformaciones por la formación de chancros que se pueden ver a simple vista. Estos son ovalados o elongados; se encuentran generalmente sobre la vena principal o hacia los lados de las venas secundarias de las hojas, o en los pecíolos y tallos. En los tallos lignificados sólo se encuentran pequeñas lesiones sobre la superficie un poco redondas y de color marrón. Causa ocasionalmente muerte descendente, total o parcial; necrosis, a veces total, de la lámina foliar, lo que causa defoliación considerable. La enfermedad es más severa durante la estación lluviosa del año, sobre todo cuando ocurren

períodos prolongados de lluvias continuas. Se disemina principalmente por acción del viento y el uso de tallos tomados de plantaciones afectadas.

La antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *manihotis* y *Colletotrichum graminicola*; estado sexual *Glomerella cingulata*)

La enfermedad aparece después de períodos largos de lluvias continuas. Está caracterizada por la presencia de manchas cerca a los bordes de los lóbulos foliares, los que se distorsionan. Igualmente, pueden aparecer manchas angulares de coloración blanca parduzca, hacia cualquier sitio de la hoja, muy similares a aquellas producidas por el causante de la mancha blanca de la yuca. Hay necrosis total o parcial del tejido afectado. El patógeno también puede atacar la porción verde del tallo, produciendo chancros y muerte descendente. En la parte central de las lesiones se forman coloraciones de color rosado, constituídas por las fructificaciones del hongo; a éstas se las puede observar a simple vista o con ayuda de lente. El daño más severo se hace en cultivares susceptibles, cuando sólo tienen de uno a tres meses de edad. El ataque después de este tiempo, sólo puede desmejorar la calidad de las estacas que se obtienen para siembras posteriores.

#### Patógenos que causan pudriciones del tallo

Existen varios otros patógenos que afectan al tallo. Como éste se usa normalmente como material de propagación en yuca, la condición sanitaria de la estaca debe ser óptima para que los resultados sobre rendimientos sean satisfactorios. Cuando se usan estacas afectadas por patógenos los rendimientos pueden reducirse considerablemente. El

tejido afectado del tallo generalmente presenta una decoloración diferente al tejido normalmente sano, especialmente en la zona vascular o en la medular. Principalmente en la epidermis se pueden observar necrosamientos superficiales; después pueden aparecer los cuerpos fructíferos de los patógenos que atacan. Estos cuerpos fructíferos tienen forma, color y tamaño variados, según la especie de patógeno que afecta al tallo. La presencia de estas enfermedades es más común y severa hacia el final de la estación de lluvias y en estacas que han sido almacenadas bajo condiciones de alta humedad relativa por períodos de más de un mes. Toda herida causada por insectos y por trabajadores de campo, permite la entrada de patógenos y por lo tanto la ocurrencia de estas enfermedades.

#### Agentes sistémicos que afectan el material vegetativo de propagación

Ciertos patógenos bacteriales (como el causal del añublo bacterial), fungosos (como el causante de la pudrición negra), así como virus y micoplasmas, se traslocan sistémicamente por el sistema vascular y cortical del tallo. Las plantas afectadas comúnmente no muestran síntoma visible en el tejido que invaden. Cuando este material se usa para obtener estacas para siembra, las plantas resultantes desarrollan los síntomas característicos de las enfermedades que afectan al material; estas plantas constituyen focos de infección secundaria en las plantaciones. Como el material maduro y más lignificado del tallo generalmente no presenta ningún síntoma de infección, los síntomas de estas enfermedades pueden estar presentes hacia la parte foliar y superior del tallo; generalmente las hojas y tallos verdes pueden mostrar los síntomas más notoriamente durante la estación lluviosa.

### La pudrición negra del tallo y de la raíz

Esta enfermedad es causada por Diplodia manihotis; ha ocasionado considerables pérdidas en plantaciones del Africa y de la América Latina. Tiene dos estados: el primero, que induce pudrición en las raíces, se inicia cuando los suelos están infestados o cuando las estacas que se usan están afectadas. Los síntomas son similares a aquellos inducidos por patógenos radicales; consisten en: muerte repentina de la planta y deterioración de las raíces. La segunda fase, se hace notoria en el tallo por la invasión sistémica del hongo a través del sistema vascular a partir de las raíces afectadas. El hongo produce los cuerpos fructíferos (picnidios) de donde se desarrollan las picniosporas que al germinar penetran dentro de la planta a través de cualquier herida que encuentren. Los picnidios son oscuros, tienen forma de pera y se encuentran generalmente en la epidermis. Las picniosporas son típicamente biceldadas. Los síntomas en esta fase se caracterizan por la necrosis del sistema vascular y del floema, la ruptura de la epidermis y exudación de goma, la marchitez parcial y total, terminando generalmente en muerte descendente. Estos síntomas son muy similares a aquellos causados por X. manihotis, el agente causal del añublo bacterial, pero difieren porque D. manihotis produce un gran número de picnidios en la parte afectada. El patógeno se disemina a largas distancias por el uso de estacas afectadas tomadas de plantaciones con la enfermedad; dentro de un mismo lote, éste se disemina por el viento y el agua lluvia que llevan las esporas del hongo a tejidos sanos susceptibles. También puede diseminarse por herramientas infestadas, el agua de irrigación y cuando se realizan prácticas culturales en las plantaciones.

Pudriciones del tallo causadas por Fusarium (F. oxysporium y F. solani)

Estos patógenos generalmente se encuentran en suelos arenosos ácidos causando pudriciones radicales severas. Después de afectar el sistema radical, invaden al tallo sistémicamente, por lo que las estacas de plantas enfermas están contaminadas por el patógeno. Cuando la planta se afecta severamente, aparece marchitez parcial o total, para luego morir la planta por deshidratación.

3. Pudriciones radicales

Se pueden diferenciar en yuca dos tipos de pudriciones radicales. Una pudrición suave, causada generalmente por hongos que son favorecidos en su penetración y diseminación de sus propagulas por la presencia de agua en el suelo, y la pudrición seca causada por hongos que penetran directa o indirectamente en los tejidos de las raíces y que no se favorecen por la humedad del suelo. Ambos tipos de pudriciones son extremadamente importantes en suelos infestados, pues los rendimientos pueden reducirse considerablemente.

La pudrición suave de las raíces de yuca: (Phytophthora drechsleri y especies de Phythium)

Estos hongos afectan a las raíces durante la estación lluviosa; su diseminación es favorecida en suelos pesados, con poco drenaje, en donde el agua lluvia permanece encharcada por un tiempo largo. Estos suelos generalmente tienen un alto contenido de materia orgánica. El más común de estos agentes causales es Phytophthora drechsleri. Estos patógenos atacan a plantas jóvenes o viejas, especialmente cuando éstas están

localizadas cerca a los canales de drenaje o en suelos pobremente drenados. Causan marchitez repentina, defoliación severa y pudrición suave. Las raíces se descomponen totalmente, exudando un líquido oloroso. En lotes mal drenados, las pérdidas pueden ser a veces totales y, lo más importante, es que los suelos permanecen infestados por mucho tiempo sinó se realizan prácticas culturales que eliminen el encharcamiento para reducir la supervivencia de estos patógenos.

La pudrición seca de las raíces (*Rosellinia necatrix*, *Armillariella mellea*, *Rigidoporus lignosus* y otros)

Ciertas especies de hongos causan considerable pudrición radical cuando la yuca se planta después de cultivos forestales o de haber limpiado el lote de especies de árboles leñosos perennes. Entre éstos, *Rosellinia necatrix* es el más importante en regiones montañosas de la América Latina. La enfermedad inducida por este patógeno es llamada "pudrición negra" por el color característico en los tejidos afectados. Esta coloración negra es causada por las fructificaciones del hongo producidas en gran abundancia. Es necesario tener en cuenta, antes de plantar la yuca, a las especies de árboles que se cultivan ya que éstas pueden mantener el equilibrio relativo de patógenos; cuando se planta solamente yuca, estos patógenos facultativos pueden causar daños severos al cultivo. La enfermedad generalmente se observa al tiempo de la cosecha o un poco antes, en plantas de más de siete meses de edad, afectando la plantación zonalmente.

La viruela de la yuca

Es un daño indirecto debido a lesiones localizadas causadas por

insectos chupadores subterráneos u otros agentes (nematodos, etc.). La enfermedad se ha encontrado en Colombia y en otros países de Latinoamérica en asociación con el insecto chupador subterráneo Cyrtomenus berdi causante de la lesión inicial a la raíz. El insecto chupador o cualquier otro vector hiere con el estilete la epidermis y la zona cortical de las raíces; los microorganismos penetran a través de estas heridas causando pudriciones localizadas corticales y epidermales, debido a la degradación de los tejidos alrededor de las lesiones; éstas son de color marrón oscuro o claro, limitadas por las áreas sanas. Muestran fermentación y deterioración de los tejidos invadidos por los microorganismos inoculados. Los síntomas son sólo visibles a la cosecha, dañando considerablemente la calidad de la raíz.

#### Pudriciones radicales de post-cosecha

Estas son fisiológicas y/o debido a causas patogénicas. La yuca generalmente se deteriora a pocas horas o días de la cosecha. Esta deterioración está relacionada a la susceptibilidad de los cultivares a la deterioración y al daño que las raíces sufren durante la cosecha. Las raíces de algunos cultivares se deterioran rápidamente mientras que las de otros permanecen en buenas condiciones por varios días. Las raíces que no tienen daño mecánico, inclusive de cultivares susceptibles a la deterioración, permanecen sanas por un tiempo más largo. Las causas de la deterioración fisiológica son debidas a la producción de sustancias fenólicas, especialmente polifenoles, por la ruptura de las células. La deterioración microbial es debida a diferentes microorganismos que se encuentran en el suelo o en la superficie de las raíces y que pueden degradar los tejidos radicales de yuca. Estos pueden ser hongos, bacterias, fitomonas, etc. La infección de las

raíces ocurre al momento de la cosecha o inmediatamente después.

E. Recomendaciones generales para el control de enfermedades de yuca a escala comercial

La yuca es un cultivo perenne que se propaga por estacas de aproximadamente 20cm de tamaño y se cosecha entre los ocho y 24 meses de la siembra. Estos factores favorecen la diseminación de agentes patógenos y entomológicos a través del material de propagación y ayuda a su perpetuación en áreas en donde la yuca se cultiva. Además, debido a que el ciclo de la yuca es largo, la especie está expuesta a diferentes condiciones climáticas y edáficas y puede ser atacada por muchos patógenos y pestes a varios grados de severidad. Por lo tanto, un control integrado de pestes y enfermedades, que incluya prácticas culturales, control biológico y resistencia varietal, se requiere durante todo el proceso de producción. Las siguientes prácticas y recomendaciones se sugieren con el fin de reducir los daños causados por enfermedades en las plantaciones de yuca:

1. El suelo del lote que se desea cultivar debe ser seleccionado cuidadosamente. El suelo debe estar bien drenado; no debe tener materia orgánica en exceso. No siembre yuca en suelos previamente cultivados con plantas leñosas o con forestales y otros cultivos perennes, ya que puede resultar en un alto porcentaje de pudriciones radicales. En estos casos se debe sembrar un cereal, tal como maíz, sorgo, etc., antes de sembrar yuca.

2. Prepare el suelo bien, instátele un buen drenaje y siembre



sobre caballones cuando la precipitación es alta (de más de 1.200mm/año, aproximadamente), o cuando los suelos son pesados.

3. Use las mejores variedades regionales o variedades conocidas por proporcionar altos rendimientos en el ecosistema en donde se está plantando la yuca. No introduzca variedades de otras regiones pues, como no están adaptadas a los problemas existentes en tales ecosistemas, pueden llegar a producir menos que las variedades regionales después de varios ciclos consecutivos de crecimiento.

4. Use sólo estacas sanas para la siembra. Produzca y seleccione el material de siembra solamente de plantas vigorosas, sanas y de plantaciones sanas. No almacene las estacas; si lo necesita, trátelas con un fungicida (por ejemplo, una suspensión de Captan y BCM) antes del almacenamiento.

5. Manipule cuidadosamente el material de siembra, evitando todo daño mecánico durante la preparación y la siembra. Trate este material con un fungicida desinfectante o con una mezcla de fungicidas (tales como Captan y BCM, sumergiendo las estacas por 3 min en una suspensión al 6% de cada producto comercial. Esto equivale aproximadamente a 3.000 partes/millón de ingrediente activo). El tratamiento con fungicida previene los daños causados durante la preparación de la estaca y también protege a la estaca de los patógenos del suelo.

6. Siembre las estacas siguiendo el sistema utilizado en la región. Deje una distancia adecuada entre plantas, según la variedad que se está sembrando. Siembre al principio de la estación lluviosa para asegurar una buena germinación y un buen

establecimiento del cultivo. Elimine adecuadamente las malezas; algunas pueden actuar como hospedantes alternos de patógenos.

7. No use maquinaria o herramientas que han sido utilizadas en otras plantaciones, especialmente afectadas del añublo bacterial; no permita que los trabajadores de otras fincas visiten su plantación. Desinfeste las herramientas, especialmente machetes, con una solución al 10% de formaldehído comercial (del 40%) en caso de existir afecciones bacteriales, o simplemente con agua-jabón detergente (FAB, por ejemplo), en caso de que se observen síntomas virales en la plantación. Los machetes deben calentarse al fuego para desinfestarlos.

8. Mejore el drenaje y rote con un cereal (maíz o sorgo, por ejemplo), si en la plantación se presentan índices de pudriciones radicales mayores del 3%. A veces, un período de rotación de 6 meses es suficiente. Estas prácticas pueden reducir la incidencia de la mayoría de las pudriciones radicales en yuca.

9. Queme los residuos de yuca de cultivos anteriores; no deje socas o residuos después de la preparación del terreno.

10. Evite daños en las raíces durante la cosecha. Empáquelas cuidadosamente en un empaque apropiado pero antes, trátelas con el fungicida Mertect para evitar la deterioración microbial.

11. Venda o procese la yuca inmediatamente después de la cosecha; coseche solamente lo que vá a vender o a procesar. Si es necesario mantener las raíces frescas por un período corto, use el sistema apropiado para prevenir las deterioraciones. Estos sistemas pueden ser: podando la parte superior de las plantas dos o tres semanas

antes de la cosecha; o tratando las raíces con Mertect, que es un desinfectante y luego empacándolas en bolsas plásticas.

12. Siga las medidas cuarentenarias establecidas y evite la introducción de material vegetativo de regiones vecinas; las enfermedades y las plagas pueden ser fácilmente diseminadas en el material vegetativo de propagación, especialmente las estacas.

Las anteriores medidas de control evitan la ocurrencia de enfermedades en plantaciones comerciales de yuca y mantienen la estabilidad de la producción a través del tiempo. Este es uno de los factores más importantes para los productores de yuca. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la aplicación de estas medidas debe continuarse en cada cosecha.

#### F. Bibliografía sugerida

- Cock, J.H. 1985. Cassava new potential for a neglected crop. Westview Press , Inc., Boulder, Colorado, 191 pp.
- Hahn, S.K. 1984. Progress of root and tuber improvement at IITA. In: Proceedings of the Sixth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. CIP, Lima, Perú, 671 pp.
- Kawano, K. 1978. Genetic improvement of cassava (Manihot esculenta Crantz) for productivity. Trop. Agr. Res. Series No. 11, Trop. Agr. Res., Center Min. Agr. and For., Japan, 21 p.
- Lozano, J.C., and Nolt, B.L. 1986. Cassava (Manihot esculenta Crantz). In: Plant Quarantine Vol.2: Problems, solutions and special topics. CRC Press, Inc., Boca Ratón, Fl., USA. (in press).
- Lozano, J.C., Byrne, D., and Bellotti, A. 1980. Cassava/ecosystem

relationships and their influence on breeding strategy. *Tropical Pest Management* 26:180-187.

Lozano, J.C., Hershey, C.H., Bellotti, A., and Zeigler, R. 1984. A comprehensive breeding approach to pest and disease problems of cassava. In: Proceedings of the Sixth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. CIP, Lima, Perú, 671pp.

Lozano, J.C., Bellotti, A., Reyes, J.A., Howeler, R., Leihner, D., and Doll, J. 1981. Field problems in cassava. CIAT Series No.07EC-1 (2nd. Ed.), 205pp.