

FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

1. PLAGA

La enfermedad que afecta al plátano, banano y heliconias conocida comúnmente como “Moko del plátano” es originaria de Centro y Sur América, en donde ataca heliconias y de Mindanao, Filipinas donde se reporta en banano. De estos lugares se ha ido distribuyendo por todo el mundo (Belalcázar *et al.*, 2003).

1.1. Ubicación taxonómica

Dominio: Bacteria
Phylum: Proteobacteria
Clase: Betaproteobacteria
Orden: Burkholderiales
Familia: Ralstoniaceae
Género: *Ralstonia*
Especie: *R. solanacearum* raza 2

Código EPPO: PSDMS2

(CABI, 2011).

1.2. Descripción morfológica

R. solanacearum raza 2 es una bacteria Gram-negativa, en forma de bacilo, con dimensiones de 0.5 – 0.7 μm . x 1.5 – 2.5 μm ., móvil, con uno o cuatro flagelos polares cuando se presentan, pero la motilidad y posible presencia de flagelos de las cepas varía con el tipo de colonia y edad del cultivo (Agrios, 1997).

Kelman (1954), señala que existen dos clases de colonias por la morfología; una es fluida, debido a su abundante producción de polisacárido extracelular, lisa, irregular y redonda; mientras que la otra es una colonia mutante de apariencia seca, redonda, translúcida, rugosa y no fluida.

2. BIOLOGÍA

2.1. Ciclo biológico

R. solanacearum raza 2 vive libremente en el suelo y agua, de manera latente con la maleza y de forma parasitaria (French y Sequeira, 2001).

El Moko del plátano afecta el sistema vascular de la planta, se distribuye en forma sistémica desde el rizoma hasta la flor masculina. La enfermedad puede iniciarse cuando el patógeno se introduce a través de rizomas enfermos. Las plantas desarrolladas a partir de esos propágulos pueden producir racimos, donde los nectarios de la flor masculina contienen gran cantidad de bacterias y al ser acarreadas por insectos son llevadas a las flores de plantas sanas. Lo que ocasiona que la infección comience de las flores hasta alcanzar el rizoma y las raíces. La transmisión también se da cuando las raíces enfermas se entrecruzan con sanas o por medio de las herramientas contaminadas que se emplean en las labores culturales (Rivera, 2007).

2.2. Epidemiología

La temperatura óptima en laboratorio para el desarrollo de *R. solanacearum* raza 2 es de 35-37° C (Talbot, 2004) y no crece a más de 40° C (Goszczyńska *et al.*, 2000).

En campo, la severidad de la enfermedad, está directamente asociada con el alto grado de humedad del suelo, principalmente en las épocas de lluvia.

La persistencia de *R. solanacearum* raza 2 en suelo se debe a que la bacteria sobrevive en las plantaciones o permanece latente en los residuos de cosecha infectados y/o en la

FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

rizosfera de malezas hospedantes (Hayward, 1991).

2.3. Síntomas

Los síntomas varían según la edad de la planta, medio de transmisión y órgano afectado. En plantas en activo crecimiento un síntoma inicial es el amarillamiento de las hojas más jóvenes, seguido por marchitez y secamiento; estas hojas se doblan cerca de la unión entre el pecíolo y la base de la lámina foliar (Fig.1). Los síntomas son descendentes, desde las hojas más jóvenes hasta las más viejas (Menchán, 2002).



Fig. 1. Planta de plátano con síntomas severos de Moko. Créditos: Curiel, V. F.

Cuando la infección ocurre a través de insectos o herramientas en el estado de fructificación, las brácteas florales se secan y permanecen adheridas al raquis floral, el cual se necrosa y seca. Los frutos se amarillan y maduran prematuramente presentando una pudrición parda y seca que sólo es visible cuando se parten transversalmente (Fig.2) (Menchán, 2002).



Fig. 2. Pudrición seca en fruto. Créditos: A) De la Rosa, A.- Dirección General de Sanidad Vegetal., B) L. Gasparotto.

Los síntomas típicos de la marchitez bacteriana o Moko del plátano son: la coloración oscura de los haces vasculares del eje o raquis del racimo y pseudotallo (Fig.3 A y B), una pudrición inicial de color marrón y viscosa, que posteriormente se seca y toma una coloración gris y la distorsión y necrosis de los hijuelos (Fig.3 C) (French y Sequeira, 2001).



Fig. 3. Coloración oscura de los haces vasculares. A) raquis del racimo. Créditos: L. Gasparotto. B) pseudotallo de banano. Créditos: Curiel, F. V. C) Hijuelo distorsionado y necrótico. Créditos: L. Gasparotto.

2.4. Mecanismos de dispersión

La bacteria puede ser directamente dispersada a través de material vegetal contaminado como cormos e hijuelos (semilla), frutos, hojas, tallos, pseudotallos y raíces; además los insectos juegan un papel importante como vectores, principalmente aquellos de la familia Apidae. Por otro lado, las herramientas utilizadas en las

FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

labores culturales dispersan fácilmente el patógeno. También el agua contaminada con la bacteria a través de riachuelos, canales de riego, entre otros; y por el movimiento de suelo directa o indirectamente por medio de herramientas, maquinaria agrícola, botas y zapatos (Belalcázar *et al.*, 2003).

3. HOSPEDANTES

El Moko del plátano restringe su lista de hospedantes cultivados a las familias Heliconeaceae y Musaceae (Cuadro 1) (Liberato y Gasparotto, 2007; CABI, 2011). Como hospedantes alternos de la bacteria se han registrado muchas arvenses a nivel mundial (Cuadro 2), con el agravante de ser asintomáticas, lo que favorece el tiempo de permanencia de las infecciones (Obregón *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Principales hospedantes cultivados de *Ralstonia solanacearum* raza 2

Nombre científico	Nombre común
<i>Musa spp.</i>	Plátano y banano
<i>Heliconia sp.</i>	Heliconia

Fuente: Liberato y Gasparotto, 2007; CABI, 2011.

Cuadro 2. Arvenses hospedantes de *Ralstonia solanacearum* raza 2

Nombre científico	Nombre común
<i>Galinsoga ciliata</i>	Galinsoga
<i>Chaptalia nutans</i> *	Lechuguilla
<i>Ageratum conyzoides</i>	Algodoncillo
<i>Senecioides cinerea</i> *	Venonia
<i>Heliotropium sp.</i>	Heliotropo
<i>Commelina virginica</i>	Comelina
<i>Tripogandra glandulosa</i> *	Siempre viva
<i>Bidens pilosa</i>	Aceitilla
<i>Cyperus sp.</i>	Coquillo
<i>Phyllanthus corcovadensis</i>	Balsilla
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lechosa

<i>Salvia privodes</i>	Salvia
<i>Sida sp.</i>	Escoba
<i>Solanum torvum</i>	Prendedora
<i>Ipomoea trifida</i>	Campanilla
<i>Euphorbia hirta</i>	Hierba de paloma
<i>Peperomia pellucida</i> *	Siempre fresca
<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora
<i>Emilia sonchifolia</i>	Emilia
<i>Tripogandra cumanenses</i> *	Siempre viva
<i>Desmodium sp.</i> *	Pega pega
<i>Piper sp.</i>	Santa Maria
<i>Portulaca oleraceae</i>	Verdolaga
<i>Cissus sicyoides</i> *	Borraja
<i>Synedrella nodiflora</i>	Synedrella
<i>Plenax hirtus</i> *	Plenas
<i>Pilea sp.</i>	Pilea

*Nuevos registros de arvenses asociados con *Ralstonia solanacearum* raza 2.

Fuente: Obregón *et al.*, 2008.

3. 1. Distribución de hospedantes en México

Los hospedantes primarios de Moko del plátano se localizan principalmente en los estados de: Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz (Fig.4) (SIAP, 2010).



Fig. 4. Distribución de hospedantes de *R. solanacearum* raza 2 en México (LaNGIF-SINAVEF).

FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

CABI (2011), señala que la enfermedad del Moko del plátano se encuentra presente en:

Asia: China (Taiwán), India (Maharashtra, Tamil Nadu y West Bengal) Indonesia, Malasia (Península de Malasia y Sabah), Filipinas, Sri Lanka, Tailandia y Vietnam.

África: Etiopía, Libia, Malawi, Nigeria, Senegal, Sierra Leona y Somalia.

América: México, Estados Unidos (Florida), Belice, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Granada, Guadalupe, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, Nicaragua, Panamá, Trinidad y Tobago, Argentina, Brasil (Amapá, Amazonas y Bahía), Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela.

Oceanía: Australia (Queensland) (Fig.5).

Europa: República de Bulgaria, República de Chipre, Reino de Dinamarca, República Helénica, República Italiana, Rumania, Oeste de Siberia, República de Ucrania, Cáucaso (DOF, 1996).

Distribución en México: En los estados de Tabasco (Huimanguillo, Cárdenas, Cunduacán, Centro, Teapa, Jalapa, Tacotalpa y Pichucalco) y Chiapas (Acapetahua, Villa Comaltitlán, Huixtla, Huehuetán, Mazatán, Tapachula, Suchiate, Frontera Hidalgo, Metapa, Tuxtla Chico, Cacahoatán y Tuzantán) (Fig.6) (DOF, 2000).

En los estados de Chiapas y Tabasco, actualmente se lleva a cabo la campaña contra el Moko del plátano, misma que se fundamenta en la Ley Federal de Sanidad Vegetal, así como

en la Norma Oficial Mexicana NOM-068-FITO-2000, Por la que se establecen las medidas fitosanitarias para combatir el moko del plátano y prevenir su diseminación (DOF, 2000).

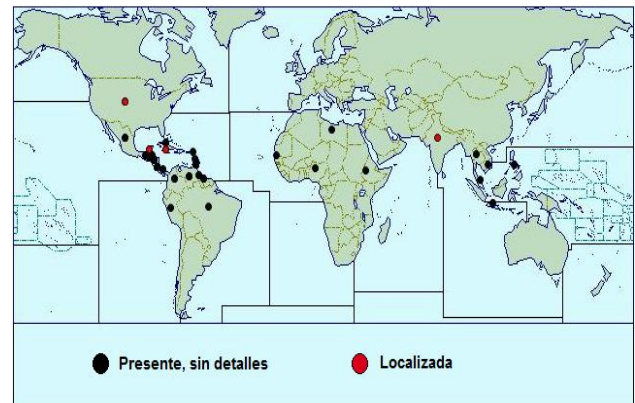


Fig. 5. Mapa de distribución de *Ralstonia solanacearum* raza 2. Créditos: CABI, 2011.

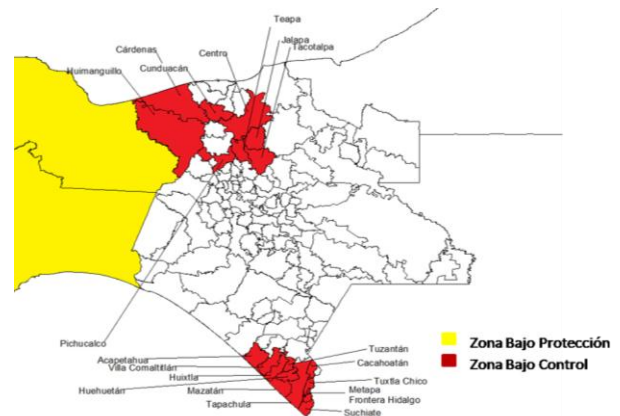


Fig. 6. Distribución del Moko del Plátano en municipios de Chiapas y Tabasco, México (LaNGIF-SINAVEF).

5. IMPORTANCIA DE LA PLAGA

El Moko del plátano es considerado como uno de los problemas fitosanitarios más serios que afectan a las musáceas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo; constituye un problema potencial para aquellos países o áreas en los que está presente debido a que afecta a todos los estados de desarrollo de la planta, se disemina fácilmente y es un factor

FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

determinante en la restricción comercial de la producción obtenida (Belalcázar, 2004).

5.1. Estatus cuarentenario de la plaga en México

De acuerdo a la NIMF. N°8, la situación de *Ralstonia solanacearum* raza 2 en México es: presente sólo en algunas áreas y sujeta a control oficial (CIPF, 2006).

5.2. Área de riesgo fitosanitario

El personal del Laboratorio Nacional de Geoprocesamiento de Información Fitosanitaria (LaNGIF) del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria elaboró el mapa de riesgos de Moko del plátano; para su elaboración se tomaron en cuenta: condiciones ambientales, presencia de hospederos y epidemiología de la plaga. En la Fig.7 se observa el área que cuenta con las condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de *Ralstonia solanacearum* raza 2.

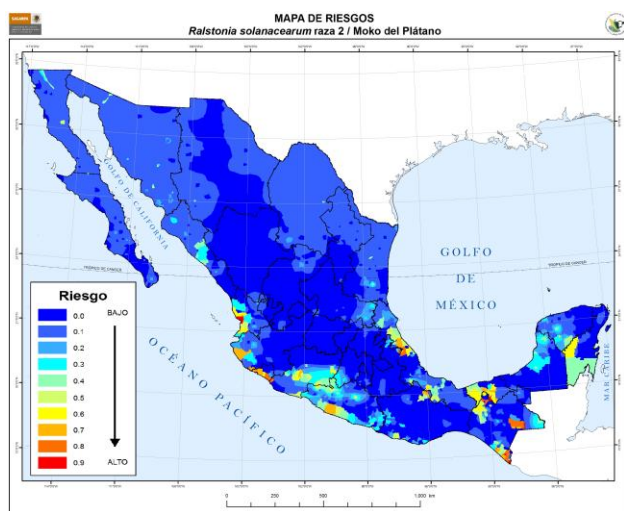


Fig. 7. Área de riesgo fitosanitario por *Ralstonia solanacearum* raza 2 (LaNGIF-SINAVEF).

5.3. Importancia económica de la plaga

En la zona de Urabá (Colombia), entre los años 1991 y 1993, se estimaron pérdidas de \$1'418,000.00 y una inversión en el manejo de Moko del plátano de 182.7 millones de pesos. Por otro lado en plataneras del departamento de Quindío (Colombia) entre noviembre de 1999 y noviembre de 2000, se estimaron pérdidas por un valor aproximado de 146.5 millones de pesos (US\$78,000) debido a la erradicación de 31,318 plantas infectadas. Mientras que el Instituto Colombiano Agropecuario, del año 1998 a 2000, consideró que las pérdidas calculadas ascendieron a \$1,584 millones de pesos aproximadamente (US\$983,400) (Belalcázar et al., 2003).

En México para el año 2008 se establecieron 79,375.14 ha, de las cuales se cosecharon 77,705.14 ha, con una producción de 2'150,800.84 ton y un valor de producción 4'514'292,000 pesos, distribuidas en 18 estados productores de los que destacan por su superficie sembrada Chiapas, Tabasco y Veracruz con 63.7% de la superficie nacional (SIAP, 2008). En 2010 se tuvo una superficie sembrada de alrededor de 82,693 ha a nivel nacional. La superficie nacional cultivada con plátano y banano se encuentra amenazada por la presencia del Moko del plátano en los estados de Chiapas y Tabasco, en caso de no continuar con las actividades de control de la enfermedad y no contar con un esquema de vigilancia epidemiológica fitosanitaria.

6. ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA

Debido a que el cultivo del plátano se encuentra distribuido en varios estados de la República



DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA
ÁREA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA



FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

Mexicana y existen las condiciones favorables para el establecimiento del Moko del plátano, en el año 2011, se establece el Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en 9 estados (Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Veracruz) con el objetivo de detectar de manera oportuna la posible diseminación de la enfermedad a través de esquemas de exploración, rutas de vigilancia y parcelas centinela a fin de establecer medidas fitosanitarias de manera oportuna para salvaguardar el cultivo en caso de detectarla.

6.1. Alerta fitosanitaria

Con el objetivo dar atención directa al público en general y de atender probables reportes de nuevos focos, la Dirección General de Sanidad Vegetal ha establecido la comunicación pública mediante el teléfono (01)-800-98-79-879 y el correo: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx.

7. ESTRATEGIAS DE CONTROL

7.1. Control cultural

Es necesario eliminar las malezas que se encuentran en predios contaminados con Moko del plátano, debido a la presencia de plantas hospedantes asintomáticas, ya que son una fuente de inóculo importante (Belalcázar *et al.*, 2003).

La bellota, o mal llamada “inflorescencia masculina” debe ser eliminada, con lo que no sólo se mejora el llenado de los frutos, también se evita la contaminación de la planta a través de insectos vectores, principalmente del orden Hymenoptera (Belalcázar *et al.*, 2003).

7.2. Control biológico

Arenas y colaboradores (2005) señalan que se realizaron tratamientos con flor de muerto *Tagetes patula* (1 kg/m²), calfos (0.5 kg/m²), y lixiviado de compostaje de plátano (2.7 L/m²). Se logró la reducción en poblaciones de la bacteria de 50.8% y 31.6% con calfos y lixiviados, respectivamente. Lo que sugiere la utilización de alternativas ecológicamente seguras, para reducir la población del patógeno en el suelo.

7.3. Control legal

El control legal del Moko del plátano se realiza a través de la NOM-068-FITO-2000, por la que se establecen las medidas fitosanitarias para combatir el Moko del plátano y prevenir su diseminación (DOF, 2000); la NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos (DOF, 2002) y la NOM-010-FITO-1995, Por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano (DOF, 1996).

7.4. Control químico

Este tipo de control solamente aplica para la prevención de la entrada y diseminación de la enfermedad en cierta área; consiste básicamente en el proceso de desinfección de las herramientas y la maquinaria agrícola, al igual que las botas y zapatos. Pueden utilizarse diferentes productos, la mayoría son de uso común en labores domésticas, como desinfectantes y blanqueadores a base de hipoclorito de sodio. Estos pueden emplearse

FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

sin diluir o diluidos al 1% de su ingrediente activo, siguiendo las instrucciones dadas por las respectivas casas fabricantes. Otro producto es la Creolina, que es un aceite esencial derivado de la hulla, puede utilizarse al 3% de producto comercial. También puede utilizarse con buen éxito el Yodo, puede emplearse al 5%; éste posee varias ventajas, como la de matar casi en forma instantánea a los microorganismos contaminantes. Un aspecto importante en el proceso de desinfección, es que los productos se degradan o volatilizan, perdiendo su efectividad, por lo que las soluciones deben ser renovadas de acuerdo con las instrucciones de las casas fabricantes (Granada, 2001).

No existe a la fecha ningún producto químico que sea capaz de sanar una planta infectada con Moko del plátano, por lo que el manejo consiste básicamente en la prevención y la erradicación cuando se presentan positivos de la enfermedad.

8. LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 1997. Plant Pathology. 4t. ed. Academic Press. San Diego, CA, USA. 635pp.
- Arenas, A., López D., Álvarez. E., Llano G. and Loke Jhon. 2005. Efecto de prácticas ecológicas sobre la población de *Ralstonia solanacearum* Smith, causante de Moko del plátano. Fitopatología Colombiana/ Vol. 28 (2): 76-80.
- Belalcázar, S., Rosales, F. E. y Pocasangre, L. E. 2003. El "Moko" del plátano y banano y el rol de las plantas hospederas en su epidemiología. En: Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos. INIBAP-MUSALAC. Guayaquil, Ecuador. PÁG. 159-179.
- Belalcázar, C.S., Rosales Franklin E. y Pocasangre L.E. 2004. El "Moko" del plátano y banano y el rol de las plantas hospederas en su epidemiología. Memorias .XVI Reunion Internacional Acorbat 2004. Publicación especial. 16-34 pp.
- Crop Protection Compendium (CABI). 2011. Global Module. CAB International. UK.
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). 2006. NIMF n°8. Determinación de la situación de una plaga en un área. FAO, Roma.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-010-FITO-1995, Por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del plátano. Publicada el Lunes 18 de Noviembre de 1996.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-068-FITO-2000, Por la que se establecen las medidas fitosanitarias para combatir el Moko del plátano y prevenir su diseminación. Publicada el Viernes 21 de Abril del 2000.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. Publicada el Miércoles 18 de Septiembre del 2002.
- French, E.R.; Sequeira, L. 2001. Fitopatología. FA030233. 20-30. 36.



DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA
ÁREA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA



FICHA TÉCNICA
Moko del plátano (moko disease)
(*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith 1896)

- Goszczyńska, T., Serfontein, J.J., Serfontein, S. 2000. Introduction to practical phytobacteriology. First edition. Safrinet. Pretoria-South Africa. 83pp.
- Granada G. A. 2001. El Moko del plátano en el departamento del Quindío. Pp. 36-42 in Memorias Seminario – Taller Manejo integrado de Sigatocas, Moko y Picudo negro del plátano en el eje cafetero. Armenia, 24 y 25 de mayo del 2001.
- Hayward, A.C.1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annual Review of Phytopathology. 29: 64-87.
- Kelman, A. 1954. The Relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to coloni appearance on a tetrazolium médium. Phytopathology. 44: 693-695
- Laboratorio Nacional de Geoprocusamiento de Información Fitosanitaria del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNGIF-SINAVEF). 2010. Moko del plátano (*Ralstonia solanacearum* raza 2).
- Liberato, J.R. y Gasparotto L. (2007). Moko diseases of banana (*Ralstonia solanacearum*). Pest and Diseases Image Library. Consultado en línea: <http://www.padil.gov.au>
- Menchán, V. V. M. 2002 Manejo integrado de plagas del plátano y el banano. Memorias XV reunión de Acorbat. Realizada en Carteagena de Indias, Colombia del 27 de Octubre al 2 de Noviembre. Consultado en línea el 23 de Agosto de 2010: http://econegociosagricolas.com/ena/files/Manejo_Integrado_de_Plagas_del_Platano_y_el_Banano.pdf
- Obregón, M. Rodríguez- Gaviria, P.A. y Salazar, M. 2008. Hospedantes de *Ralstonia solanacearum* en plantaciones de banano y plátano en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. Vol.61 no.2, Medellín July/Dec.
- Rivera, C.G. 2007. Conceptos introductorios a la fitopatología.1 reimp. De la 1. Ed.- San Jose, C.R.: EUNED. 346pp.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Consultado en línea el 05 de julio de 2010. <http://www.siap.gob.mx>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Consultado en línea el 05 de julio de 2010. <http://www.siap.gob.mx>
- Talbot N. J. 2004. Plant Pathogen Interactions. Annual Plant Reviews, Volumen 11. Pág. 92-106.

Forma recomendada de citar:

Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (DGSV-CNRF). 2011. Moko del plátano (*Ralstonia solanacearum* raza 2). Ficha técnica. SAGARPA-SENASICA. México, D.F. 8p.