



Créditos: CESAVENAY, s/a; Álvarez, 2013

FICHA TÉCNICA

No. 4 /RSR2/CNRF

Ralstonia solanacearum raza 2 (Smith, 1896)

Moko del plátano

1° Edición

Marzo 2023

IMPORTANTE: Este documento deja sin efecto versiones anteriores, que se publicaron o compartieron, como parte de las actividades del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria en apoyo a las Direcciones de Área de la Dirección General de Sanidad Vegetal; asimismo, se reitera que esta ficha técnica refleja información general sobre *Ralstonia solanacearum* raza 2.



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

MOKO DEL PLÁTANO

¿QUÉ ES?

El Moko del plátano es una enfermedad causada por una bacteria, *R. solanacearum* raza 2 (filotipo II), que coloniza y bloquea los vasos del xilema, obstaculizando el transporte de agua, causa principal de la marchitez (Petrollini *et al.*, 1986). Los síntomas que causa en plantas de banano y plátano, varían según la edad de la planta, medio de transmisión y órgano afectado (Merchán, 2002).

¿CÓMO LA RECONOZCO?

- Amarillamiento de la hoja central, la cual se torna de color amarillo-verdoso, se debilita y posteriormente se rompe al nivel de la unión del limbo con el peciolo (Figura 1A).
- Avanza la enfermedad hacia las hojas más viejas, presentan en sus bordes, bandas amarillas con márgenes oscuros (Garrido *et al.*, 2011; RADA *et al.*, 2011; Govt of Kerala, 2014).
- En hijuelos, presentan amarillamiento y flacidez en las hojas más viejas. Además de muerte de la hoja central, hacia las hojas exteriores (Figura 1B y 1C) [Jeger *et al.*, 1995].
- Al realizar un corte transversal en cormos infectados se observan bandas de color marrón o negro que corresponden a los haces vasculares infectados por la bacteria (Figura 1D) (Martínez y García, 2004).
- Pseudotallos enfermos segregan un exudado bacteriano e internamente los haces vasculares toman una coloración café-claro a café-obscura, debido al bloqueo de los vasos conductores (Figura 1E) (Martínez y García, 2004; Alvarado y Díaz, 2007).
- En cortes transversales del raquis (Figura 1D), se observan puntuaciones de color café

oscuro o marrón en la parte central; mientras que longitudinalmente, se presentan obstrucciones oscuras de haces vasculares (Martínez y García, 2004).

- En inflorescencias, el primer síntoma aparece en las brácteas de flores masculinas; las cuales se marchitan, ennegrecen, necrosan y no desarrollan [Figura 1F] (Stover, 1972).
- Los frutos presentan madurez prematura e irregular; manos y racimos se deforman y se pudren; la cáscara se agrieta, se necrosa y se desprende fácilmente; la pulpa se necrosa y se seca presentando una coloración marrón con una consistencia harinosa e inodora [Figura 1G] (Hayward y Hartman, 1994).

¿CÓMO LA BUSCO?

Plantas de la familia musáceas como el plátano son hospedantes de *R. solanacearum* raza 2 el cual es un cultivo de importancia económica presente en 17 estados del país (Cuadro 1). Asimismo, CAB International (2022), señala que, tiene como hospedantes secundarios de *R. solanacearum* raza 2: las malezas: *Euphorbia graminea*, *Blechnum pyramidatum*, *Oxalis latifolia*, *Cuphea micrantha*, *Eleusine indica*, *Gliricidia sepium*, *Lobelia xalapensis*, *Stachys lamioides*, y *Salvia afflasioccephala*, y tres son especies cultivadas como: *Colocasia esculenta* (taro), *Cucurbita maxima* (calabaza) y *Psidium guajava* (guayaba).

Cuadro 1. Producción de plátano en México

Producción	Estados	Valor de la producción
2,405,891.33 ton	Chiapas, Veracruz, Tabasco, Colima, Michoacán, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Nayarit, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, México, Hidalgo, Morelos	\$8,937.17 millones de pesos

Fuente: SIAP, 2023 con datos del 2022

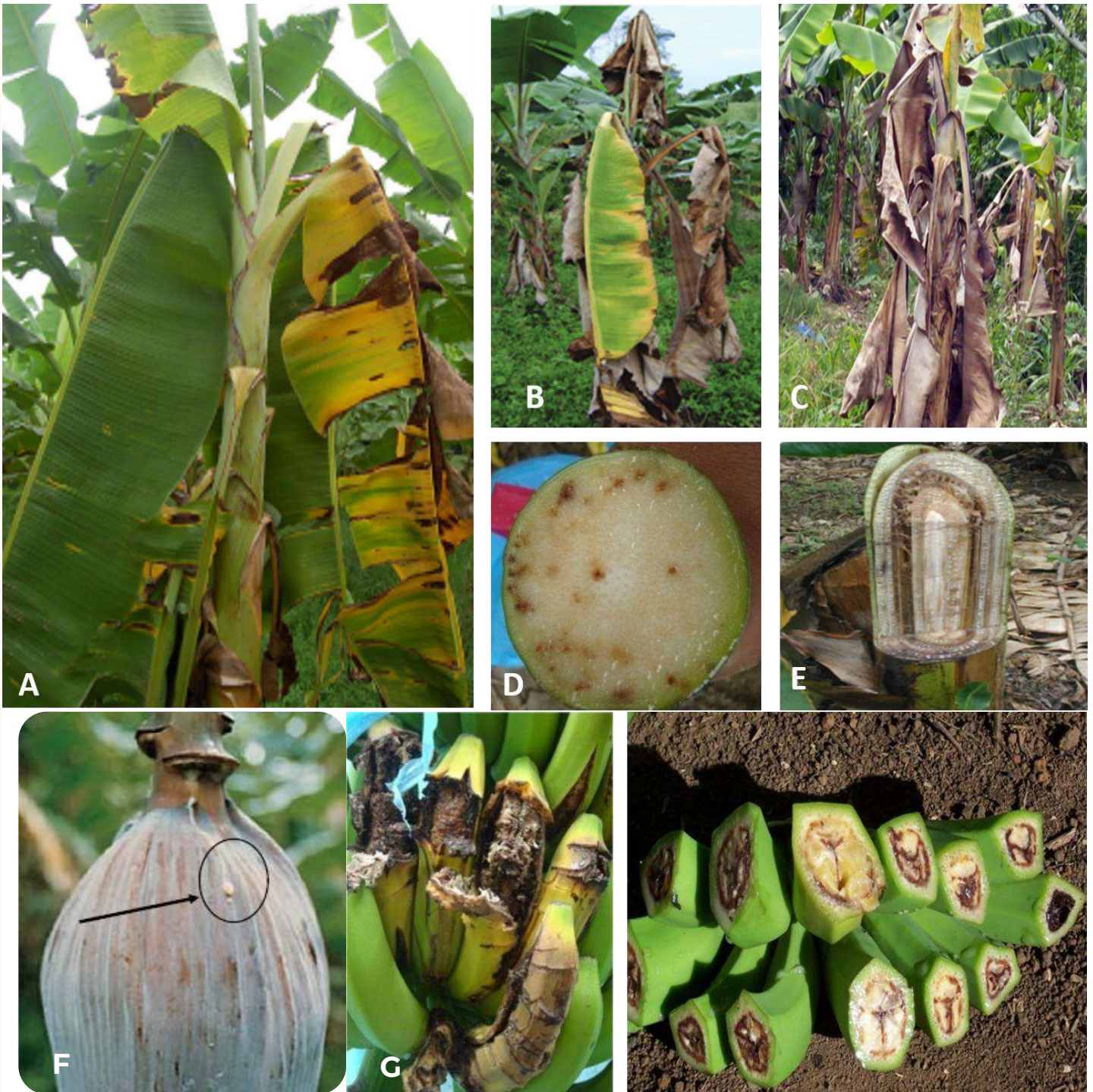


Figura 1. Síntomas de Moko del plátano. A) amarillamiento de la hoja central (Govt of Kerala, 2014), B) Muerte progresiva de hijuelos (Álvarez et al., 2015), C) Deseccación de hojas (RADA et al., 2011), D) Corte transversal del raquis con puntuaciones cafés. (CESAVETAB s/a) y E) Corte longitudinal del pseudotallo con haces vasculares color café (Curiel, s/a). F) Exudados bacterianos en brácteas (Vázquez, 2012). G) Síntomas del Moko del plátano en frutos (Créditos: CESAVETAB s/a; Marina, s/a).

La bacteria sobrevive en la rizosfera de malezas hospedantes, asimismo, puede permanecer latente en residuos de cosecha y sobrevivir varios meses en el suelo sin un hospedante hasta encontrar las condiciones apropiadas (Hayward, 1991; EPPO, 2019).

y Tobago; **América del Sur:** Brasil (Amapa, Amazonas y Bahía), Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela [EPPO, 2023].

Distribución en México

Actualmente, esta bacteria se encuentra debidamente confinada solo en 10 municipios de los estados de Chiapas y Tabasco y bajo control oficial (Figura 3, Cuadro 2)

Cuadro 2. Municipios con presencia de Moko del plátano (*R. solanacearum* raza 2) [Senasica, 2022].

Estados	Distribución nacional de <i>R. solanacearum</i> raza 2
Chiapas	Mazatán, Pichucalco, Reforma, Suchiate, Tapachula
Tabasco	Centro, Cunduacán, Huimanguillo, Tacotalpa y Teapa.



Figura 2. Vías de dispersión del moko del plátano

La infección en banano generalmente ocurre a través de las raíces o los rizomas, mientras que la infección de los plátanos generalmente ocurre a través de la inflorescencia por insectos que se alimentan de néctar y/o fruta, pájaros o murciélagos (Thwaites et al., 2000).

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

De acuerdo a la literatura, *R. solanacearum* raza 2 está presente en: **Asia:** Filipinas, India (Tamil Nadu y Bengala occidental), Indonesia, Malasia (Malasia Peninsular y Sabah), Tailandia y Vietnam; **África:** Etiopía, Libia, Nigeria, Senegal; **América del Norte:** México (Chiapas y Tabasco) (Cuadro 2), Estados Unidos (Florida); **Centroamérica:** Belice, Costa Rica, El Salvador, Granada, Guadalupe, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, San Vicente y las Granadinas, y Trinidad



Figura 3. Distribución nacional del Moko del plátano
Créditos: Senasica 2022.

IMPACTO ECONÓMICO

Esta enfermedad ha causado pérdidas en cultivos de banano y plátano en algunas regiones del Centro, Sudamérica y Caribe. Es de gran importancia, debido a su amplio rango de

hospedantes, fácil diseminación, alta variabilidad genética y difícil manejo (Valencia *et al.*, 2014).

Puede ocasionar daños de hasta el 100 % en áreas de producción si no se aplican las medidas adecuadas de manejo. En Colombia, ocasionó pérdidas de hasta el 100 %, debido a la falta de opciones para el control y erradicación de la enfermedad, y donde el material vegetal de plantación, principalmente semillas, que constituían la principal fuente de infección hacia zonas libres de la plaga, además que, en áreas afectadas, la enfermedad se extendió a lo largo de los principales ríos (CIAT, 2015; Sotomayor, *s/a*; Álvarez *et al.*, 2015). Posteriormente se diseñó y validó un protocolo de manejo para áreas afectadas por la enfermedad del Moko, con excelentes resultados (CIAT, 2015). Las actuales estrategias de manejo del Moko del plátano en los cultivos se enfocan en prevenir la introducción de la bacteria a través de cualquier medio de diseminación y/o erradicar cualquier planta infectada.

TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA SU DIAGNÓSTICO O IDENTIFICACIÓN

El protocolo de identificación de *R. solanacearum* raza 2 que se ha estandarizado en el Laboratorio de Bacteriología del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, consiste en la utilización de varias técnicas de diagnóstico que al aplicarlas de manera secuenciada y combinada proporcionan resultados confiables. Las pruebas consisten en: 1) aislamiento de la bacteria en medios de cultivo selectivos y semiselectivos (Agar nutritivo, B de King, Casaminoácidos-Peptona-Glucosa, entre otros) a partir de tejido enfermo de plátano; 2) identificación y/o caracterización morfológica, bioquímica y fisiológica; 3) determinación de patogenicidad en *Nicotiana tabacum*; 4) pruebas de ELISA directa

con anticuerpos monoclonales y PCR con los iniciadores específicos 759/760 y Nmult21:2F/Nmukt22: RR. Para la confirmación del diagnóstico, se obtienen las secuencias de los productos de PCR y se realiza el análisis bioinformático de las mismas. El aislamiento de la bacteria también se puede realizar a partir de suelo y las pruebas de ELISA y PCR a partir de colonias puras o de tejido enfermo (CNRF, 2012; Obrador-Sánchez *et al.*, 2017).

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

La bioseguridad juega un papel importante para la prevención de la plaga en áreas donde no está presente y para mitigar los daños en áreas donde si está presente.:

- Utilizar barreras de señalización para restringir el movimiento de personas dentro de las plantaciones.
- Llevar registros de personas que ingresan.
- Prohibido el ingreso a personas ajenas a las plantaciones.
- Contar con una zona específica para el estacionamiento de vehículos de visitantes y empleados, incluidas motos y bicicletas.
- Proporcionar calzado específico y ropa para todo el personal de la finca y otros visitantes.
- Establecer instalaciones de lavado para la desinfestación.
- Desinfestar herramienta, equipo y maquinaria con sales cuaternarias de amonio.
- Capacitar periódicamente sobre la enfermedad a los trabajadores.
- Manejo de suelos: suelos drenados, aireados y suficiente materia orgánica, además de una buena fertilización del cultivo.
- No transportar suelo ni material vegetal infectado.
- A la entrada de las áreas con presencia de la enfermedad establecer pediluvios para la

desinfestación del calzado. Sales cuaternarias de amonio + cobre, dosis de 1,000 ppm o también de 250 a 300 mL/20 litros de agua, adicionando colorante (rodamina).

MANEJO FITOSANITARIO

Control cultural

Las principales prácticas culturales de manejo de la enfermedad implican:

- Utilización de material “semilla” sano.
- Detección temprana de las plantas infectadas
- Control de focos de infección.
- Desinfección de herramientas utilizadas en la plantación.
- Control de malezas, rotación de cultivos, solarización y aireación del terreno en épocas secas.
- Realizar los muestreos permanentes para determinar el nivel de incidencia presente.
- En plantaciones donde la enfermedad ya está establecida, las flores masculinas deben de ser continuamente removidas, posterior a la emisión de la última mano (Pradhanang et al., 2003).
- No realizar zanjas de drenaje en las áreas donde se tengan focos de infección, a fin de impedir que el agua entre y disemine el material enfermo.
- No extraer ni movilizar plantas enfermas dentro y fuera de la plantación.
- No arrojar las plantas infectadas a drenes o ríos, ya que al realizar esta práctica se propicia a la dispersión de la bacteria.
- De acuerdo a Patricio et al. (2005) puede emplearse la solarización como una medida de control. La solarización del suelo empleando una cobertura plástica negra.

Campaña contra moko del plátano

Con el fin de preservar los sitios de producción sin presencia de moko del plátano, en México se realizan acciones de exploración, muestreos en sitios donde está presente la enfermedad y se encuentra bajo control oficial, para determinar el nivel de incidencia, control de focos de infección, seguimiento de brotes erradicados, así como actividades de capacitación a productores y técnicos involucrados en el manejo del cultivo del plátano (Senasica, 2022).

Control de focos de infección

- Establecer un solo punto de acceso y salida para el ingreso a la finca delimitada.
- Delimitar el área afectada.
- Erradicación de todas las plantas ubicadas en un radio de 5-10 m a partir del foco inicial.
- Inyectar de manera inclinada 25 mL de herbicida sin diluir, distribuidos en 5 puntos del pseudotallo a las plantas adultas (planta madre) y a las asintomáticas, mientras que, a los hijuelos (los brotes de la planta madre) solo se les inyectarán 5 mL.
- 20 días después de la aplicación del herbicida se cortan las plantas (incluyendo cormos, frutos, hojas, rizomas y raíces), posteriormente se removerá todo el suelo donde se encontraba la planta enferma y se aplicará un producto bactericida. Se procederá a cubrir el área tratada con un plástico por espacio de 15 a 30 días, al cabo de este periodo se retira el plástico.
- Realizar un canal o zanja alrededor, con el objeto de evitar el escurrimiento del material contaminado, derivado de efectos de lluvia o del propio material infectado.
- Posterior a realizar el manejo de los focos de infección, los sitios de producción deberán visitarse de manera quincenal durante 6

meses, a fin de detectar oportunamente nuevos brotes.

- Dejar un periodo libre del cultivo y malezas, al menos por 6 meses en el sitio de detección

LITERATURA CITADA

Alvarado AN, Díaz M. 2007. Guía práctica de plagas y enfermedades en plátano y guineo. Servicio de Extensión Agrícola. Colegio de Ciencias Agrícolas. Puerto Rico. 39 p. En línea: [https://projects.ipmcenters.org/Southern/Public/V](https://projects.ipmcenters.org/Southern/Public/ViewReportDoc.cfm?filename=4889523%5F778763%2EPDF) [iewReportDoc.cfm?filename=4889523%5F778763%2EPDF](https://projects.ipmcenters.org/Southern/Public/ViewReportDoc.cfm?filename=4889523%5F778763%2EPDF) fecha de consulta: marzo de 2023

Álvarez E, Pantoja A, Gañán L, Ceballos G. 2015. Current Status of Moko Disease and the Caribbean, and Options for managing Them. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 40 p. -- (CIAT publication No. 404). E-ISBN (CIAT): 978-958-694-147-1. En línea: <http://www.fao.org/3/a-i3400e.pdf>

CAB International. 2022. *Ralstonia solanacearum* race 2 (moko disease). Crop Protection Compendium. Global Module. CAB International. United Kingdom. Consultado en línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/44999> Fecha de consulta: marzo 2023.

CIAT. 2015. Current Status of Moko Disease and Black Sigatoka in Latin America and the Caribbean, and Options for Managing Them E-ISBN 978-958-694-147-1

CNRF. 2012. Protocolo de diagnóstico de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (filotipo II) causante del Moko del plátano. SAGARPA-SENASICA. Estandarizado en proceso de revisión. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. México. 30p.

EPPO. 2023. PQR-EPPO. *Ralstonia solanacearum* race 2. (PSDMS2) Distribution Moko diseases. Database. European and Mediterranean Plant Protection Organization

(EPPO). En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/PSDMS2/distribucion> Fecha de consulta: marzo de 2023.

Garrido RER, Hernández GE, Noriega CDH. 2011. Manual de producción de banano para la región del soconusco. Estrategias para el manejo de la Sigatoka negra. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 32 p. En línea:

<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3303/ManualdeproducciondebananoparalaregiondelSoconusco.pdf?sequence=1>

Govt of Kerala. 2014. *Pseudomonas solanacearum* (Syn. *Ralstonia solanacearum*). Crop Pest Surveillance, System Online Plant Clinic. En línea: <http://www.cpsskerala.in/OPC/pages/bananaDiseaseMoko.jsp>

Hayward AC. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annual Review of Phytopathology, 29: 64-87. DOI: 10.1146/annurev.py.29.090191.000433.

Hayward AC, Hartman GL. 1994. Bacterial Wilt: The Disease and its Causative Agent *Pseudomonas solanacearum*. CAB Internacional in association with AVRDC, Wallingford, UK.

ICA. 2013. Moko disease a threat to Colombian banana costs. Colombian Agricultural Institute (ICA). En línea: <http://www.freshfruitportal.com/news/2013/01/28/moko-disease-a-threat-to-colombian-banana-costs/>

Jeger MJ, Eden-Green S, Thresh JM, Johanson A, Waller JM, Brown AE. 1995. Banana diseases. 316-381pp. in Bananas and Plantains (S. Gowen, ed.). Chapman and Hall, London Uk.



Merchán V. 2002. Manejo integrado de plagas del plátano y el banano. En: Memorias. XV Reunión Internacional Acobat. Cartagena de Indias, Colombia. 27 de octubre al 2 de noviembre.

Martínez AG, García FR. 2004. Manejo de la enfermedad del Moko o ereke en el cultivo del plátano para la Orinoquia colombiana. Corpoica regional dos. En línea: http://turipana.org.co/manejo_enfermedad_moko.htm

Obrador-Sánchez JA, Tzec-Simá M, Canto-Canché B, Higuera-Ciapara I. 2017. Techniques for isolation, identification and molecular characterization of Moko disease-related *Ralstonia solanacearum* strains. Revista Mexicana de Fitopatología, 35(3): 509-533. En línea: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v35n3/2007-8080-rmfi-35-03-00509.pdf>

Patricio FRA, Almeida IMG, Santo AS, Cabral O, Tessariolin J, Sinigaglia C, Berian LO S, Rodrigues NJ. 2005. Avaliação da solarização do solo para o controle de *Ralstonia*. Fitopatologia Brasileira 30(5): 475-481. En línea: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v30n5/26143.pdf>

Pradhanang PM, Momol MT, Olson SM. 2003. Effects of plant essential oil on *Ralstonia solanacearum* population density and bacterial wilt incident in tomato. Plant Disease, 87(4): 423-427. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.4.423>.

Petrollini B, Quaroni S, Saracchi M. 1986. Scanning electron microscopy investigations on the relationships between bacteria and plant tissues. II. Investigations on the initial processes of *Pseudomonas solanacearum* pathogenesis. Rivista di Patologia Vegetale, 22(2): 100-115. En línea: <https://www.jstor.org/stable/pdf/42556904.pdf>
Fecha de consulta: marzo de 2023

RADA. 2011. Moko. Disease of Banana & Plantain. Rural Agricultural Development Authority

(RADA). En línea: http://www.moa.gov.jm/PlantHealth/data/Moko_disease_banana_plantain.pdf Fecha de consulta: marzo 2023.

Senasica. 2022. Campaña contra moko del Plátano. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/722380/02_INFORME_FEBRERO_2022.pdf
Fecha de consulta: marzo de 2023.

SIAP. 2023. Cierre de producción agrícola por cultivo (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). En Línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: marzo de 2023.

Sotomayor HI. s/a. Moko del plátano prevención y manejo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). En línea: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/presentaciones-iniap.pdf> Fecha de consulta: marzo de 2023.

Stover, RH. 1972. Banana plantain and abaca disease. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. 316 p.

Thwaites R, Eden-Green SJ, Black R. 2000. Diseases caused by bacteria. Moko. In: Diseases of Banana, Abacá and Enset. D.R. Jones (Ed). CAB International; 213-221.

Valencia VL, Álvarez CE, Castaño ZJ. 2014. Resistencia de treinta y cuatro genotipos de Plátano (*Musa AAB*) y banano (*Musa AAA*) a cinco cepas de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith). Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Agron. 22(2): 21 - 34, 2014. ISSN 0568-3076. En línea: [http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia22\(2\)_3.pdf](http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia22(2)_3.pdf) fecha de consulta: marzo de 2023.

Forma recomendada de citar:

DGSV-DCNRF. 2023. Moko del plátano (*Ralstonia solanacearum* raza 2). Sader-Senasica. Dirección



General de Sanidad Vegetal-Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. Tecámac, Estado de México. 8 p.

Nota: Las imágenes contenidas son utilizadas únicamente con fines ilustrativos e informativos, las cuáles han sido tomadas de diferentes fuentes otorgando los créditos correspondientes.



DIRECTORIO

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Director en Jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y
Calidad Agroalimentaria

Ing. Francisco Javier Calderón Elizalde

Director General de Sanidad Vegetal

Ing. Francisco Ramírez y Ramírez

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

M.C. Guillermo Santiago Martínez

© 2022 Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

<https://www.gob.mx/senasica>

Este documento fue elaborado por la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), no está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la DGSV.