

Plátano

(*Musa AAB*)

Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca



Martha Marina Bolaños Benavides

Plátano

(*Musa AAB*)

Plátano

(*Musa AAB*)

Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca

Martha Marina Bolaños Benavides

Luis Gabriel Bautista Montealegre

William Andrés Cardona

Huberto Morales Osorno

Diego Alejandro López Melo

Adriana Carolina Peña Holguín

Plátano (*Musa AAB*): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca / Martha Marina Bolaños Benavides, Luis Gabriel Bautista Montealegre, William Andrés Cardona, Huberto Morales Osorno, Diego Alejandro López Melo y Adriana Carolina Peña Holguín – Bogotá, D. C. : Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2, 2020.

130 páginas ; ilustraciones ; 24cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN-e: 978-958-794-378-8

ISBN obra impresa: 978-958-794-377-1

PALABRAS CLAVE: Manejo y conservación de suelos, Selección de semilla de plátano, Manejo eficiente de la fertilización integrada en plátano, Manejo agronómico del cultivo de plátano, Cosecha y poscosecha del cultivo de plátano, Costos de producción del cultivo de plátano

CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL CTA-2
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ
Calle 44 N.º 45-67
Unidad Camilo Torres
Edificio 826 Bloque A-1
Oficina 101
Teléfono (57-1) 316 5000 Extensión 10248
Bogotá, D. C. Colombia
Código postal: 111321

Impreso en Bogotá, D. C., Colombia
Printed in Bogota, D. C., Colombia

PREPARACIÓN EDITORIAL
Mesa Editorial
Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

GESTOR DE CONTENIDOS:
Luis Gabriel Bautista Montealegre

DISEÑO Y DESARROLLO CONT_EXT:
Andrés Conrado Montoya Acosta

CITACIÓN SUGERIDA: Bolaños-Benavides, M., Bautista-Montealegre, L., Cardona, W., Morales-Osorno, H., López-Melo, D. y Peña-Holguín, A. (2020). Plátano (*Musa AAB*): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Bogotá, D. C.: Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.

CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD: CTA-2 no es responsable de las opiniones e información contenidas en el presente documento. Los autores se adjudican exclusiva y plenamente la responsabilidad sobre su contenido, ya sea propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la autorización de terceros para su publicación; adicionalmente, los autores declaran que no existe conflicto de interés con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



Esta obra se distribuye con una licencia *Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International* (CC-BY-SA 4.0)
Se puede consultar en la dirección <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

*Dedicado a todas las personas
que trabajan la tierra*

Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Entidad Ejecutora:

Gobernación de Cundinamarca

Nicolás García Bustos

Gobernador

Comité Directivo

Gobernación de Cundinamarca

Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación

Nelly Yolanda Russi Quiroga

Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

César Augusto Carrillo Vega

Director de Economía Rural y Abastecimiento Alimentario

Universidad Nacional de Colombia

Vicerrectoría de Investigación

Hernando Guillermo Gaitán Duarte

Director de Investigación y Extensión Sede Bogotá

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Centro Tibaitatá

Juan Diego Palacio Mejía

Director

**Comité Técnico Científico
Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2**

Gobernación de Cundinamarca
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación

John Jairo González Rodríguez

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.
Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

Andrea Campuzano Becerra

Universidad Nacional de Colombia
Dirección de Investigación y Extensión – Sede Bogotá

Bethsy Támara Cárdenas Riaño

Jefe de la División de Investigación

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Centro Tibaitatá

Carlos Alberto Herrera Heredia

Coordinación de Innovación Regional

Directora de proyecto

Ingritts Marcela García Niño

Supervisor

Diego Mauricio Salas Ramírez

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una estrategia de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, en la cual participan actores directivos del sector agropecuario y agroindustrial de Cundinamarca y Bogotá, D. C., con el fin de aunar esfuerzos en actividades de desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sus capacidades están orientadas a la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, que permitan la transferencia tecnológica al sector agropecuario y agroindustrial.

El presente documento es resultado del Subproyecto “Validar estrategias tecnológicas disponibles en los sistemas productivos de plátano y yuca, mediante la implementación de 9 parcelas de investigación participativa agropecuaria (pipas) en municipios productores del departamento de Cundinamarca”, desarrollado en el marco del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, Proyecto “Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oriente”, suscrito por la Gobernación de Cundinamarca, a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación; la Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico; la Universidad Nacional de Colombia, y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, antes Corpoica). El Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 es financiado con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Contenido

Introducción	17
Diagnóstico del sistema productivo	19
Generalidades del cultivo	21
Producción	21
Mercado	22
La planta de plátano	22
Ciclo del cultivo	25
Edafoclimatología	27
Temperatura y altitud	27
Precipitación y humedad	27
Movimientos atmosféricos	28
Requerimientos edáficos	29

Material de siembra	31
Selección del material de siembra	31
Preparación del material	32
Multiplicación	32
Estimulación de brotes	34
Instalación de viveros	36
Conservación de suelos y establecimiento del cultivo	39
Preparación del terreno	39
Trazado	40
Ahoyado	42
Manejo eficiente de la fertilización integrada	45
Toma de muestras para análisis químico del suelo	45
Propiedades químicas de los suelos	47
Nutrición y deficiencias nutricionales	49
Fertilización química y orgánica	53
Formas de aplicación de fertilizante	55
Épocas de aplicación de fertilizante	56
Manejo agronómico del cultivo	59
Manejo de arvenses	59
Descoline o deshije	63
Desguasque o descalcete	64
Destronque y repique	65
Deshoje y despunte	65
Apuntalamiento y amarre	67

Manejo integrado de enfermedades	69
Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet) y sigatoka amarilla (<i>M. musicola</i> Leach)	70
Bacteriosis (<i>Dickeya chrysanthemi</i>)	73
Virus del mosaico del pepino (<i>Cucumber mosaic virus</i>) y virus del rayado del banano (<i>Banana streak virus</i>)	75
Moko de plátano (<i>Ralstonia solanacearum</i> Raza 2)	78
Elefantiasis	84
Nematodos fitoparásitos	85
Manejo integrado de insectos plaga	87
Complejo de picudos (<i>C. sordidus</i> , <i>M. hemipterus</i> y <i>M. hebetatus</i>)	88
Manejo integrado del complejo de picudos	91
Gusano tornillo (<i>Castniomera humboldti</i>)	96
Cosecha y poscosecha	99
Labores precosecha	99
Labores de cosecha o recolección	100
Transporte del racimo en finca	102
Acopio del racimo en finca	103
Acondicionamiento en finca	105
Empaque de plátano	109
Cargue en vehículos para despacho	110
Características fisicoquímicas y composición nutricional de plátano en Cundinamarca	112
Costos de producción	115
Consideraciones	115
Referencias bibliográficas	119

Agradecimientos y colaboradores

Los autores expresan especial agradecimiento a:

Sebastián David García Guzmán, pasante de Ingeniería Agronómica.

Leidy Nathalia Rodríguez Mancera, pasante de Ingeniería Agronómica.

Vivian Nicole Pérez Cortes, pasante de Ingeniería Agronómica.

Lina María Castillo Tibavisco, pasante de Ingeniería Agronómica.

Jorge Iván Corzo Estepa, ingeniero agrónomo.

A los productores y asociaciones de productores de plátano de los municipios de Chaguaní, La Palma, La Vega y Viotá. Sin su valiosa ayuda no se hubiera podido llevar a cabo el subproyecto.

Al personal técnico y administrativo de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá, que apoyó el desarrollo del subproyecto.

Al Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, proyecto “Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oriente”.

A la Secretaría de Ciencia y Tecnología e Innovación del departamento de Cundinamarca, la Alcaldía de Bogotá a través de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico y la Universidad Nacional de Colombia.

Introducción

El plátano es una planta monocotiledónea (Liliópsida) y junto al banano ocupan el cuarto lugar en el mundo entre los cultivos más importantes, después de cereales como el maíz, el arroz y el trigo (Canto et ál., 2015). Existen dos sistemas productivos para el cultivo de plátano. El primero corresponde a monocultivos dedicados a la producción para mercados especializados, tanto nacionales como internacionales, pertenecientes a grandes empresas ubicadas principalmente en la zona de Urabá, la cual se destaca por participar con el 5 % de las exportaciones. Por otro lado, el segundo sistema hace referencia a cultivos asociados, principalmente café, cacao y frutales, y se caracteriza por ser un sistema sostenible, de agricultura familiar y/o de pequeños productores que fundamentan su actividad agrícola en el autoconsumo y la venta de productos a los mercados de abastecimiento local (S. Belalcázar, Salazar, Cayón, Lozada, Castillo y Valencia, 1991).

Generalmente, los productores con áreas pequeñas, dedicados a la producción de plátano asociado con otros cultivos, dan prioridad al cultivo principal y dejan de lado las tecnologías generadas para el plátano, por lo cual son poco implementadas.

En el mercado existe gran inestabilidad de los precios y diferencias entre los ingresos de los productores y el valor al cual compran los consumidores finales, influenciados en parte por la distancia de las unidades productivas al centro de acopio, el tipo de productor y, sobre todo, por la acción de los intermediarios dentro de la cadena productiva.

Lo anterior, sumado a las problemáticas relacionadas con el cambio climático, presión de plagas y enfermedades, erosión del suelo y baja asistencia técnica en las parcelas de los pequeños productores, conlleva a plantear trabajos en aras de promover el desarrollo de estrategias para la generación, transferencia y adopción de tecnología en este sistema productivo agrícola, ya que su producción hace parte fundamental de la sostenibilidad de las unidades agrícolas familiares, así como de los mercados locales, impulsando el mantenimiento de la seguridad alimentaria de las diferentes regiones del país.

Por tal razón, dentro del marco del proyecto del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 y el subproyecto “Validación de estrategias tecnológicas disponibles para los cultivos de plátano y yuca mediante la implementación de la metodología PIPA en el departamento de Cundinamarca” (que en adelante se denominará Subproyecto Plátano y Yuca), se realizó la instalación de Parcelas de Investigación Participativas Agropecuarias (PIPA), con el fin de validar opciones tecnológicas que permitan mejorar las condiciones productivas de los cultivos, bajo un entorno de aprendizaje mutuo y actividades de transferencia de tecnología. Esto permitió la elaboración del presente documento, recomendado para las condiciones productivas del departamento de Cundinamarca; sin embargo, las recomendaciones de manejo incluidas pueden llegar a ser validadas y adaptadas a otras zonas agroecológicas donde se cultiva plátano.

Diagnóstico del sistema productivo

El Subproyecto Plátano y Yuca priorizó los municipios de Viotá, La Palma, La Vega y Chaguaní de acuerdo con el área sembrada y cosechada de plátano, así como la producción generada, la receptividad de los productores y la cercanía entre estos. Se realizó un diagnóstico participativo, para el cual se caracterizaron a 215 productores y se identificaron las limitantes técnicas del sistema productivo en los municipios antes mencionados.

De acuerdo con el diagnóstico, los municipios en mención cuentan aproximadamente con 3865 ha sembradas con plátano, las cuales equivalen a 32 % del área cultivada del departamento, siendo esta de aproximadamente 12 173 ha según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2015). No obstante, el área comprometida por parte de los productores vinculados fue de 381,6 ha que corresponden al 10 % del área total sembrada en los cuatro municipios.

Las mayores debilidades identificadas se concentraron en las prácticas culturales del cultivo, seguidas por la falta de uso de análisis de suelos y la comercialización. Las oportunidades se centraron en la capacidad de uso de créditos bancarios y la disposición para hacer parte de proyectos de investigación y transferencia de tecnología; es de resaltar la importancia de la asociatividad en algunos municipios, lo que permitiría acceder más fácilmente en un futuro a las dos oportunidades.

La principal fortaleza hace mención a la propiedad de los predios, que en conjunto puede permitir un mayor aprovechamiento de las oportunidades antes

mencionadas, siendo más sencillo el acceso al crédito para los propietarios del predio. Esto, a su vez, permite una mejor adopción de las nuevas prácticas.

Finalmente, la principal amenaza encontrada son los problemas fitosanitarios ocasionados por hongos, bacterias, virus, nematodos e insectos que causan lesiones al cultivo y lo llevan a la pérdida total cuando no se controlan. Así también los estreses abióticos, que no son controlables por el productor y causan daños cuando se presentan. Sumado a estas situaciones, existe un desconocimiento de los productores sobre las estrategias de manejo empleadas para el control de estos.

Una vez desarrollado el diagnóstico, y con el fin de validar las opciones tecnológicas que permitieran mejorar las condiciones productivas de los cultivos de plátano, se formalizaron convenios con seis productores para la instalación de las PIPA en las veredas Bajo Ceilán y Mogambo en el municipio de Viotá; Chupal y Hoya Grande en el municipio de La Vega; Montefrío en el municipio de Chaguaní y Hoya de Tudela en el municipio de La Palma.

Para la postulación de los productores vinculados al proyecto, entre los posibles candidatos en cuyas fincas se establecería cada PIPA se escogieron los que tenían parcelas con condiciones agroclimáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo, equidistantes con respecto a los demás predios de productores vinculados al Subproyecto Plátano y Yuca, y preferiblemente con vías de acceso adecuadas para la movilización del personal e insumos agropecuarios. Por otro lado, el productor escogido debió manifestar completa disponibilidad para implementar las tecnologías, ser receptivo y estar dispuesto a realizar las labores asignadas en el desarrollo de la PIPA e, igualmente, permitir la realización de eventos de transferencia de tecnología en esta.

Generalidades del cultivo

Producción

La producción mundial de plátano es de 31 millones de toneladas, con Uganda como el mayor país productor, seguido por Camerún y Ghana (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [SINAGAP], 2017). En 2015 Colombia ocupó el segundo lugar en la producción de plátano AAB, con 2 657 910 t (Lescot, 2015). Según el último Censo Nacional Agropecuario de Colombia realizado en 2016, los departamentos de Antioquia, Tolima, Meta, Cesar y Córdoba contribuyen con 14,8 %, 11,1 %, 12,3 %, 3,8 % y 5,1 % respectivamente, y sumados representan el 47 % de la superficie total cosechada con plátano.

En el departamento de Cundinamarca se encuentran sembradas 12 173 ha con plátano, las cuales cuentan con un rendimiento promedio de 7 toneladas por hectárea (DANE, 2015). En este sentido, las familias que cultivan este frutal corresponden a 22 399 Unidades Productivas Agropecuarias (UPA), término que a la vez hace referencia a superficies de tierra mínimas dedicadas total o parcialmente a la producción de este frutal.

El área sembrada con plátano en el departamento presentó un crecimiento entre los años 2010 a 2014 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016); su producción se concentró en nueve de los 116 municipios del departamento, y fue desarrollada en su totalidad por pequeños productores, para quienes es

considerado como un cultivo de alta importancia por ser su principal fuente de ingresos. En este sentido, municipios como La Palma y Chaguaní pasaron de tener sembradas 135 ha y 607 ha, respectivamente, en 2009, a reportar 2040 ha y 837 ha, respectivamente, en 2012 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2013). Adicionalmente demostraron potencial productivo al representar los mayores rendimientos del departamento (DANE, 2015).

Mercado

El clon más sembrado en el departamento de Cundinamarca es el Dominico Hartón, que puede ser cultivado desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm, sin que se afecte el tamaño del racimo y la calidad de la fruta. Según la altitud, la duración del ciclo vegetativo varía de 10 a 12 meses a 20 msnm y pasa de 16 a 18 meses a 1350 msnm (S. Belalcázar et ál., 1991).

Según el diagnóstico realizado al sistema productivo en los municipios de influencia del Subproyecto Plátano y Yuca, los productores comercializan el producto final mediante intermediarios, plazas de mercado y en menor proporción para autoconsumo. El clon sembrado en el departamento se utiliza ampliamente en la alimentación humana para la preparación de sopas y trozos fritos (S. Belalcázar et ál., 1991).

La planta de plátano

La planta de plátano es originaria del sudeste asiático, incluyendo India, Tailandia y Australia. El plátano es considerado como un producto básico de la canasta familiar, fuente de empleo e ingresos en muchos países tropicales y subtropicales. Los clones más cultivados en Colombia son: Dominico Hartón, Dominico, Hartón, Pelipita, Morado, Cachaco, Popocho, Pompo, Maqueño, Guineo y Trucho (Carranza, Cruz, Cayón y Argüello, 2007).

Botánicamente, la planta es de tipo herbácea, perenne, perteneciente a la familia de las musáceas. Está compuesta por un cormo o tallo subterráneo del cual se originan las raíces, las yemas laterales o “hijos” y las vainas (pecíolos) de las

hojas; los pecíolos se distribuyen en espiral alrededor del cormo, dando lugar al pseudotallo de la planta y por cuyo centro crecen los ejes florales (inflorescencia) (León, 2000; Soto, 2008) (Figura 1).

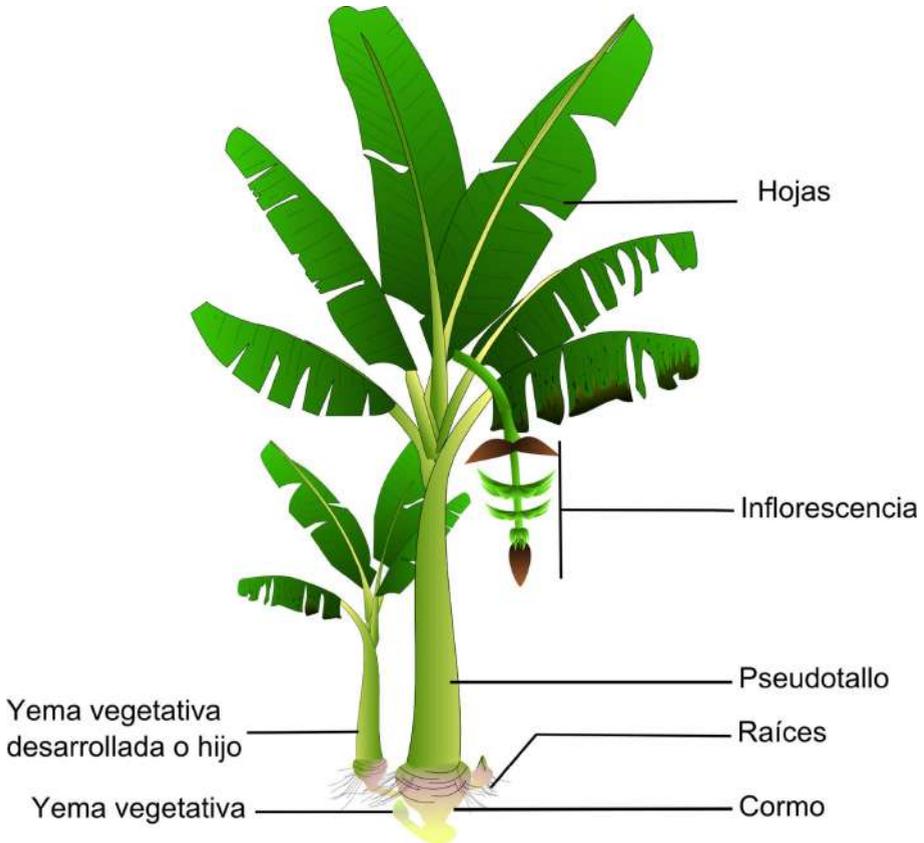


Figura 1 Partes de la planta de plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Raíces: el sistema de raíces le permite a la planta tomar agua y nutrientes del suelo. La planta de plátano posee un sistema de raíces adventicias que se forman a partir del cormo en grupos de 3 o 4. Las raíces poseen forma de cordón con un diámetro que oscila entre 5 y 10 mm, que va disminuyendo a medida que se aleja de su base, y pueden alcanzar una longitud hasta de 5 a 10 m, si su crecimiento no es obstaculizado (Soto, 2008; Swennen, De Langhe, Janssen y Decoene, 1986).

Cormo: es un tallo que desarrolla hojas en su parte superior y raíces adventicias en la parte inferior (Figura 1). Los nudos de donde emergen las hojas se encuentran agrupados, extendiéndose y bordeando el cormo (Soto, 2008). La forma del cormo depende de la textura del suelo, y varía desde cónica en suelos con alto contenido de arcillas, a cilíndrica en suelos livianos.

Seudotallo: conformado por los pecíolos (vainas) de las hojas que emergen del cormo y lo rodean, se superponen y extienden formando una estructura cilíndrica (Figura 1). Cumple la función de transportar y reservar agua y nutrientes, además de dar soporte a las láminas de las hojas y la inflorescencia (Soto, 2008; S. Belalcázar et ál., 1991).

Hojas: compuestas por la nervadura central, nervaduras laterales y el limbo. Cada pecíolo, vaina o “calceta” se adelgaza formando un canal conductor de agua en el centro de la hoja, dando lugar al pseudopecíolo, el cual sostiene la hoja y la nervadura central (Figura 1) (S. Belalcázar et ál., 1991). La lámina foliar presenta una forma ovalada, el limbo en sentido longitudinal presenta mayor grosor en la parte media de la lámina foliar y su color depende en gran medida del estado nutricional del cultivo (S. Belalcázar et ál., 1991). En total una planta de plátano puede llegar a producir entre 36 y 40 hojas, y dependiendo del estrés ejercido sobre la planta, el tipo del clon y el estado nutricional del cultivo, en promedio el plátano emite generalmente una hoja cada nueve días (Soto, 2008).

Inflorescencia o racimo: la inflorescencia se origina de la parte superior del cormo y asciende hasta emerger del centro delseudotallo, donde toma una trayectoria curva hacia el suelo (Figura 1). Las flores femeninas dan origen a los frutos y se encuentran en la parte superior del racimo; presentan un ovario bien desarrollado y estambres sin anteras. Las flores masculinas presentan un ovario pequeño y anteras bien desarrolladas. El cubrimiento de las flores femeninas con las brácteas se da hasta que inicia el llenado de los ovarios femeninos, frutos o “dedos”, momento en el cual se desprenden las brácteas [S. Belalcázar et ál., 1991] (Figura 2), desarrollando los frutos sin necesidad de fecundación y sin semillas (frutos partenocárpicos) (Soto, 2008).

Colinos hijos: cada una de las hojas formadas en el cormo protege una yema lateral vegetativa, la cual puede dar lugar a un futuro “hijo” (Figura 1) que, una vez brotado, limita su desarrollo por la dominancia apical de la planta madre, la

cual a su vez disminuye al generar el corte de cosecha (S. Belalcázar et ál., 1991). En este sentido, un cormo puede producir tantas yemas vegetativas como el número de hojas emitidas, es decir de 36 a 40, según la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (Coto, 2009). Sin embargo, generalmente brotan dos o tres yemas laterales de la parte media o superior del cormo (Champion, citado en Soto, 2008). Esta fase de desarrollo está determinada por la edad de la madre y el tipo de clon (Soto, 2008).

Ciclo del cultivo

Fase vegetativa: tiene una duración de seis a siete meses y transcurre desde la siembra del cormo hasta la diferenciación floral, emitiendo durante esta fase entre 16 y 20 hojas. Durante esta etapa está incluida la brotación, formación de raíces, producción y crecimiento deseudotallo e inicio de la diferenciación floral (Aranzazu et ál., 2002).

Fase reproductiva: inicia con la diferenciación floral y la formación de las flores masculinas y femeninas. Puede ocurrir cuando la planta ha emitido 16 a 20 hojas y va hasta la aparición de la bellota o floración, tiempo en el cual la planta emite entre 18 y 20 hojas más, presentando una duración total de entre cuatro y cinco meses (S. Belalcázar et ál., 1991).

Fase productiva: tiene una duración de 14 a 16 semanas y va desde la aparición de la bellota hasta el momento de cosecha del racimo (Figura 2). El tamaño y la forma del racimo y el número de frutos por mano dependen del clon; para el caso del Dominico Hartón generalmente un racimo presenta entre 45 y 55 dedos. Sin embargo, condiciones ambientales estresantes para la planta o daños ocasionados a esta, como las defoliaciones o el ataque severo de sigatoka durante la diferenciación floral y la formación de flores, pueden afectar el número de frutos del racimo (S. Belalcázar et ál., 1991). En la zona productora de Cundinamarca, el plátano Dominico Hartón florece entre los 10 y los 12 meses.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 2 Desarrollo del racimo. a) Bellota a la primera semana. b) Levantamiento de brácteas de la bellota entre la primera y segunda semana después de su aparición. c) Bellota dos semanas después de su aparición. d) Apariencia del racimo tres semanas después de la aparición de la bellota. e) Apariencia del racimo ocho semanas después de la aparición de la bellota. f) Apariencia del racimo en punto de cosecha de 14 a 16 semanas después de la aparición de la bellota.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Edafoclimatología

Temperatura y altitud

En Colombia, el plátano se siembra entre los 14 y los 35 °C de temperatura. La actividad metabólica se mantiene por debajo de los 16 °C, aunque esta última condición genera una baja tasa de emisión de hojas y desarrollo; no obstante, la calidad y el tamaño del fruto no se ven afectados. Si la baja temperatura persiste algunos frutos maduran precozmente, y las hojas expandidas pueden desarrollar síntomas similares a los producidos por la deficiencia de agua o luz, perdiendo turgencia, tornándose amarillas y muriendo prematuramente (González, Gómez y Aristizábal, 2003).

Según el clon, se presentan diferentes niveles óptimos de temperatura; para Dominico y Dominico Hartón la temperatura óptima es de 22 °C. Se considera que la siembra de cualquier clon es posible hasta una altitud de 2000 msnm cuando la producción se destina para el autoconsumo. Sin embargo, para una producción comercial y de tipo exportación, la altitud recomendada para el óptimo potencial de cultivo es de 1350 msnm para el plátano Dominico Hartón (S. Belalcázar et ál., 1991).

Precipitación y humedad

Los requerimientos hídricos dependen del clon, la radiación solar, la densidad poblacional, la edad del cultivo y la superficie foliar transpirable (S. Belalcázar

et ál., 1991). Generalmente, para el crecimiento normal acompañado de una producción aceptable, es necesaria una lámina de agua en el suelo de 120 a 150 mm mensuales y una precipitación anual de 1800 mm bien distribuidos. No obstante, el fenómeno de inundación puede ser más grave que el déficit de agua, dado que se destruyen las raíces, se reduce el número de hojas y la actividad floral (Palencia, Gómez y Martín, 2006).

El departamento de Cundinamarca se encuentra dividido en tres zonas (conglomerados) según la precipitación media de la región. De acuerdo con esto, los municipios de Chaguaní, La Palma, La Vega y Viotá se encuentran en la zona occidental y noroccidental del departamento (zona de las vertientes del río Magdalena), con una precipitación anual promedio de 1930 mm, valor que representa un mayor volumen de lluvias anuales con respecto a las demás zonas del departamento (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2014).

Teniendo en cuenta estas características, los municipios mencionados se pueden considerar aptos para la siembra del cultivo de plátano. Se resalta de antemano que la distribución de lluvias en el territorio es bimodal con un período de mínimas precipitaciones en los meses de diciembre, enero y febrero; una primera temporada de lluvias moderadas en los meses de marzo, abril y mayo; un período seco en los meses de junio, julio y agosto, y una temporada de lluvias intensas en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Corpoica, 2014) (Figura 3).

Movimientos atmosféricos

El viento es un factor climático que afecta el crecimiento y desarrollo del cultivo de plátano. Según la escala propuesta por Beaufort, vientos de 29 a 50 km/h (grados 4 a 6) causan doblamientos del seudopecíolo y doblamiento de limbos (S. Belalcázar et ál., 1991), mientras que velocidades de vientos iguales o superiores a 50 km/h (grado 7) pueden generar daños totales a la unidad productiva por doblamientos del seudotallo y pérdida del sitio por volcamiento de las plantas (S. Belalcázar et ál., 1991).



Figura 3 Conglomerados de precipitación en Cundinamarca, zona de vertiente del río Magdalena (región de producción de plátano). Fuente: Modificado de Corpoica (2014).

Requerimientos edáficos

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo del plátano son aquellos que cuentan con pendientes entre 0 y 1 %; pH de 4,5 a 8 (siendo 6,5 el valor óptimo); textura media entre franco arenosa y franco arcillo limosa; arcillo-silíceos y calizos. Dichos suelos deben ser permeables, profundos (1,2 a 1,5 m) y bien drenados; ricos especialmente en materia orgánica y potasio (Aranzazu et ál., 2002).

Material de siembra

En Colombia, el material de siembra de plátano se obtiene tradicionalmente de plantaciones comerciales destinadas a la producción, por lo que la extracción continua deteriora paulatinamente la plantación. Existen muy pocos viveros certificados o registrados y destinados a la producción de material de siembra de plátano o cormos, y aunque el potencial productivo de yemas en musáceas es alto, el cual está relacionado con el número de hojas emitidas durante su ciclo de producción (de 36 a 40 hojas), solo se aprovechan de 12 a 15 colinos por ciclo productivo (Aranzazu et ál., 2002). En los últimos años se han registrado avances que mejoran la eficiencia en calidad productiva y sanitaria de cormos. La investigación realizada en el Eje Cafetero (Aranzazu et ál., 2002) ha demostrado que se pueden sembrar diferentes tamaños de cormos, desde brotes muy pequeños de 30 a 40 g, como en el caso de la semilla *in vitro*, hasta cormos de más de 10 kg de peso. Se ha encontrado que la calidad y tamaño del racimo no dependen del tamaño del material de siembra, lo que indica que se pueden utilizar diferentes tipos y tamaños de cormos.

Selección del material de siembra

El plátano se reproduce por medio de material vegetativo denominado colinos, cormos, cepas o hijos. La selección del cormo se debe hacer teniendo en cuenta la procedencia, características de crecimiento, vigor y sanidad. En la extracción

de los cormos, se debe evitar dañar el material, por lo que es recomendable utilizar herramientas adecuadas como palines bien afilados (Moreno, Candanoza y Olarte, 2009).

Preparación del material

Consiste en cortar todas las raíces hasta dejar el corno totalmente blanco para eliminar nematodos y huevos de picudos principalmente (Guzmán-Piedrahita, Castaño-Zapata y Villegas-Estrada, 2012). La limpieza de los cormos se hace evitando heridas que lesionen el sistema central del corno, así como no deteriorar las yemas que se encuentran en el tallo (corno), ya que éstas son las encargadas de dar origen al siguiente ciclo de producción. El seudotallo se debe cortar dejando una porción de 10 cm como protección del punto de crecimiento (Figura 4). El material de siembra se debe retirar de la plantación el mismo día de su recolección, procurando sembrarla de inmediato, para evitar la infestación por picudos. En caso contrario, se deben aplicar sustancias repelentes para picudos como creolina o veterina al 5 % (Aranzazu et ál., 2002).

Multiplificación

El establecimiento de cultivos de plátano se puede realizar mediante cormos de 0,5 a 10 kg, provenientes de colinos tipo aguja o puyón. También existen técnicas de propagación como la micropropagación (*in vitro*) y la extracción de yemas como semillas naturales o inducidas. A continuación, se presentan algunos métodos para la producción de semilla de plátano:

Tradicional: este tipo de semilla se denomina colino tipo aguja, con pesos entre 1 y 10 kg; es producida naturalmente en cualquier plantación, en la mayoría de los casos sin selección por calidad o sanidad.

Baker: método de producción inducida por la remoción de las calcetas o yaguas más un aporque y aplicación de materia orgánica o urea para estimular las yemas latentes; con esta técnica se obtienen entre 12 y 15 colinos por planta de plátano.



Figura 4 a) Potencial productivo de colinos de una planta de plátano. b) Colino cortado para la siembra.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Hamilton: método de producción que consiste en la eliminación de la dominancia apical de la planta madre cuando esta tiene seis meses de edad o cuando ha emitido entre 16 y 20 hojas. Se realiza una fertilización con materia orgánica o urea para estimular la brotación de colinos; llega a producir un promedio de 13 colinos por sitio, por la eliminación del punto de crecimiento. Como desventaja de este método de producción, la planta de la cual se sacará la semilla no produce racimo.

In vitro: esta técnica consiste en la micropropagación de plantas a partir de colinos de plantas madres seleccionadas. Las vitroplántulas se producen en laboratorios especializados y una de las ventajas es que este tipo de semilla es libre de plagas y enfermedades. La mayor desventaja es que tiene un alto costo inicial y requiere de un manejo cuidadoso en la etapa de endurecimiento en bolsa (etapa posterior a la salida de las plantas del laboratorio, también conocida como aclimatación). Con esta técnica se pueden producir hasta 250 colinos por planta.

Estimulación de brotes

Propuesta desarrollada por AGROSAVIA en la cual se integran los conceptos de la técnica de Hamilton y el manejo de la propagación *in vitro*; además del conocimiento sobre la potencialidad de la producción de yemas de un cormo de plátano (Aranzazu et ál., 2002). Para la implementación de esta técnica se desarrollan los siguientes pasos:

1. Seleccionar plantas madre de la variedad y biotipo deseado; estas deben contar con racimos grandes y bien conformados, así como excelente estado fitosanitario.
2. Luego de cosechar el racimo se hace destronque inmediato, efectuando un corte en bisel en la parte superior del rizoma; se eliminan mediante cortes en el rizoma los puntos de crecimiento de los colinos adyacentes de todos los tamaños, con excepción del colino más grande que es el que va a dar continuidad al sitio de producción (Figura 5).
3. Cubrir los cortes de todos los rizomas con tierra y aplicar materia orgánica o urea; a mayor entrada de luz hay mejor estimulación de las yemas latentes de los rizomas intervenidos.
4. A los 30 días aproximadamente, dependiendo de la luminosidad, se inicia la recolección de los brotes inducidos (Figura 4).
5. Luego de recolectar los brotes, se eliminan las raíces y la tierra del corte del seudotallo. Los colinos quedan con un peso de 200 a 300 g. Posteriormente, se realiza desinfestación de los colinos sumergiéndolos en una solución con biocidas, preferiblemente biológicos, durante 15 minutos (Figura 7).
6. El material obtenido se debe sembrar en bolsas con sustrato compuesto por tres partes de tierra y una parte de materia orgánica bien compostada. El almácigo se debe realizar en el mismo lote donde se va a sembrar el cultivo. Se recomienda cubrirlo con hojas de plátano durante los primeros ocho días.
7. Opcionalmente, en lugar de llevar los brotes a almácigo, se pueden dejar desarrollar en el sitio de la inducción para ser utilizados como material de

siembra convencional, de 0,5 a 1 kg para siembra directa (Figura 8a). Tanto en la siembra directa como en bolsa se recomienda la biofertilización mediante la aplicación de micorrizas, fijadores de nitrógeno (N) y solubilizadores de fósforo (P), con el fin de incrementar la absorción de nutrientes. Esta práctica es mucho más eficiente en los primeros estadios de desarrollo de las plántulas. Es recomendable, además, el uso de materia orgánica compostada para mejorar propiedades físicas, biológicas y químicas del sustrato (en bolsa) o del suelo, si es siembra directa.



(a)

(b)

Figura 5 a) Planta recién cosechada. b) Sitio con corte de colinos.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018)



Figura 6 Colinos listos para recolectar.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Instalación de viveros

La producción de plátano en el país se encuentra amenazada por diversas plagas y enfermedades de fácil distribución a través del material asexual, la herramienta utilizada y el personal involucrado. En este sentido, en el departamento de Cundinamarca sobresalen el moko de plátano, la bacteriosis, el complejo de picudos, los nematodos y/o la elefantiasis. De acuerdo con lo anterior, se hace necesario el establecimiento de viveros que aseguren la sanidad del material y eviten la diseminación de problemas fitosanitarios por herramientas contaminadas y personal no autorizado o no capacitado; esto debido a que los principales mecanismos de diseminación de plagas y patógenos son las herramientas de trabajo y las botas del personal (Alarcón y Jiménez, 2012; Cardona-Piedrahita y Guzmán-Piedrahita, 2013).



Figura 7 a) Colino listo para la siembra en bolsa. b) Desinfección de colinos.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).



Figura 8 a) Almacigo de plátano. b) Colinos para la siembra directa.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Un vivero es el sitio o predio donde se producen materiales de propagación vegetal. Se debe localizar en un lugar estratégico, preferiblemente en el mismo lote donde se va a establecer el cultivo definitivo; debe contar con disponibilidad de agua, no debe presentar problemas de encharcamiento y se debe restringir el ingreso de personas no autorizadas y de animales domésticos. Adicionalmente, el vivero debe tener una infraestructura física apropiada construida con materiales de la zona, como guaduas, madera, polisombra u otro material que sirva de cubierta para el manejo de condiciones ambientales como la radiación solar y las precipitaciones (Figura 9). El área depende de la cantidad de plantas a establecer; para 5000 plantas se requieren aproximadamente 350 m². Se recomienda, finalmente, que la estructura tenga una altura promedio de 2,5 m, con caídas de una o dos aguas.



(a)



(b)

Figura 9 Tipos de cubiertas para el vivero o almácigo de plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

En la siembra de los cormos se utilizan bolsas negras de 25 × 25 cm, que estén perforadas para evitar encharcamientos. Los cormos se deben clasificar por tamaños (grandes, medianos y pequeños) y se deben colocar en filas de un metro de ancho, espaciadas a 50 cm; la distancia puede variar dependiendo de la disponibilidad de espacio. Cuando las plantas alcancen una altura de 20 a 25 cm o tengan de tres a cuatro hojas se procederá a la siembra en el sitio definitivo.

Conservación de suelos y establecimiento del cultivo

En Colombia es posible sembrar plátano desde los 0 hasta los 2000 msnm, según la adaptación de los clones a diferentes ofertas edafoclimáticas. Sin embargo, el período vegetativo se prolonga 10 días más por cada 100 m de altitud (Aranzazu et ál., 2002) para la producción comercial y tipo exportación del clon Dominico Hartón.

En cuanto al componente edáfico, el cultivo requiere suelos con baja pendiente o, si la pendiente es elevada, realizar prácticas de conservación de suelos como el trazado de curvas a nivel, la siembra a través de la pendiente y la siembra de coberturas (Aranzazu et ál., 2002).

Preparación del terreno

La topografía del terreno y las propiedades físicas del suelo, como textura y estructura, son relevantes para tomar la decisión de seleccionar el tipo de labranza con la cual se realizará la preparación del suelo. Cuando las pendientes son mayores a 4 % y presentan texturas livianas, el uso de maquinaria agrícola se debe reducir al máximo o incluso no recurrir a ella (S. Belalcázar et ál., 1991). Es recomendable para estos casos emplear herramientas manuales que ocasionen el menor daño posible al suelo, todo bajo el concepto de labranza

mínima. Si los suelos se encuentran en barbecho o sembrados con pastos, se debe recurrir a prácticas de labranza mínima y manejo manual o integrado.

Trazado

Consiste en la marcación de los sitios donde se plantarán los cormos de plátano. Existen diferentes sistemas de marcación como cuadro, rectángulo, triángulo y curvas a nivel.

Cuadro y rectángulo: utilizados en terrenos planos y con pendientes inferiores a 4 %; estos métodos de trazado no tienen influencia sobre el movimiento de agua lluvia (Figura 10 y Figura 11).

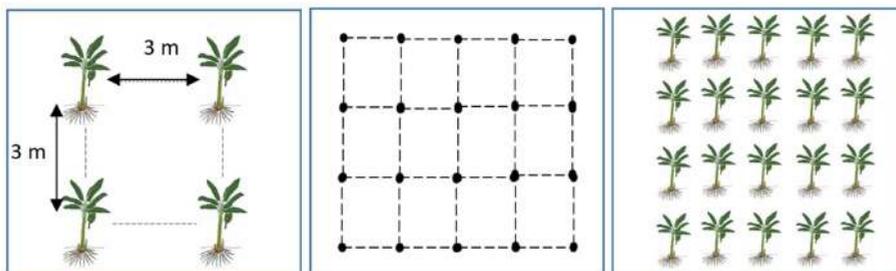


Figura 10 Sistema de trazado en cuadro para plantas de plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

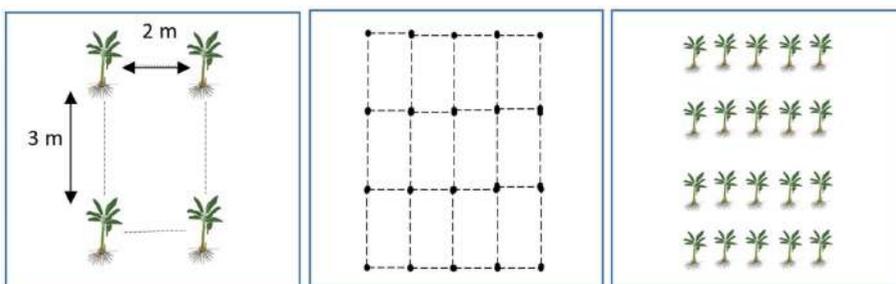


Figura 11 Sistema de trazado en rectángulo para plantas de plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Triángulo: es recomendable para terrenos con pendientes superiores a 4 %. Permite realizar prácticas de conservación de suelos por la disposición de las

plantas en el terreno, así como la disminución de la velocidad y capacidad de arrastre de suelos y otros materiales desde las partes superiores de los lotes (Figura 12).

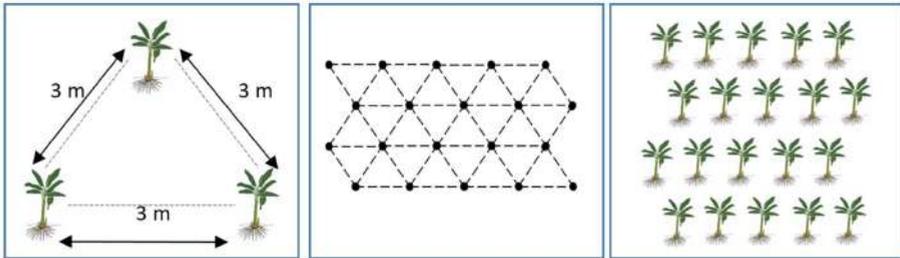


Figura 12 Sistema de trazado en triángulo para plantas de plátano.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Curvas a nivel: en suelos de ladera se recomienda el sistema de siembra en triángulo o tresbolillo siguiendo las curvas a nivel. Este sistema permite aumentar el número de plantas por unidad de área y facilita las labores del cultivo en tres direcciones, con lo cual el suelo queda mejor trabajado, disminuyendo así el riesgo de dejar el terreno desnivelado y expuesto a la erosión, de acuerdo con el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé, 1975). Las curvas a nivel se utilizan en construcción de canales, acequias de ladera, zanjas de infiltración, establecimiento de barreras vivas y cultivos en fajas. Una manera práctica de trazar curvas a nivel es empleando un nivel tipo “A” o “Caballete”, herramientas que pueden ser construidas en finca (Figura 13).

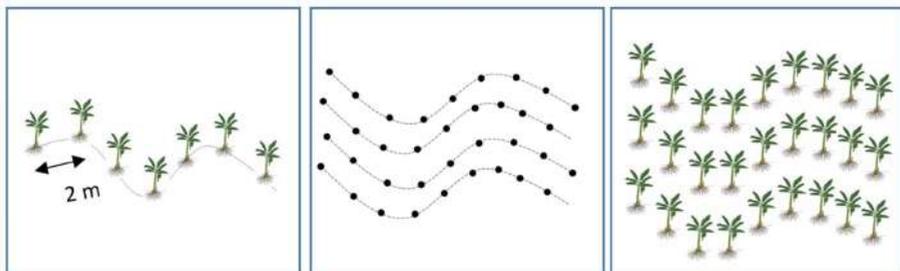


Figura 13 Sistema de trazado con curvas a nivel para plantas de plátano.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Una vez localizado el sitio donde se desea trazar la curva a nivel en la parte más alta del lote, se coloca una estaca en el punto donde se va a iniciar el trazado. Se ubica una de las patas del nivel al pie de la estaca y la otra se gira en forma de compás (arriba o abajo) hasta que la plomada o la gota del nivel queden en la mitad. En ese punto se coloca otra estaca y se repite este procedimiento hasta llegar al final de la primera curva.

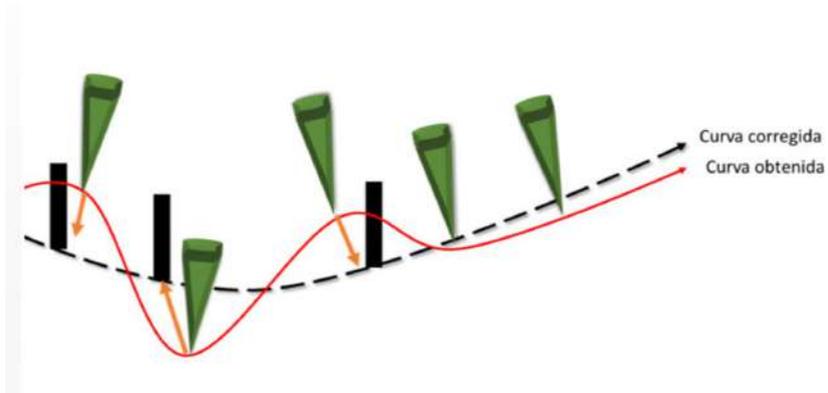
Es común que la línea de estacas presente ángulos que dificulten la siembra, para lo cual se pueden reacomodar las estacas para que quede una línea suave sin curvas muy pronunciadas (Figura 14). Una vez corregida la curva a nivel que sirve de guía, se trazan los surcos paralelos con dos varas de igual longitud. La longitud de las varas debe ser igual a la distancia de siembra entre surco más un 10 %.

Los extremos de las varas se colocan junto a dos estacas de la curva guía. Posteriormente, se recuestan las varas en el terreno y se juntan los dos extremos marcando ese punto con una estaca (Figura 14). Luego de clavar la primera estaca, se debe pasar una de las varas a la siguiente estaca y se vuelven a juntar las puntas de las varas, colocando otra estaca allí; se repite este procedimiento hasta terminar de marcar la línea (Figura 15).

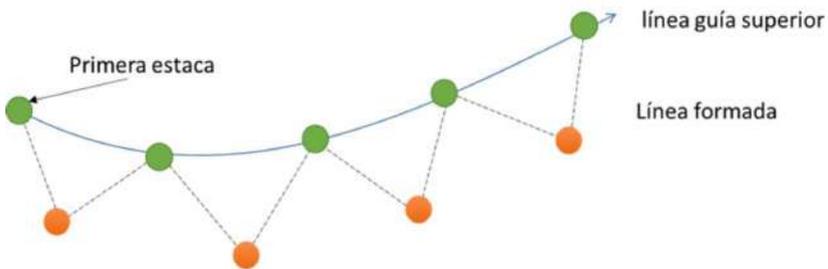
Ahoyado

Luego de definir el tipo de trazado del sistema productivo, se procede a realizar el ahoyado y preparación de los sitios que ocuparán los colinos. Los hoyos pueden ser redondos o cuadrados, con dimensiones mínimas de $40 \times 40 \times 40$ cm (Figura 16). Sin embargo, las dimensiones dependerán en gran medida tanto del tamaño del corno como de la textura del suelo. Los hoyos pueden hacerse manualmente, mediante la utilización de palas, palines o barretones, o mecánicamente, de acuerdo con la disponibilidad de recursos. Finalmente, y si los resultados del análisis de suelo muestran acidez y presencia de aluminio (Al), se debe aplicar cal dolomita; se recalca de antemano que la dosis de cal (que oscilaría entre 100 y 300 g) dependerá del resultado del análisis de suelos.

De acuerdo con esto último, cuando se requiera hacer manejo de la acidez del suelo, se debe realizar el cálculo de la dosis de la enmienda a aplicar (puede ser



(a)



(b)

Figura 14 a) Corrección de la curva obtenida. b) Marcado de líneas a partir de la línea guía formada por medio del caballete o agronivel.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

cal $[\text{CaCO}_3]$) necesaria para neutralizar el aluminio presente en el suelo (Molina, 1998). Para el caso específico del cultivo de plátano, el porcentaje de saturación de aluminio deseado se asume como 25 %, ya que este es el límite tolerado por el cultivo sin que se generen pérdidas de rendimiento (Bertsch, 1995).



Figura 15 Sistema productivo de plátano en sus primeras etapas de desarrollo plantado bajo curvas a nivel con una distribución al tresbolillo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).



(a)



(b)

Figura 16 Ahoyado de sitios para el establecimiento de plantas de plátano. a) Redondo. b) Cuadrado.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Manejo eficiente de la fertilización integrada

Para establecer un plan de fertilización en cualquier sistema productivo es necesario estimar la fertilidad química del suelo. En este contexto, los suelos de los municipios de Chaguaní, La Palma, La Vega y Viotá presentan una reacción fuertemente ácida, reportando valores de pH por debajo de 5,5 (ICA, 1992). Esta condición ejerce una disminución considerable en la capacidad de retención de nutrientes, por lo cual bases intercambiables como calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) ven reducida su disponibilidad en el suelo (Sadeghian, 2016). Por otro lado, dichos suelos presentan niveles bajos de fósforo (P), azufre (S) y magnesio, niveles medios de potasio, calcio y boro (B), así como altas concentraciones de zinc (Zn) que pueden llegar a ser tóxicas para el cultivo de plátano. Con base en las anteriores consideraciones, para realizar un adecuado manejo de la fertilización del cultivo de plátano en el departamento, se recomienda implementar planes de fertilización que incluyan información referente a las necesidades de extracción del cultivo, la fertilidad de los suelos determinada mediante análisis de suelos, los fertilizantes disponibles en el mercado, la capacidad adquisitiva de cada uno de los productores y la relación costo-beneficio frente a los precios ofrecidos.

Toma de muestras para análisis químico del suelo

Para iniciar cualquier proyecto productivo es indispensable tener en cuenta las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los análisis de laboratorio

a partir de muestras tomadas en campo brindan información importante y fundamental para conocer el grado de fertilidad del suelo, establecer las fuentes y cantidades de fertilizantes necesarios y realizar un mejor uso de las condiciones naturales del suelo. Una vez identificados los lotes de la finca y el tipo de herramienta a utilizar para hacer el muestreo, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Época de muestreo: se recomienda tomar la muestra al inicio de la época de lluvias y por lo menos dos meses antes de establecer el cultivo; esto es determinante para asegurar la calidad de la muestra y la certeza de los resultados del análisis. En suelos que se han fertilizado recientemente no es recomendable tomar muestras para análisis químico de suelos; en tales casos se recomienda esperar al menos dos meses después de la fertilización o tomar las muestras en las calles donde no se hayan aplicado fertilizantes.

Frecuencia de muestreo: para suelos donde se establecerá un cultivo por primera vez, se debe tomar la muestra al menos dos meses antes de sembrar, mientras que para suelos donde el cultivo ya se encuentre establecido, se recomienda tomar la muestra con una periodicidad de dos años.

Delimitación de suelos y recorrido: generalmente los suelos de un lote no son homogéneos, por lo tanto, dentro de un área determinada pueden presentarse cambios en el grado de fertilidad. Debido a esto, zonas con características diferentes deben tener un manejo diferenciado. Una vez delimitado el lote, se recomienda realizar un recorrido en zigzag para la toma de las submuestras (Figura 17).

Toma de submuestra: para el cultivo de plátano se aconseja tomar la submuestra a una profundidad de entre 0 y 30 cm, ya que allí se encuentra la mayor cantidad de raíces absorbentes en el suelo (Figura 18). Antes de la toma de la submuestra se deben remover piedras, raíces, lombrices, insectos, plantas o vegetación superficial, desechos de cosecha y todo tipo de materia orgánica en un área de 40 × 40 cm. Mediante una pala y/o palín se deben tomar de 100 a 200 g de suelo haciendo un hueco en forma de “V”, y depositar la porción central en un balde de plástico, limpio. En terrenos con áreas menores a una hectárea, se deben tomar por lo menos 15 submuestras, con el fin de mezclarlas y obtener una muestra representativa del lote mediante cuarteo diagonal. El cuarteo consiste en disponer el suelo sobre un periódico, hacer un círculo, dividirlo en cuatro

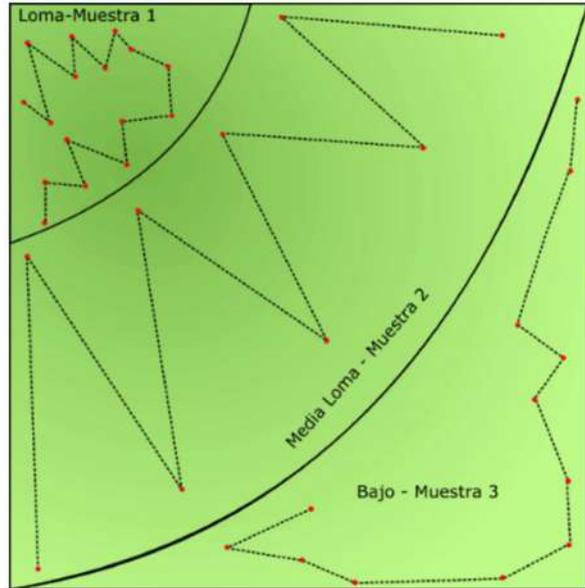


Figura 17 Recorrido en zig-zag para cada sección del lote.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

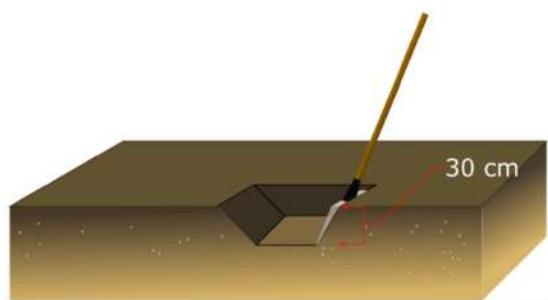
partes iguales, seleccionar las partes opuestas (ver sombreados en la Figura 18) y desechar las dos partes restantes. Luego se repite esta operación hasta tener la cantidad de 1 Kg.

Esta muestra representativa debe ser de 2 Kg; la mitad de la muestra (1 Kg) se envía al laboratorio y el resto se guarda como contramuestra.

La muestra debe ser depositada en una bolsa plástica limpia y rotulada con los datos básicos de la finca y el productor. Dicha muestra puede mantenerse a temperatura ambiente sin ser expuesta al sol. Si posee una humedad alta, se debe secar a la sombra y almacenarse de nuevo. Las muestras pueden permanecer almacenadas durante máximo dos meses. El laboratorio a donde se envíe la muestra debe estar acreditado con la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005, lo cual asegura correctos procedimientos de laboratorio y resultados confiables del análisis.

Propiedades químicas de los suelos

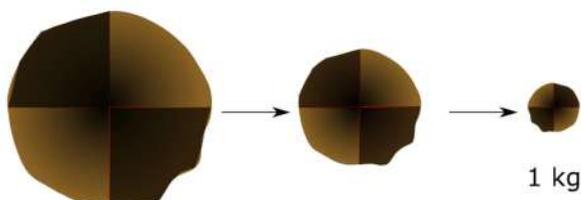
pH: indica la disponibilidad de nutrientes en el suelo para las plantas y mide el grado de acidez. Se habla de un suelo ácido o básico cuando el valor de pH



(a)

Figura 18 a) Profundidad de muestreo. b) Selección de la cantidad de muestra a enviar al laboratorio.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).



(b)

está por debajo y por encima de siete, respectivamente. El rango de tolerancia de las especies cultivadas es cercano al valor de neutralidad (Garrido, 1994).

Conductividad eléctrica (CE): cantidad de sales existentes en el perfil del suelo y/o medida indirecta de la salinidad (Garrido, 1994); la mayoría de las plantas ven afectado su desarrollo cuando los valores de CE son mayores a 2 deciSiemens por metro (dS/m).

Materia orgánica (MO): hace referencia a la cantidad de residuos orgánicos que se encuentran descompuestos y su contenido puede aumentar tanto la cantidad como la disponibilidad de los elementos en el suelo. Contribuye a mejorar la estructura, porosidad y agregación, entre otras propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales disminuyen procesos de erosión y promueven la proliferación de organismos benéficos en el suelo. Un criterio para realizar la interpretación de la concentración de la MO en los suelos se basa en el clima presente en la zona, asociado a la altitud. En este sentido, el contenido es bajo

cuando es menor a 5 % en clima frío, menor a 3 % en clima medio y menor a 1,5 % en clima cálido. Para mantener las ventajas que la materia orgánica otorga a las propiedades del suelo, se recomienda un aporte periódico de materiales y enmiendas orgánicas habilitadas que posean niveles considerables de ácidos húmicos, fúlvicos o huminas. Se resalta la recomendación de aplicar materia orgánica habilitada, es decir de buena calidad, que asegure el aporte a la mejora inmediata de propiedades físicas, que a corto plazo mejore el componente biológico del suelo y a largo plazo aporte nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): capacidad del suelo para retener nutrientes e intercambiarlos, los cuales estarían disponibles para las plantas sin que estos se laven o pierdan del suelo. En Colombia, la CIC es muy variable; aun así, en cuanto más alta sea, mayor será la fertilidad natural del suelo (Garrido, 1994; ICA, 1992). Según la quinta aproximación del ICA (1992), el nivel estimativo de CIC de los suelos de Colombia equivale a bajo, medio y alto cuando esta propiedad química del suelo tiene valores menores a 10 meq/100 g, entre 10 y 20 meq/100 g y mayores a 20 meq/100 g, respectivamente.

Saturación de bases: porcentaje de los cationes principales (calcio, magnesio, potasio y sodio) respecto al valor de la CIC total (Garrido, 1994). Esta propiedad química se tiene en cuenta cuando se va a estimar la cantidad de cal necesaria para realizar acciones correctivas en suelos ácidos.

Fertilidad: capacidad del suelo para proveer a los sistemas productivos las propiedades físicas óptimas para el desarrollo de raíces, la actividad biológica y la cantidad de nutrientes necesarios para una adecuada productividad del cultivo. Cuando estas condiciones están dadas, se asegura que el suelo es fértil. Los nutrientes que demanda en mayor cantidad el cultivo de plátano son potasio, nitrógeno, calcio y magnesio; sin embargo, la dosis a aplicar depende en gran medida de los resultados de análisis de suelo y de la fenología del cultivo.

Nutrición y deficiencias nutricionales

Nitrógeno (N): después del potasio, es el segundo elemento considerado esencial para el crecimiento y desarrollo de la planta de plátano. Cuando el elemento

se aplica en exceso puede retardar la floración y fructificación en la planta. Los síntomas de deficiencia se manifiestan en primera instancia en las hojas más viejas, donde se presenta clorosis (amarillamiento) de las láminas, así como coloración rosado-rojiza de las nervaduras y pecíolos. Adicionalmente, su deficiencia causa reducción del espacio entre las hojas sucesivas, mostrándose un arrosetamiento (Figura 19b), lo cual desemboca en la inhibición del crecimiento de la planta (Aranzazu et ál., 2002; Lahav y Turner, 1992).

Fósforo (P): nutriente involucrado en la formación de raíces e indirectamente en su distribución y abundancia en el perfil del suelo. Cumple un papel fundamental en la formación y maduración de los frutos; del mismo modo, es necesario para mantener el vigor y aumentar la vida útil del cultivo (Aranzazu et ál., 2002). Los síntomas visibles de su deficiencia comienzan en las hojas viejas, donde se presenta una clorosis marginal en los bordes, desarrollando manchas café-púrpura que con el tiempo se unen y promueven la necrosis (muerte) del tejido, mostrándose en forma de sierra (Lahav y Turner, 1992; Soto, 1992) (Figura 19 b). Aquellas hojas que se ven afectadas por la carencia de este nutrimento se curvan de tal manera que los pecíolos se quiebran, mientras que las hojas jóvenes presentan una coloración verde azulado intenso. Por otro lado, la tasa de crecimiento de la planta puede tornarse lenta a la vez que el desarrollo de las raíces es muy pobre (Lahav y Turner, 1992).



Figura 19 Síntomas de deficiencia de nitrógeno (a) y fósforo (b) en la planta de plátano.
Fuente: Morales (2016).

Potasio (K): las plantas de plátano demandan este elemento en grandes cantidades ya que su papel dentro de ella involucra el transporte y acumulación de azúcares y almidones, la participación en funciones metabólicas específicas, la

promoción del equilibrio hídrico en la planta y el fruto, el llenado de los frutos del racimo y el incremento de la tolerancia a enfermedades como la bacteriosis o la pudrición acuosa delseudotallo (Aranzazu et ál., 2002; Soto, 1992). Cuando las plantas de plátano presentan deficiencia de potasio, en las hojas más viejas se observa una coloración amarillo-anaranjada acompañada de la muerte prematura del tejido, presentando a la vez doblamiento de la nervadura central en dirección a la base de la planta (Figura 20b). Además de la sintomatología descrita, se presenta estrangulamiento, tamaño reducido de la hoja, retraso de iniciación de la floración, y reducción en el número y tamaño de los frutos (Lahav y Turner, 1992; Soto, 1992).

Calcio (Ca). Implicado en el desarrollo de la raíz, tallo, colinos y hojas, así como en la estabilidad estructural de los frutos durante su desarrollo y su calidad poscosecha (Taiz y Zeiger, 2010). Los síntomas de la deficiencia del elemento tardan en manifestarse respecto a los demás elementos. En primera instancia se observa una pérdida gradual de color en una banda pequeña del margen de las hojas más jóvenes (cuarta o quinta, generalmente), seguido de la aparición de manchas con puntos pequeños de color pardusco oscuro y necrosamiento marrón de la margen de las hojas (Figura 20b). Cuando una planta tiene deficiencia de calcio presenta raíces cortas, muy ramificadas, lo cual puede generar susceptibilidad al ataque de patógenos del suelo (Lahav y Turner, 1992; Soto, 1992).



(a)

(b)

Figura 20 Síntomas de deficiencia de potasio (a) y calcio (b) en la planta de plátano.
Fuente: Morales (2016).

Magnesio (Mg): hace parte fundamental de la molécula de clorofila, permite la formación de proteínas e interviene en la calidad pre y poscosecha de los frutos. La carencia del elemento se manifiesta por la disminución de la intensidad del color verde en las láminas foliares y la aparición de halos cloróticos alargados en las hojas viejas (Figura 21b). Por otro lado, se aprecian manchas purpúreas en los pecíolos, necrosis en las láminas foliares y separación y ruptura de las vainas (Aranzazu et ál., 2002; Lahav y Turner, 1992).

Azufre (S): hace parte de las estructuras de las proteínas y vitaminas (Aranzazu et ál., 2002). Los síntomas de su deficiencia son muy parecidos a los mostrados por la planta cuando esta carece de calcio y boro (Lahav y Turner, 1992). La falta del elemento se observa principalmente en las hojas jóvenes, iniciando con una clorosis general en la lámina seguida de un engrosamiento de la nervadura central de la hoja (Figura 21b). Posteriormente, se acentúan parches necróticos en los bordes de la hoja; mientras que las hojas nuevas pueden llegar a presentar láminas incompletas.



Figura 21 Síntomas de deficiencia de magnesio (a) y azufre (b) en la planta de plátano.
Fuente: Morales (2016).

Boro (B): relacionado con la movilidad y la absorción de potasio, el transporte de azúcares y el metabolismo de carbohidratos; influye en la utilización del calcio en la planta (Aranzazu et ál., 2002; Soto, 1992). Cuando se presenta una deficiencia, se observa clorosis intervenal de las láminas de las hojas y deformación, reducción de tamaño y curvatura de las láminas de las hojas emergentes (Lahav y Turner, 1992) (Figura 22b).

Zinc (Zn): necesario en numerosas reacciones metabólicas ya que cumple un papel activador enzimático (Taiz y Zeiger, 2010). La deficiencia de zinc es inducida por suelos con pH muy alto o en suelos con excesiva aplicación de cal y suelos con altos contenidos de fósforo (antagonismo). Los síntomas de su carencia se evidencian en primera instancia en las hojas jóvenes, debido a que estas emergen en forma lanceolada y con un tamaño muy reducido. Adicionalmente, presentan bandas verdes y cloróticas alternadas a lo largo de la lámina, y pigmentaciones oscuras por alta concentración de antocianinas (Lahav y Turner, 1992) (Figura 22b).



Figura 22 Síntomas de deficiencia de boro (a) y zinc (b) en la planta de plátano.
Fuente: Morales (2016).

Fertilización química y orgánica

Consiste en la aplicación de nutrientes de acuerdo con las necesidades del cultivo y la disponibilidad de estos en el suelo. Los fertilizantes químicos involucran fuentes como urea, cloruro de potasio y óxido de magnesio, entre otros; mientras que los orgánicos agrupan materia orgánica, compost, lombricompost, pulpa de café, residuos de cosecha, entre otros (Aranzazu et ál., 2002). En este sentido, tomando como referencia diferentes investigaciones realizadas sobre el tema, en la Tabla 1 se presenta una recomendación para la fertilización del plátano en zonas de clima medio. No obstante, para llevar a cabo los cálculos de las dosis de fertilizantes y las fuentes comerciales a utilizar, es necesario contar con la asesoría de un ingeniero agrónomo.

Tabla 1 Recomendaciones para la fertilización de plátano en condiciones de clima medio

Parámetro	Resultados análisis	Categoría	Dosis recomendada Gramos/planta/año	Nutrimiento
MO (%)	< 3,0	Bajo	200	Nitrógeno
	3,0-6,0	Medio	150	
	> 8,0	Alto	100	
P (Bray II) (ppm)	< 10	Bajo	120	P ₂ O ₅
	10-20	Medio	80	
	> 20	Alto	50	
K (meq/100 g)	< 0,3	Bajo	400	K ₂ O
	0,3-0,6	Medio	300	
	> 0,6	Alto	200	
Ca (meq/100 g)	< 3	Bajo	400	Cal agrícola
	3,0-6,0	Medio	150	
	> 6,0	Alto	50	
Mg (meq/100 g)	< 1,0	Bajo	150	Cal dolomítica
	1,0 - 2,0	Medio	100	
	> 2,0	Alto	50	
B (ppm)	< 0,4	Bajo	21	Boro
	0,4 - 1,0	Medio	15	
	> 1,0	Alto	8	
Mn (mg/kg)	< 10	Bajo	8	Manganeso
	> 20	Alto	4	
Zn (mg/kg)	< 1,5	Bajo	8	Zinc
	> 1,5	Alto	4	
Cu (mg/kg)	< 1,0	Bajo	6	Cobre
	> 1,0	Alto	3	
pH	< 5,0	-	400	Cal

Nota: ppm equivale a partes por millón.

Fuente: Aranzazu et ál. (2002).

Formas de aplicación de fertilizante

Cuando se realizan aplicaciones de fertilizantes nitrogenados se recomienda cubrirlos para evitar pérdidas por volatilización. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que los productos en presentación de polvos solubles no deben mezclarse con productos granulados; finalmente, se debe considerar la compatibilidad química entre productos para no incurrir en una disminución de la eficiencia de los fertilizantes. Una vez definidos estos aspectos, de acuerdo con el tipo de producción, mercado y acceso de recursos, la aplicación puede realizarse de las siguientes formas:

Manual: requiere del esfuerzo humano para realizarse. Aunque este puede llegar a ser el método más costoso económicamente, es el más eficiente ya que el fertilizante puede aplicarse en el lugar requerido, ya sea frente al hijo de sucesión o al voleo. La aplicación se realiza frente al hijo de sucesión en suelos planos o medianamente ondulados y se hace en corona alrededor de la planta. Para suelos que se encuentren en zonas de ladera la aplicación debe realizarse en media corona distribuyendo el producto uniformemente en la banda, a una distancia de entre 30 y 50 cm de la base del hijo de sucesión; así se logra el máximo aprovechamiento del fertilizante, ya que en esta zona se encuentran la mayor cantidad de raíces (Bolaños-Benavides, 2006). Por otro lado, la aplicación al voleo es algo desuniforme y no tiene en cuenta la ubicación de las plantas; por tal razón, las raíces no tienen un aprovechamiento total del producto y una buena parte del fertilizante se pierde.

Mecánica: utilizada en terrenos nivelados con plantaciones establecidas en doble surco; se realiza por medio de maquinaria. Sin embargo, no es tan eficiente como la aplicación manual, ya que puede haber pérdida de fertilizante. Su uso se limita a monocultivos dedicados a la producción intensiva.

Aérea: aplicación mediante avionetas, empleada en sistemas de producción extensiva y considerada eficiente en el uso de los recursos. A pesar de esto, es una alternativa que puede llegar a ser poco accesible para los pequeños agricultores.

En solución: aplicación mediante la disolución de fertilizantes en agua, limitada a la disponibilidad de riego, fertirriego o *drench* en la unidad productiva. Con la

implementación de esta técnica se logra disminuir la pérdida de productos, por un mayor aprovechamiento por parte de las raíces.

Épocas de aplicación de fertilizante

De manera general, se ha planteado una recomendación basada en el desarrollo fisiológico de la planta de plátano para el primer ciclo de producción (Aranzazu et ál., 2002), la cual incluye aplicaciones antes y al momento de la siembra; luego a los dos, cinco y diez meses después de la siembra; y, a partir del segundo ciclo, cada tres meses. Se aclara de antemano que este proceso se debe acompañar por la asesoría de un ingeniero agrónomo y/o un asistente técnico que sea conocedor del tema. Propiedades físicas como la textura del suelo también determinan la frecuencia de aplicación de los fertilizantes.

Antes de la siembra: a partir de los resultados del análisis químico de suelo se debe determinar si se requiere la incorporación de alguna enmienda. En este caso, para corregir un problema de acidez en el suelo, se recomienda hacerlo antes de la siembra (Figura 23b).

Durante la siembra: se recomienda la aplicación de materia orgánica habilitada, de uno a dos kg por sitio, independientemente del resultado del análisis de suelo. Igualmente se recomienda la biofertilización con hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA), los cuales realizan asociación simbiótica con las plantas y mejoran la absorción de agua y nutrimentos por parte del sistema radical, además de conferir a las plantas resiliencia frente a condiciones de estrés biótico (enfermedades) o abiótico (déficit o exceso de humedad, y toxicidad por aluminio) (Gañán, Bolaños-Benavides y Asakawa, 2011; Bautista, Bolaños, Asakawa y Villegas-Estrada, 2015). Los biofertilizantes deben aplicarse en contacto con el cormo. Por otro lado, si el suelo requiere aplicaciones de fósforo, es necesario realizar la adición de la totalidad de la dosis para el primer ciclo. Los abonos se deben aplicar en la parte media y por encima del cormo, más no en la parte baja, ya que allí se encuentra la zona de influencia de las raíces del segundo cormo (Figura 23b).

Dos meses después de la siembra: de acuerdo con su desarrollo fenológico, en esta época la planta de plátano ha emitido aproximadamente cinco hojas e inicia

un incremento acelerado en la tasa de emisión foliar y el desarrollo del sistema radical. Por lo tanto, se recomienda la aplicación de 25 % de la totalidad de la dosis que fue recomendada en el plan de fertilización (Figura 23c).

Entre los cinco y los siete meses después de la siembra: en este periodo la planta inicia la diferenciación floral, época en la cual la planta ha emitido entre 16 y 20 hojas aproximadamente. En esta etapa las plantas demandan alta cantidad de nutrientes para lo cual se recomienda la aplicación de 50 % del total de la dosis recomendada para todo el ciclo (Figura 23d).

Diez meses después de la siembra: aplicación del 25 % restante de la fertilización planteada, dirigida al colino o planta hija, la cual sostendrá la producción del segundo ciclo. En esta fase la planta madre se encuentra en etapa de floración y ha emitido cerca de 36 hojas (Figura 23e).

A partir del segundo ciclo: luego de iniciarse el segundo ciclo productivo (Figura 23f), se recomienda aplicar el 25 % de la dosis total para el año cada cuatro meses, lo cual promueve una mayor eficiencia del fertilizante y un incremento del rendimiento. Hay que tener en cuenta que a partir del segundo ciclo de cultivo el aporte de biomasa por parte de la planta de plátano puede compensar el 25 % de la dosis requerida por año, por lo que solo se recomienda aplicar el 75 % distribuido en tres aplicaciones por año.

La frecuencia de la fertilización puede estar sujeta también a las demandas del mercado. El esquema planteado anteriormente se sugiere para cultivos con destino al mercado nacional o local; sin embargo, si la producción se destina a la exportación o a mercados especializados, el esquema de fertilización puede requerir mayor frecuencia. En cualquier caso, es conveniente el análisis del costo de la mano de obra, el cual se incrementa a mayor frecuencia en la aplicación de la fertilización.



Figura 23 Épocas recomendadas para realizar la fertilización del plátano: a) Antes de la siembra. b) Durante la siembra. c) Dos meses después de la siembra. d) Entre los 5 y los 7 meses después de la siembra. e) Diez meses después de la siembra. f) A partir del segundo ciclo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Manejo agronómico del cultivo

El sistema productivo de plátano requiere de una serie de prácticas que dependen del sistema de producción, la tecnificación, el mercado de destino y la sanidad de las plantaciones. Cada práctica debe ser implementada en momentos específicos, definidos por el ciclo y el estado sanitario de las plantas (Aranzazu et ál., 2002). Dentro de las prácticas culturales básicas se encuentran el manejo de arvenses, las prácticas culturales de deshoje y despunte, descoline, desguasque, destronque, repique y amarre o apuntalamiento.

Manejo de arvenses

Una arvense es cualquier planta ajena del cultivo en producción, sin discriminar si es buena o mala (Salazar e Hincapié, 2007). Algunas de estas compiten por agua, luz y nutrientes con las plantas de plátano (Figura 24) y sus efectos solo se pueden evidenciar en la fase productiva cuando ya son irreversibles (S. Belalcázar et ál., 1991). Adicionalmente, estas pueden ser hospederos alternos de insectos plaga y enfermedades, por lo que se hace necesario realizar un manejo integrado de arvenses, con el objetivo de asegurar tanto la sanidad del cultivo como la producción.



Figura 24 Planta de plátano en competencia con arvenses.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Dependiendo de la zona agroecológica, existe una gran diversidad de arvenses que se encuentran compitiendo con el cultivo de plátano (Figura 25). Las gramíneas se consideran las más agresivas (Terry, 1996). Otras como *Commelina elegans* L., *Commelina diffusa* Burm. f. (siempreviva), *Bidens pilosa* L. (amor seco), *Emilia sonchifolia* L. (D. C.) (hierba socialista) y *Solanum nigrum* Sendt (hierba mora), generan daños indirectos por ser hospedantes de nematodos, virus y moko de plátano (Tabla 2) (Obregón, Rodríguez, Morales y Salazar, 2008; Rivera, Guzmán y Zamorano, 2011; Zamorano y Arias, 2010).



Figura 25 Arvenses presentes en el cultivo de plátano: a) Hierba socialista (*Emilia sonchifolia*). b) Amor seco (*Bidens pilosa*). c) Siempreviva (*Commelina diffusa*). d) Venadillo (*Erigeron bonariensis*).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Con el objetivo de evitar resistencia de las arvenses y contribuir con la conservación de la diversidad en el agroecosistema, el manejo de arvenses debe ser integrado e incluir la combinación de métodos culturales, mecánicos y químicos, los cuales se describen brevemente a continuación. La época crítica de

Tabla 2 Principales arvenses en el cultivo de plátano

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Echinochloa cruz-galli</i> (L.) Beauv.	Arrocillo, liendre puerco	Gramineae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Pasto Jhonson, falso sorgo, arrocillo	Gramineae
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Pasto braquiaria	Gramineae
<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst	Pasto estrella	Gramineae
<i>Rottboellia exaltata</i> L. f.	Caminadora, pela bolsillo	Gramineae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito	Cyperaceae
<i>Commelina elegans</i> L.	Siempreviva	Commelinaceae
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Siempreviva, sueldaconsuelda, mangona, canutillo, hierba de pollo, quesadillas, cohitre, campín gomoso, coyuntura	Commelinaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco, cadillo, masiquía	Compositae
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Venadillo, juanparado	Compositae
<i>Emilia sonchifolia</i> L. (D. C.)	Hierba socialista, pincelito, borlita, emilia.	Compositae
<i>Siegesbeckia jorullensis</i> H. B. K.	Botón de oro	Compositae
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Altamisa o ajenjo	Compositae
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo, amaranto	Amarantaceae
<i>Borreria alata</i> (Aubl) DC.	Borreria, botoncillo	Rubiaceae
<i>Solanum nigrum</i> Sendt	Hierba mora, yerba mora	Solanaceae

Fuente: Salazar e Hincapié (2007).

competencia para el cultivo de plátano se encuentra entre la siembra y los primeros cinco a seis meses de edad (S. Belalcázar et ál., 1991; Palencia et ál. 2006). Una vez las plantas de plátano son adultas se disminuyen las poblaciones de arvenses por efecto de la sombra. Sin embargo, se recomienda realizar manejo durante todo el ciclo de vida del cultivo:

- **Cultural:** incluye prácticas que brindan condiciones óptimas para que el cultivo se desarrolle normal y uniformemente. Entre estas se incluyen: siembra de material sano y de buena calidad, distancias de siembra adecuada, plan eficiente de fertilización integrada con base en un análisis de suelo y en los requerimientos del cultivo, y uso de coberturas con cultivos transitorios o con residuos de cosecha (*mulch*).

- **Manual:** también llamado plateo, se realiza con machete en la base de la planta en un radio de 1 m a partir del seudotallo (Moreno et ál., 2009). Es el método más recomendado en la etapa de establecimiento del cultivo, ya que permite mantener libre de arvenses (malezas) la zona del plato sin causar daños (Figura 26b).
- **Mecánico:** se realiza con la guadaña podando las arvenses a una altura de 5 cm antes de que florezcan, evitando descubrir totalmente el suelo (Moreno et ál., 2009) (Figura 26b).
- **Químico:** se basa en el uso de herbicidas para inhibir, retardar o eliminar arvenses dominantes en el cultivo. Sin embargo, se recomienda realizar este tipo de control teniendo en cuenta las dosis recomendadas y la época crítica de competencia, para evitar resistencia de las arvenses por presión de selección. La selección del herbicida depende del complejo de arvenses presentes y de la selectividad con el cultivo (S. Belalcázar et ál., 1991). El herbicida más utilizado en el cultivo de plátano es el glifosato con dosis de 100-200 ml/20 l de agua, dependiendo del tipo de arvense (Quintero y Carbonó, 2015). Adicionalmente, en una investigación realizada en Cenicafé (Rivera-Posada, 2000), se introdujo un equipo llamado 'Selector', el cual es de fácil manejo y permite realizar aplicaciones dirigidas en arvenses agresivas, manteniendo la presencia de arvenses nobles que funcionan como coberturas vegetales.

Descoline o deshije

Cada seis semanas se realiza la selección y eliminación de colinos. Mediante un barretón o barreno se elimina el punto de crecimiento, separando los colinos de la planta madre cuando estos se encuentran en un estado de desarrollo temprano, esto para evitar que el hijo inicie competencia con la madre por luz, nutrientes y espacio (Aranzazu et ál., 2002). Para disminuir el daño sobre el sistema radical se debe cortar el hijo a nivel del suelo o hasta el punto de crecimiento, o retirar el punto de crecimiento con un sacabocados (S. Belalcázar et ál., 1991) (Figura 27).



Figura 26 Manejo manual (a) y mecánico (b) de arvenses en plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).



Figura 27 Corte de hijo con palín (a) y daño del punto de crecimiento de un colino (b).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Desguasque o descalcete

Práctica recomendada con una periodicidad de 45 días. Para ello se realiza la remoción de las calcetas frescas del seudotallo con la ayuda de un machete previamente desinfectado, a nivel de la base del seudotallo; esto para evitar heridas que puedan ser puerta de entrada de plagas y enfermedades (Aranzazu et ál., 2002; Barrera, Cardona y Cayón, 2011). La eliminación de las calcetas frescas del seudotallo reduce la probabilidad del establecimiento de colonias de cochinillas, áfidos y posturas de huevos del complejo de picudos (oviposición) y la pudrición de las calcetas por la disminución en la acumulación de agua dentro de estas (Figura 28).



Figura 28 Retiro manual de calcetas del seudotallo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Destronque y repique

Eliminación del seudotallo de las plantas cosechadas con el propósito de disminuir la oviposición de picudos, así como disminuir la fuente de inóculo principalmente de enfermedades bacterianas (Aranzazu et ál., 2002). El destronque puede ser inmediato mediante la eliminación de todo el seudotallo y parte del cormo de la planta una vez esta se ha cosechado, o puede ser gradual mediante el corte periódico del seudotallo dejando unida esta estructura a la planta para que sirva como fuente de agua y nutrimentos en épocas de baja precipitación (Barrera et ál., 2011). Para esta práctica debe usarse un palín desinfectado con el cual se retira parte del cormo, dejando desnivel para evitar la acumulación de agua y, finalmente, cubriendo el corte con suelo para favorecer la cicatrización y evitar atracción de plagas (Figura 29). Una vez realizado el destronque, se recomienda repicar el material vegetal para favorecer su descomposición e incorporación al suelo, lo cual contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas, biológicas y químicas de este, y disminuye el desarrollo de enfermedades y el ataque de insectos.

Deshoje y despunte

En el deshoje se eliminan las hojas que presenten más de 50 % del área foliar afectada por sigatocas o que estén dobladas por daño mecánico; mientras que



Figura 29 Destronque inmediato de una planta cosechada.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

el despunte elimina únicamente partes de las hojas que estén afectadas por enfermedades o daños mecánicos (Aranzazu et ál., 2002). Esta práctica se realiza con el fin de favorecer la aireación y el ingreso de luz a la plantación, y eliminar el inóculo de los hongos causantes de la sigatoka amarilla y la sigatoka negra (Figura 30). Finalmente, se debe tener en cuenta mantener un mínimo de nueve hojas funcionales desde la aparición de la inflorescencia para evitar reducciones en el peso de los racimos (Cayón, Lozada y Belalcázar, 1995), por lo que se recomienda realizar la labor quincenalmente en época de lluvia y mensualmente en época de verano (Barrera et ál., 2011).



Figura 30 Deshoje con más de 50 % del área afectada por sigatoka.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Apuntalamiento y amarre

El volcamiento de plantas de las unidades productivas es causado por el efecto del viento y el peso del racimo cuando el anclaje de las plantas es deficiente. En el apuntalamiento se utilizan puntales fabricados con guadua como soporte rígido, los cuales soportan el peso delseudotallo y del racimo en el sentido contrario a la inclinación de la planta (Figura 31). Por otro lado, para el amarre se emplean cuerdas de polipropileno, las cuales se amarran entre la tercera y la cuarta hoja, anclando el extremo opuesto a plantas cercanas o a estacas, a una altura de 70 cm (Figura 31) (Barrera et ál., 2011).



(a)



(b)

Figura 31 Apuntalamiento (a) y amarre de plantas de plátano (b).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Manejo integrado de enfermedades

Los problemas fitosanitarios en cualquier cultivo no solo ocasionan reducción de la producción; adicional a ello, reducen la calidad del producto final y en casos extremos, dependiendo del agente causal, la pérdida total de la plantación. La producción del cultivo de plátano en Colombia se ve afectada por enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias, virus y nematodos fitoparásitos, entre otros. En este sentido, en el departamento de Cundinamarca los cultivos de plátano son afectados principalmente por el complejo de sigatoka, bacteriosis o pudrición acuosa, enfermedades virales, elefantiasis, moko de plátano y ataque de nematodos fitoparásitos.

El manejo integrado de las enfermedades mencionadas involucra la aplicación de un conjunto de medidas en busca de mantener las infecciones en niveles inferiores desde el punto de vista económico; dichas medidas se centran en la implementación de prácticas culturales, control biológico y químico, y la utilización de plantas mejoradas. Adicionalmente, se fundamenta en la implementación de medidas preventivas, entre las cuales sobresalen las labores culturales, reconocimiento de las enfermedades más limitantes para detectar su estado biológico e intensidad y la intervención mediante medidas específicas y de bajo riesgo (Alarcón y Jiménez, 2012).

Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y sigatoka amarilla (*M. musicola* Leach)

Los síntomas de la sigatoka negra (*M. fijiensis*) pueden confundirse con los de la sigatoka amarilla (*M. musicola*), especialmente en plantas jóvenes y en colinos ‘bandera’ u ‘orejones’, en los cuales las manchas individuales tienden a ser ovales o circulares. En este sentido, Aguirre-Gaviria, Castaño-Zapata y Zuluaga (2003) implementaron un método rápido de diagnóstico de la sigatoka negra y la amarilla; en dicha investigación, mediante el empleo de cristal violeta al 1 %, los autores lograron observar la tinción de los conidios, siendo la coloración más intensa en la cicatriz (hilio) o punto de inserción de los conidios con el conidióforo en *Paracercospora fijiensis* (estado anamorfo de *M. fijiensis*) y ausente en *Pseudocercospora musae* (estado anamorfo de *M. musicola*).

Los síntomas de sigatoka negra se caracterizan por presentar rayas y manchas de color café a negro que pueden cubrir toda el área foliar en forma descendente desde la tercera hoja más joven abierta; estas lesiones son más notorias y abundantes en el envés que en el haz (Merchán, 1998) (Figura 32b).

La sigatoka negra evoluciona en la planta a través de seis grados que se manifiestan en lesiones pequeñas de color amarillo (< 1 mm) en el envés de las hojas (grado 1); con el tiempo estas manchas son visibles en el haz, en forma de rayas que cambian a colores café y negro (grado 2); dichas lesiones se alargan y amplían, alcanzando de 2 a 3 cm de longitud (grado 3); luego se tornan elípticas y necróticas, de color café en el envés y negro en el haz (grado 4). Posteriormente, las manchas negras son rodeadas de un halo amarillo con centro ligeramente hundido (grado 5), el cual finalmente toma una coloración gris rodeado por un anillo negro definido y un halo amarillo, donde se pueden observar los peritecios (grado 6) (Alarcón y Jiménez, 2012; Merchán, 1998).

Por otro lado, la sigatoka amarilla se caracteriza por desarrollar estrías amarillas o parduscas; posteriormente, dichas manchas se tornan de color café oscuro rodeadas por un halo amarillo definido; finalmente, las manchas se unen causando la muerte del tejido afectado (Aranzazu et ál., 2002) (Figura 32b).



Figura 32 Síntomas de sigatoka negra (a) y sigatoka amarilla (b).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

En el caso de las sigatokas, el control cultural mediante prácticas de deshoje fitosanitario es una parte fundamental en el manejo de la enfermedad. Sin embargo, se debe tener conocimiento sobre el cultivo y/o variedad de plátano, su susceptibilidad a la enfermedad, su fenología y los órganos afectados, así como las características climáticas de las zonas donde son establecidos los cultivos (Orozco-Santos et ál., 2008). En este sentido, a continuación se mencionan aspectos considerados como primordiales para hacer frente al complejo de sigatokas:

Deshoje fitosanitario: las hojas son fuente de inóculo de la enfermedad, por lo que el manejo de estas es importante para disminuir la esporulación del patógeno a través del tiempo. El propósito de esta práctica es eliminar total o parcialmente el tejido afectado de las plantas y junto con este, los propágulos del hongo (Orozco-Santos et ál., 2008). Para ello, se realiza la eliminación de la parte apical de la hoja (despunte), la eliminación de toda la hoja cuando presente más de la mitad del área foliar afectada (deshoje), la eliminación de una parte de la hoja afectada (cirugía) y la eliminación de la mitad longitudinal de la hoja cuando presente infección alta (deslamine) (Alarcón y Jiménez, 2012). En las regiones en que se encuentre presencia de sigatokas, se recomienda realizar las prácticas mensualmente en los meses de menor precipitación y cada 15 días en temporada de lluvias (Orozco-Santos et ál., 2008).

Manejo de drenaje: la realización de drenajes permite la eliminación de los excesos de agua dentro de las plantaciones y reduce la humedad relativa favorable para el desarrollo del patógeno, incrementando a su vez el ritmo de emisión foliar de las plantas (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2013).

Nutrición de la planta y fertilidad del suelo: en suelos poco fértiles, la emisión foliar se retrasa y se afecta el desarrollo normal de las plantas; esta condición se encuentra relacionada con el ataque de sigatokas, ya que entre más pobre sea el crecimiento del hospedero, la enfermedad se tornará más severa (Orozco-Santos et ál., 2008). Para contribuir al control de las enfermedades, es necesario optimizar las condiciones de crecimiento de las plantas mediante el sostenimiento del balance de nutrimentos en niveles óptimos, especialmente de calcio, magnesio y potasio, así como la relación nitrógeno/potasio para incentivar la vigorosidad de las plantas y disminuir su predisposición al ataque de los patógenos (Romero, 1998).

Manejo de la densidad de población: las altas densidades de siembra permiten el incremento de la producción por unidad de superficie, ocasionando menor severidad de sigatokas. Esto último se da por la modificación de la humedad relativa y la temperatura dentro de la plantación, las cuales afectan la formación de agua condensada sobre las hojas, indispensable para la germinación de los propágulos del hongo; adicionalmente, se reduce la cantidad de luz en el interior de la plantación disminuyendo, por fotosensibilidad, la actividad de las toxinas degradadoras de las células vegetales (Álvarez y Beltrán, 2003; Belalcázar, Rosales y Espinosa, 2003).

Control de arvenses: se conocen reportes que señalan el efecto del control de arvenses sobre el incremento de la aireación, la disminución de la humedad relativa del ambiente y la eliminación de hospederos alternos de enfermedades. Sin embargo, existe poca información sobre el efecto específico de las arvenses sobre la severidad de las sigatokas. No obstante, es una práctica que debe ser incluida en los planes de manejo de la enfermedad (Orozco-Santos et ál., 2008).

Control químico: los fungicidas utilizados suelen agruparse según su mecanismo de acción en ingredientes activos de contacto o protectantes, de acción sistémica local y sistémica. Adicionalmente, estos productos requieren coadyuvantes

como aceites agrícolas y emulsificantes; los primeros poseen un efecto fungistático y permiten mejor penetración, distribución y permanencia en el tejido foliar del producto aplicado; mientras que los segundos facilitan la mezcla de aceite y agua, cuando se aplica un fungicida en emulsión. Por otra parte, actualmente se están implementando programas de control intensivo basados en el uso exclusivo de fungicidas protectantes mezclados únicamente con agua, suprimiendo totalmente el uso del aceite agrícola (SAGARPA, 2013). En este contexto, en cultivos tecnificados y semitecnificados de amplias extensiones, el control químico es el método más empleado; no obstante, este tipo de manejo debe implementarse responsablemente bajo la asesoría técnica de un profesional, incluyendo la rotación de grupos químicos para evitar la resistencia del patógeno, tratando de cumplir los lineamientos del comité de acción contra la resistencia a fungicidas.

Bacteriosis (*Dickeya chrysanthemi*)

La bacteria *Dickeya chrysanthemi* es el agente causal de la enfermedad conocida como bacteriosis o pudrición acuosa. Esta se caracteriza por su capacidad para degradar los órganos suculentos de sus hospederos y por sobrevivir largos periodos de tiempo en el suelo y en desechos vegetales, lo cual genera infecciones latentes (Franco y Stefanova, 2008). Se presenta generalmente en época de verano, ocasionando pérdidas hasta del 100 % en plantaciones en las cuales no se toman las medidas de manejo respectivas (Aranzazu et ál., 2002).

Las plantas afectadas desarrollan inicialmente una quemazón en el borde de las hojas más viejas que luego avanza a toda la lámina foliar, ocasionando un amarillamiento total de la hoja (Alarcón y Jiménez, 2012). El síntoma principal se presenta en losseudotallos, en los que se observa una pudrición acuosa acompañada de manchas translúcidas, de color amarillento al inicio y rojizo a castaño oscuro en sus últimas instancias. La enfermedad se presenta en la parte media de la planta, produciendo un debilitamiento que ocasiona doblamiento (Figura 33), acompañado de un olor fétido fuerte que atrae a insectos plaga (picudos), los cuales agravan el problema al diseminar la bacteria en las plantaciones (Alarcón y Jiménez, 2012; Aranzazu et ál., 2002).



Figura 33 Pudrición acuosa (a) y doblamiento del seudotallo (b) en plantas de plátano.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Manejo preventivo: para prevenir la diseminación de la enfermedad se recomienda realizar el control de arvenses como pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y lengua de vaca (*Rumex crispus*). Igualmente, la utilización de material vegetal sano proveniente de plantaciones vigorosas, cuyos cormos no presenten pudrición, así como realizar deshoje y descalcete; esto último para evitar que la bacteria se desplace por los tejidos del seudotallo (por las yaguas) hasta la parte basal de los cormos (Alarcón y Jiménez, 2012). Otra práctica preventiva es incluir un manejo adecuado y eficiente de la fertilización integrada haciendo especial énfasis en elementos como potasio y boro (Alarcón y Jiménez, 2012; Aranzazu et ál., 2002; Bolaños-Benavides y Belalcázar-Carvajal, 2000), así como la aplicación de organismos antagonistas al suelo como *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis*, entre otros. Por otro lado, S. Belalcázar et ál. (1998) afirman que la alta incidencia del picudo rayado *Metamasius hemipterus*, incrementa la dispersión de la bacteria en campo, por lo que es necesario implementar trampas para control de picudos dentro de los lotes.

Intervención: una vez identificada la enfermedad en las plantaciones se recomienda eliminar las plantas afectadas, picarlas y aplicar cal viva a los residuos, además de desinfectar las herramientas con hipoclorito de sodio al 2,5 % en la erradicación y luego cuando se realizan las prácticas culturales de planta en planta (Alarcón y Jiménez, 2012).

Virus del mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*) y virus del rayado del banano (*Banana streak virus*)

En Colombia, en el cultivo de plátano diferentes autores han descrito enfermedades virales como el mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*, CMV) (Betancourt y Alarcón, 2002; Castaño, Gálvez, Arroyave, Velasco y Morales, 1995); el rayado del banano (*Banana streak virus*, BSV) (Reichel, Belalcázar, Múnera, Pérez y Arévalo, 1998); el mosaico suave del banano (*Banana mild mosaic virus*, BanMMV) (Reichel, Martínez, Arroyave, Sedano y Morales, 2003) y el mosaico de las brácteas del banano (*Banana bract mosaic virus*, BBrMV) (S. Belalcázar et ál., 1998; Betancourt y Alarcón, 2002). Sin embargo, a pesar de su reporte en otras partes del mundo, el virus del cogollo racemoso (*Banana bunchy top virus*, BBTV) no se ha detectado en Colombia, pero sí el pulgón *Pentalonia nigronervosa* Coquerel (Bustillo y Sánchez, 1981), que es considerado su principal vector. De acuerdo con esto, las enfermedades virales del mosaico del pepino y del rayado del banano, ocasionadas por el CMV y por distintas especies del BSV (BSOLV, BSGFV, BSMYV, etc.), respectivamente, son consideradas como las más limitantes por su amplia distribución y por la severidad de los síntomas.

En plátano, los síntomas más comunes del BSV se describen como rayados cloróticos en las láminas foliares, hinchamiento y cuarteamiento del seudotallo (Figura 34b), disminución del tamaño del racimo y atrofia total de la planta; además, se puede llegar a presentar una modificación en la filotaxis, que se manifiesta por medio del ordenamiento de las hojas en un solo plano en lugar de la espiral característica de este género de plantas (López-Cardona, Villegas-Estrada y Arango-Isaza, 2014).

En casos severos esta enfermedad puede llegar a producir necrosis en la hoja cigarro, necrosis interna de los tejidos y colapso del seudotallo, lo cual conlleva a la muerte de la planta (Lockhart, 1996; Higginson, 2007). Adicionalmente, los racimos pueden llegar a verse afectados ya que son emitidos lateralmente a través del seudotallo debido a la obstrucción en la salida de la flor; por tanto, tienen retrasos en el tiempo de aparición y una reducción en el tamaño. Los

frutos presentan necrosamiento tanto interna como externamente, además de un cambio en las características organolépticas y una disminución del grosor de la cáscara (Daniells, Geering, Bryde y Thomas, 2001; Higginson, 2007).

Los virus causantes de BSD son diseminados por medio de la utilización de material enfermo para su propagación vegetativa, ya sea por medio de cormos o de vitroplántulas. Del mismo modo, son transmitidos por medio de vectores entre los que se encuentran los pseudocóccidos *Planococcus citri*, *Saccharicoccus sachari*, *Planococcus minor* y *Dysmicoccus brevipes* (González-Arias, Font y Miranda, 2002; Higginson, 2007; Jones y Lockhart, 1993; Kubiriba, Legg, Tushemereirwe y Adipala, 2001; Matilde-Ferrero y Williams, 1995). Por otro lado, estudios realizados por Lockhart y Jones (1999) han descartado el hecho de que esta enfermedad se transmita por medio de herramientas de corte o prácticas culturales.

El CMV se caracteriza por generar clorosis y/o mosaicos en la lámina foliar, causando la muerte de la hoja bandera y deformaciones en hojas, racimos y frutos (Aranzazu et ál., 2002; S. Belalcázar et ál., 1991) (Figura 34b). Este virus es diseminado por medio de la utilización de material enfermo para la multiplicación del material vegetal; además, es transmitido por las especies de insectos *Aphis gossypii*, *Rhopalosiphum maidis*, *Aphis craccivora*, *Rhopalosiphum prunifolia* y *Myzus persicae*, áfidos que cumplen su papel como vectores semipersistentes.

El plátano no es un huésped natural del virus; aun así, los cultivos se ven afectados por la enfermedad debido a la interacción planta-insecto, donde los vectores del organismo la adquieren de plantas infectadas, las cuales en su mayoría son especies de arvenses. Las arvenses más importantes dentro del rango de plantas que actúan como huéspedes naturales pertenecen a los géneros *Solanum* spp., *Commelina* spp., *Datura* spp., *Ricinus* spp., *Desmodium* spp., *Crotalaria* spp., y *Paspalum* spp. Este virus, a diferencia del BSV, es transmitido mecánicamente; por lo tanto, el uso de herramientas con las que se hayan realizado labores en plantas enfermas puede ocasionar la transmisión del virus (S. Belalcázar et ál., 1991; Lockhart, 1996).



Figura 34 Síntomas del BSV (a) y del CMV (b) en plátano Dominico Hartón.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Según Teycheney (2009) las plantas cuentan con pocas fuentes de resistencia natural contra virus, lo cual hace que el mejoramiento resulte muy difícil; por lo tanto, el control de enfermedades virales en plantas se basa principalmente en diagnósticos, control estricto del movimiento de germoplasma, erradicación de plantas enfermas y uso de material de siembra certificado libre de virus y, en menor grado, el control de insectos vectores.

Manejo preventivo: el diagnóstico visual es una técnica útil en reconocimientos iniciales en campo. Sin embargo, no es posible realizar una detección temprana, por lo que es necesaria la implementación de técnicas de diagnóstico inmunológico y/o molecular, llevadas a cabo por entidades de protección fitosanitaria especializadas. Adicionalmente, se debe controlar el movimiento de material de siembra para evitar la entrada de los problemas virales a zonas reportadas

como libres de las enfermedades, así como la utilización de material certificado vendido en viveros y/o propagado *in vitro*.

Intervención: cuando en las plantaciones se observan síntomas de las enfermedades virales, la forma más efectiva de evitar que se dispersen es mediante la erradicación oportuna de las plantas infectadas y de aquellas aledañas a estas. Las plantas erradicadas deben ser reemplazadas con material de siembra certificado libre de virus, implementando la desinfección periódica de herramientas, la fertilización de acuerdo con análisis de suelo, el control biológico y químico de arvenses hospederas e insectos vectores y las prácticas de destronque y descalcete.

Moko de plátano (*Ralstonia solanacearum* Raza 2)

El moko o maduraviche, enfermedad causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* Raza 2, es considerada como la enfermedad bacteriana más importante que afecta a las musáceas en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Dada su epidemiología, es una amenaza latente en zonas donde aún no ha sido reportada (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica], 2016). Las pérdidas generadas por esta enfermedad pueden llegar a ser totales, dado que los frutos se ven afectados severamente. Los mayores costos de manejo se relacionan con la aplicación de medidas de erradicación y tiempos cuarentenarios (Bejarano, 2010; Castañeda y Espinosa, 2005; Yabuuchi et ál., 1992).

Las plantas de plátano expuestas a la enfermedad desarrollan pudriciones en cormos, acompañadas de secamiento de las raíces, líneas marrones y círculos negros en la zona donde se forman las raíces. En plantas jóvenes, la hoja bandera se torna clorótica con bordes secos de la punta hacia la nervadura central; posteriormente se seca y muere (Figura 35b).

En plantas adultas se observa marchitamiento general de las hojas, acompañado de la deformación y flacidez de una de las tres hojas más jóvenes o la hoja bandera (Figura 35b). Por otro lado, hacia el centro delseudotallo, se aprecian círculos entre amarillos y café claro al inicio, que luego cambian a pardo negro. En cortes longitudinales, se aprecian hilos de color café rojizo que inician en el cormo y suben a través de los haces vasculares (Figura 36).

Finalmente, en el raquis se observan puntos de color rojizo a café oscuro, mientras que los frutos de los racimos presentan cáscaras con coloración amarilla rojiza y color negro de todo el racimo, pulpa amarilla, dedos irregulares, maduración rápida, ahuecamiento de los frutos y coloración negra con exudado bacteriano (Figura 37).



(a)

(b)

Figura 35 Síntomas de moko de plátano en plantas jóvenes (a) y adultas (b).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

En la actualidad no se conoce un producto comercial que elimine a la bacteria de las plantas o suelo contaminados. Los esfuerzos se encaminan a sustituir los tratamientos de desinfección de suelo con productos biocidas y de herramientas con productos a base de amonio cuaternario por diferentes desinfectantes (Pérez, 2009). La enfermedad se debe manejar preventivamente, utilizando material de propagación libre de la enfermedad, preferiblemente certificado por el ICA. Las plantaciones deben estar libres de arvenses, todos los operarios provenientes de otras zonas deben desinfectar sus botas en soluciones de hipoclorito



Figura 36 Síntomas de moko de plátano en pseudotallo. Corte transversal (a) y longitudinal (b).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).



Figura 37 Síntomas de moko de plátano en raquis (a) y racimo (b).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

de sodio, al igual que todas las herramientas. Las estrategias desarrolladas en Colombia para el control de la enfermedad se han encaminado a encontrar alternativas que reduzcan las prácticas contaminantes.

Al percatarse de alguno de los síntomas en las plantaciones, se deben zonificar las parcelas (Figura 38) e informar inmediatamente al ICA para implementar el manejo de la enfermedad de acuerdo con las zonas comprometidas (zonas roja, amarilla y verde) y con el esquema de manejo recomendado por CIAT e ICA (Alarcón y Jiménez, 2012; Álvarez, Llano, Loke, Meza y Triviño, 2007). Este manejo se describe a continuación:



Figura 38 Zonificación de un área afectada por *R. solanacearum*. Esquema desarrollado por CIAT e ICA (2007). Fuente: Modificado de Alarcón y Jiménez (2012).

Zona roja: es la fuente o inóculo de la enfermedad; encierra a la planta enferma y cinco metros alrededor de ella; y debe ser tratada con sumo cuidado para que no se presente la transmisión de la bacteria a otras áreas sembradas dentro de la finca u otras fincas. En esta zona se deben realizar las siguientes actividades:

- Encerrar el foco con cinta o alambre, incluyendo las plantas que se encuentren a cinco metros de la planta enferma.
- Dejar una sola entrada al foco, colocando recipientes plásticos que contengan hipoclorito de sodio al 2,5 % para desinfectar el calzado.
- Utilizar las mismas herramientas y ropa en cada foco y no usarlas en el resto de la finca.

- Erradicar (*in situ*) las plantas enfermas y las sanas alrededor, inyectándole alseudotallo 50 ml de glifosato al 20 %, por planta adulta y 5 ml para colinos.
- Cuando las plantas se sequen, se deben arrancar y picar en el mismo sitio, evitando que se presenten salpicaduras y desinfestando las herramientas constantemente.
- Controlar arvenses con herbicidas.
- Aplicar al suelo y a la planta picada 0,5 l/planta de microorganismos como *Trichoderma* spp. (12,5 g/20 l de agua).
- Sembrar e incorporar 1 kg/m² de flor de muerto (*Tagetes patula*).
- Aplicar de 12 a 20 l/sitio de lixiviados de compost de raquis de plátano, o la mezcla de este con *Tagetes patula* (20 kg/200 l) y roca fosfórica (10 kg/55 gal o de 5 a 10 kg/m²).
- Manejo de picudos con trampas hechas deseudotallo, recolectando los insectos periódicamente o aplicando 200 ml/trampa de *Beauveria bassiana* (5 g/l).
- Realizar manejo de gusano tornillo mediante trampas hechas con recipientes que contengan melaza y un insecticida para capturar los adultos. Las plantas afectadas severamente deben ser erradicadas y destruidas inmediatamente.

Zona amarilla: es considerada como una zona de seguridad que impide que la enfermedad sea diseminada a las áreas productivas y al resto de la finca. En esta zona se deben realizar las siguientes actividades:

- Encerrar y señalar con cinta o guadua la zona; esta debe cubrir al menos 5 m alrededor de la zona roja.
- Monitorear permanentemente la zona para detectar brotes de la enfermedad.
- No permitir el paso de personas no autorizadas, ni el tránsito de vehículos.
- Desinfestar el calzado, llantas de vehículos y las herramientas con soluciones de hipoclorito de sodio al 2,5 %. Para esto usar bandejas para el calzado, recipientes para las herramientas y fumigadora para las llantas de carro.

- Aplicar roca fosfórica en dosis de 5-10 kg/m² o 10 kg/55 gal.
- Aplicar lixiviados de compost de raquis de plátano a razón de 2 l/bomba de 20 l.
- Controlar arvenses con herbicidas.
- Aplicar fosfito de potasio foliar (inductor de resistencia) con dosis de 20 ml/l y 250-500 ml/planta cada tres meses.
- Armar e instalar trampas para manejo de picudos y gusano tornillo.

Zona verde: corresponde a la plantación que se encuentra libre de la enfermedad y cuyo producto es comercializable, si se realizan labores de manejo preventivo. En esta zona se deben realizar las siguientes actividades:

- Monitorear permanentemente las parcelas para detectar plantas afectadas.
- Sembrar material de plátano certificado por el ICA.
- Evitar el ingreso de vehículos, personal no autorizado y animales.
- Fertilizar de acuerdo con el análisis de suelo, los requerimientos del cultivo y su etapa fenológica.
- Desinfestar botas, herramientas y llantas de vehículos con hipoclorito de sodio al 2,5 %.
- No sembrar musáceas a menos de 10 m de fuentes de agua como canales de riego, riachuelos y/o ríos.
- Evitar herir las plantas al realizar labores agronómicas.
- Realizar trampas para manejo de picudos y gusano tornillo.
- Capacitar y propiciar una estabilidad laboral a los trabajadores disponibles en la finca.

Elefantiasis

La infección de las plantas próximas a emitir el escapo floral se presenta como un aumento exagerado del diámetro del seudotallo cerca al suelo, el cual causa ruptura de las yaguas o calcetas externas, generalmente en sentido transversal; las plantas afectadas presentan volcamiento por rompimiento del seudotallo en la parte más estrecha del cormo (Arango y Fernández, 1984) (Figura 39).



Figura 39 Síntomas de elefantiasis en plantas madre (a) y colinos (b) de plátano Dominico Hartón.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Las plantas afectadas producen bajo número de colinos, los cuales generalmente son emitidos a partir de yemas necróticas; se presenta pudrición húmeda que cubre de 5 a 10 cm de la parte basal del seudotallo y la circunda (Arango y Fernández, 1984). Por otro lado, estudios realizados por Álvarez y Aliaga (2017) en los municipios de Ulloa y Alcalá en el departamento de Valle del Cauca, permitieron observar incidencias de 6 % a 30 % y reducciones en el rendimiento de 9 % a 71,6 %, para los cultivares de Gros Michel y Dominico Hartón, respectivamente.

Estudios han asociado el daño con especies de *Fusarium* y al ataque de nematodos fitoparásitos (Zarate, 1982; Arango y Fernández, 1984) y su transmisión ha sido atribuida a la siembra de material enfermo, aunque no se ha comprobado su transmisión por herramienta o el ataque de insectos (Aranzazu et ál., 2002).

Sin embargo, mediante análisis moleculares como extracción de ADN de rizoma y raíz a 80 muestras de plantas de los cultivares de Gros Michel y Dominico Hartón, Álvarez y Aliaga (2017) reportaron resultados positivos para fitoplasmas, lo cual representa el primer informe de un fitoplasma del grupo 16SrI asociado con la enfermedad de la elefantiasis de plátano y banano en Colombia.

De acuerdo con los estudios realizados sobre este disturbio y sus posibles agentes causales, el manejo de la enfermedad es netamente preventivo y se hace mediante prácticas de intervención como la eliminación de plantas enfermas, la aplicación de cal agrícola en el sitio afectado, la siembra de material vegetal sano que no provenga de lugares donde se haya observado la enfermedad y la realización oportuna de las prácticas culturales. Adicionalmente, dada la relación de la enfermedad con patógenos del suelo como *Fusarium* y nematodos fitoparásitos (Zarate, 1982; Arango y Fernández, 1984), se recomienda un adecuado manejo del suelo mediante la aplicación de enmiendas orgánicas de buena calidad y microorganismos benéficos.

Nematodos fitoparásitos

El complejo de nematodos del plátano incluye a los géneros *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Radopholus* (Guzmán-Piedrahita y Castaño-Zapata, 2005). El ataque de estos organismos es una puerta de entrada a los causantes de enfermedades de importancia económica como el moko de plátano y la elefantiasis; esto debido a los daños causados al sistema radical (lesiones y pudrición). Sus hábitos de ectoparásitos y endoparásitos sirven como punto de referencia para su identificación y regulan en gran medida el daño que causan. Como consecuencia de la afectación del sistema radical se presentan síntomas aéreos como el debilitamiento de la planta, clorosis, defoliación, aumento del ciclo vegetativo y disminución de la altura de la planta, volcamiento, bajos rendimientos y escasa respuesta a la fertilización.

El material de siembra infectado es la principal fuente de diseminación de los nematodos; por lo tanto, el manejo efectivo de este problema implica prácticas agronómicas preventivas como la siembra de material certificado o libre de nematodos fitoparásitos, la limpieza de herramientas y de botas o zapatos al pasar de un lote a otro, la eliminación de arvenses, la eliminación de residuos de cosecha, el tratamiento del material de siembra con productos nematicidas y la rotación con cultivos que no sean hospederos de nematodos. Adicionalmente, se recomienda la aplicación de enmiendas orgánicas (compost, lombricompost) HFMA, *Trichoderma* spp. (Bautista et ál., 2015), *Paecilomyces lilacinus* (Valencia-Serna, Guzmán-Piedrahita, Villegas-Estrada y Castaño-Zapata, 2014), *Pasteuria penetrans* y *Lecanicillium lecanii*; la siembra de plantas antagónicas como *Crotalaria*, *Tagetes patula*, *T. erecta* (Kimpinski, Arsenault, Gallant y Sanderson, 2000) y caléndula alrededor de las plantas, así como realizar plateos amplios y establecer cuarentenas en caso de que se presenten ataques severos.

Debido a que el material de siembra certificado es muy difícil de conseguir, el agricultor puede obtener cormos de calidad mediante la limpieza sanitaria de estos. Dicha limpieza consiste en realizar cortes o pelar con un cuchillo, el tejido necrótico de los cormos afectados por nematodos fitoparásitos y picudos, máximo hasta cinco centímetros antes de la zona donde se forman las raíces llamada “región de Mangin”, de tal manera que se obtengan al final cormos de color crema claro (González-Cardona y Guzmán-Piedrahita, 2011; Guzmán-Piedrahita et ál., 2012).

Manejo integrado de insectos plaga

Según la FAO (1990) una plaga es cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. En un sentido más amplio, una plaga se define como cualquier especie animal que el hombre considera perjudicial a su persona, a su propiedad o al medioambiente. De modo que existen plagas de interés médico (como zancudos, chirimachas y otros parásitos y vectores de enfermedades humanas); plagas de interés veterinario (como piojos y garrapatas del ganado); plagas caseras (como cucarachas y moscas); plagas de productos almacenados (como diversos insectos y roedores); y las plagas agrícolas que dañan los cultivos (Cisneros, 1995). De acuerdo con esto último, una plaga agrícola es una población de animales fitófagos (que se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción, enfocado bajo un criterio esencialmente económico (Cisneros, 1995).

Las principales plagas que afectan el cultivo de plátano son el complejo de picudos compuesto por los picudos negros (*Cosmopolites sordidus*), rayados (*Metamasius hemipterus*) y amarillos (*M. hebetatus*), y el gusano tornillo (*Castniomera humboldti*) (Vallejo, 2002). Estas especies son insectos perforadores, que realizan galerías en el seudotallo y el cormo (Figura 40) afectando directamente el suministro de agua y nutrientes de la planta lo cual causa amarillamiento, bajo desarrollo de las plantas y del racimo, y en ataques severos impide el desarrollo de la hoja bandera (S. Belalcázar et ál., 1991). El daño indirecto causado por estas especies de insectos es a través de las heridas ocasionadas, ya que son la entrada a enfermedades como la bacteriosis y el moko de plátano (Castrillón, 2000).

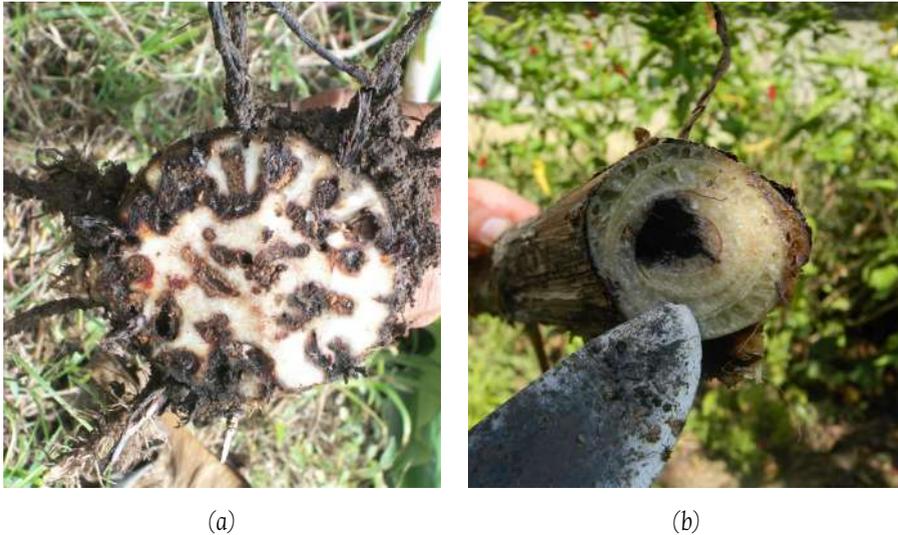


Figura 40 Daños de complejo de picudos (a) y gusano tornillo (b) en la finca El Silencio, vereda Montefrío, municipio de Chaguaní.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Complejo de picudos (*C. sordidus*, *M. hemipterus* y *M. hebetatus*)

Picudo negro (*C. sordidus*): es considerado como la plaga de mayor importancia económica en el cultivo de musáceas, debido a su amplia distribución, por causar reducciones del rendimiento hasta del 60 % y porque acorta el periodo de vida de los cultivos (Castrillón, 2000; Cubillo, Laprade y Vargas, 2001). El adulto de picudo negro posee un cuerpo alargado, de 1,1 cm en promedio, estrecho, de color negro brillante, con estrías y pequeños poros a lo largo de los élitros. Las patas son largas y finas, la cabeza es pequeña y presenta un pico oscuro, largo y curvo (Vallejo, Sánchez y Salgado, 2007) (Figura 41).

El adulto oviposita huevos blancos, alargados, individuales y en hoyos generalmente excavados con su pico en la base de la planta sobre tejido sano (Gold y Messiaen, 2000; Montellano, 1954). El huevo tarda entre 3 y 12 días en eclosionar. El daño más importante es generado en el corno por la larva, la cual presenta una longitud promedio de 1,25 cm, no desarrolla patas, cuenta con



Figura 41 Adulto de picudo negro (*C. sordidus*).

Fuente: Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, n.º cat.: 140 (AGROSAVIA, 2017).

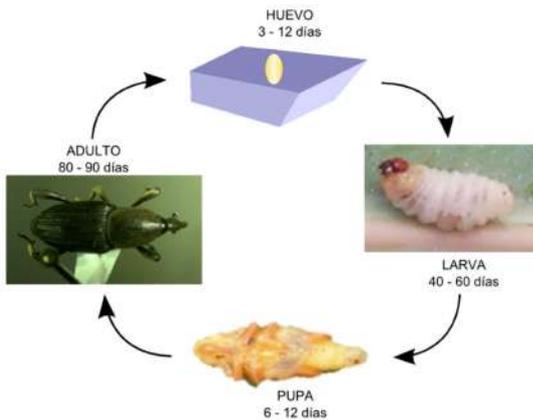


Figura 42 Ciclo de vida del picudo negro (*C. sordidus*).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

cabeza color ámbar, cuerpo segmentado en forma de “C” de color blanco, con antenas cortas y gruesas de color marrón oscuro. La larva puede durar de 40 a 60 días consumiendo alimento antes de convertirse en adulto; para esto, debe pasar por un estado de pupa. La pupa mide en promedio 1,27 cm, es de color ambarino, textura suave y presenta las extremidades separadas del cuerpo del insecto (Vallejo et ál., 2007) (Figura 42).

Picudo rayado (*M. hemipterus*): se considera plaga secundaria en el cultivo de plátano (S. Belalcázar et ál., 1991) dada la incapacidad de entrar por sí sola a la planta. Sin embargo, su daño es significativo en plantaciones donde se presenten daños de picudo negro, gusano tornillo, volcamientos y falta de manejo con prácticas como destronque y repique (Castrillón, 2000). Los adultos presentan una coloración negra y naranja con élitros estriados (Figura 43). Esta especie posee un comportamiento diurno y una atracción natural a material en descomposición alto en azúcares, en el que oviposita de 400 a 500 huevos en el ciclo de vida de la hembra.



Figura 43 Adulto de picudo rayado (*M. hemipterus*).

Fuente: Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, n.º cat.: 141 (AGROSAVIA, 2017).

Los huevos de picudo rayado son elípticos, de color amarillo crema; miden en promedio 1,38 mm de largo y 0,5 mm de ancho y eclosionan entre 3 y 12 días después de la postura. La larva presenta una longitud promedio de 1,8 cm; su cuerpo segmentado es de color blanco crema, que con el pasar de los días se torna amarillo crema; su cabeza presenta una coloración ámbar oscuro; carece de patas y presenta un ensanchamiento característico en la parte media del cuerpo. La larva permanece de 40 a 60 días alimentándose antes de entrar a estado de pupa, en el cual dura entre 6 y 12 días antes de convertirse en adulto. La pupa de picudo rayado, contrario a la pupa de picudo negro, se envuelve en un capullo que inicialmente es blanco y luego se torna amarillo cremoso (Figura 44) (Restrepo, Rivera y Raigosa, 1982).

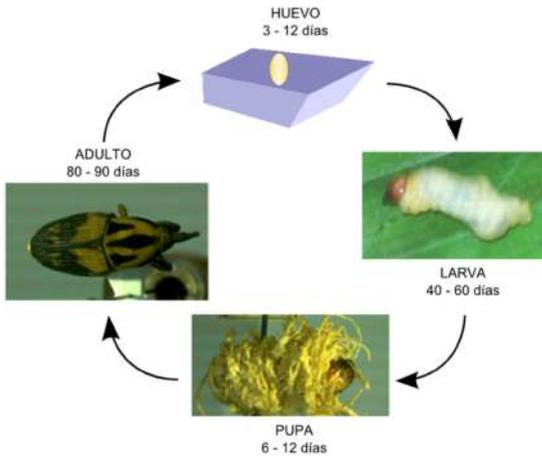


Figura 44 Ciclo de vida de picudo rayado (*M. hemipterus*).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Picudo amarillo (*M. hebetatus*): también se considera una plaga secundaria en nuestro país. Posee un cuerpo alargado y estrecho, con estrías a lo largo de los élitros. Las patas son largas y finas, la cabeza es pequeña, y presenta un pico, largo y curvo. Se caracteriza por presentar dos bandas semicirculares de color naranja sobre sus alas (Figura 45) (Sepúlveda-Cano y Rubio-Gómez, 2009).



Figura 45 Adulto de picudo amarillo (*M. hebetatus*).
Fuente: Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, n.º cat.: 142 (AGROSAVIA, 2017).

Manejo integrado del complejo de picudos

Control cultural: los picudos son susceptibles a la desecación, están relacionados con ambientes húmedos y de baja luminosidad, por lo que es usual encontrarlos entre las calcetas, en el suelo cerca a la base de la planta y en residuos

del cultivo (Gold y Messiaen, 2000). Es por esto por lo que la implementación de prácticas culturales como descalcete, destronque y repiques con las que se favorece la rápida descomposición de material vegetal, permiten disminuir los ambientes propicios para el desarrollo y reproducción de estos insectos y, por lo tanto, controlar las poblaciones (S. Belalcázar et ál., 1991; Aranzazu et ál., 2002).

Control mecánico: para el complejo de picudos se ha reportado que el control a través de trampas realizadas a partir de residuos de seudotallo y trampas tipo caída usando cebos de material en descomposición, reduce las poblaciones y los daños en plantaciones de musáceas (Tinzaara et ál., 2005; Alpízar, 1999). Con relación a esto, las trampas más utilizadas son:

- **Trampa tipo sándwich:** consiste en un trozo de seudotallo de unos 30 cm de largo cortado longitudinalmente y dentro del cual se colocan cuñas para permitir la entrada de los adultos (Figura 46b).
- **Trampa tipo disco o cepa:** trozo de seudotallo cortado transversalmente con cuñas entre los dos segmentos para permitir la entrada de los adultos (Figura 46b).
- **Trampa tipo bisagra o cepa modificada:** se realiza un corte a nivel del suelo, sobre una planta cosechada; posteriormente, se vuelve a tapar con los trozos del seudotallo y mediante un corte en forma de cuña entre los materiales se facilita la entrada de los insectos (Figura 47).
- **Trampa tipo cuña:** se realiza sobre el seudotallo de una planta cosechada o en cultivos de primer ciclo, cuando no se dispone de material vegetal suficiente para realizar otro tipo de trampa; se aprovechan plantas de bajo vigor en las que se realiza un corte en forma de cuña en el seudotallo y se vuelve a encajar sobre un trozo de hoja que permita la entrada de adultos de picudo (Figura 48b).
- **Trampas de fermentación:** compuesta por residuos de plátanos maduros sobre hojas de plátano, trozos de guadua cortados longitudinalmente o recipientes plásticos, los cuales deben ser cubiertos con hojas (Figura 48b).



Figura 46 Trampas tipo sándwich (a) y tipo disco (b).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).



Figura 47 Trampa tipo bisagra.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

El número de trampas para monitoreo es de cuatro trampas por hectárea. Cuando en este monitoreo se presentan promedios de captura de más de cinco adultos es necesario realizar un manejo integrado, donde se tenga en cuenta el aumento de la densidad de trampas, de 20 a 30 trampas/ha según el nivel poblacional que se presente (Alarcón y Jiménez, 2012). Adicionalmente, la renovación de las trampas debe ser mensual para las trampas realizadas a partir del seu-dotallo, mientras que las trampas realizadas con fruto sobremaduro se deben renovar quincenalmente.



(a)



(b)

Figura 48 Trampas tipo cuña (a) y de fermentación (b).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Control biológico: se debe tener en cuenta que las trampas deben estar acompañadas de un producto que evite el escape de adultos. Para esto se utilizan generalmente insecticidas de amplio espectro. Sin embargo, los insecticidas no solo matan al insecto plaga, sino que también afectan poblaciones de controladores biológicos de los géneros *Dermaptera* sp., *Onthophagus* sp., y *Hololepta* sp. (Castrillón, 1989). En este contexto, dado el impacto ambiental causado por

el uso desmedido de estos productos químicos, se ha planteado la necesidad de emplear productos biológicos como los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Aranzazu et ál., 2002; Carballo-Vargas y Arias de López, 1994).

Control etológico: el control etológico hace referencia a la utilización de feromonas, atrayentes, cebos y/o repelentes que modifican el comportamiento de los insectos (Cisneros, 1995). Se ha reportado que el control cultural combinado con el control etológico aumenta la eficiencia de captura en las trampas (Giblin-Davis et ál., 1996; Osorio-Osorio et ál., 2017). Tinzaara et ál. (2005) y Alpízar (1999) encontraron que el uso de feromonas de agregación en trampas aumenta las tasas de captura entre 5 y 18 veces más que las trampas convencionales (Figura 49).



Figura 49 Trampas tipo sándwich con feromona.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Gusano tornillo (*Castniomera humboldti*)

Es una plaga que se presenta con una alta incidencia en zonas de producción platanera y su daño se manifiesta a través de perforaciones tanto en el cormo como en el seudotallo, ocasionando disminución en el rendimiento y en la calidad de la producción. La presencia del insecto se caracteriza por una masa gelatinosa secretada por la planta, producto de la liberación al exterior de las excreciones de las larvas a través de los agujeros hechos a la planta (Palencia et ál., 2006).

Los adultos son mariposas diurnas de 10 cm de envergadura alar, con cuerpo robusto de color marrón. Las alas exteriores son de color café oscuro con una banda blanca que atraviesa diagonalmente y cinco manchas pequeñas blancas circulares agrupadas en el extremo del ala. Las alas posteriores son de color café y llevan un triángulo blanco en la parte posterior de las tres primeras venas anales. La cabeza y los ojos son grandes, y las antenas son clavadas (Figura 50).



Figura 50 Gusano Tornillo (*C. humboldti*). Adulto, exuvia y capullo de pupa. Fuente: Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, n.º cat.: 187 (AGROSAVIA, 2017).

Los adultos comúnmente se observan volando activamente en grupos pequeños a una altura máxima de 1 m sobre el suelo; para el vuelo prefieren las horas de las mañanas, soleadas, y su ciclo en este estado dura entre 60 y 90 días (S. Belalcázar et ál., 1991).

El estado larval tiene una duración de 29 a 34 días antes de empupar, presentan color crema con cabeza marrón y áreas esclerotizadas de color oscuro sobre el tórax. Poseen tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas y un par anal (Figura 51 y Figura 52), la presencia de la larva se caracteriza por una masa gelatinosa exudada en agujeros realizados por las larvas (S. Belalcázar et ál., 1991; Castrillón, 1989).



Figura 51 Daño y larva de gusano tornillo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

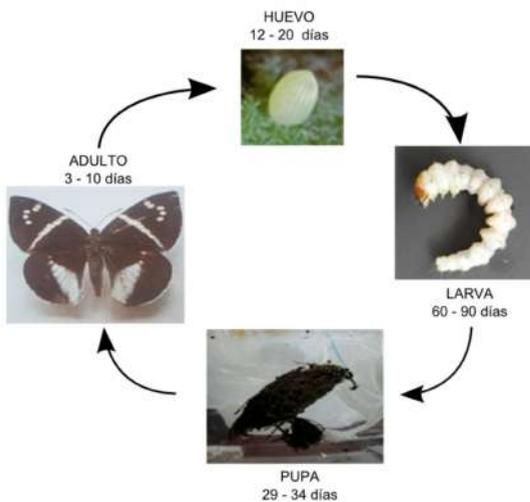


Figura 52 Ciclo de vida de gusano tornillo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Una de las alternativas para el manejo de gusanos tornillo son las trampas con cebos para la captura de adultos. La especie *C. humboldti* en su forma adulta tiene hábitos diurnos y se alimenta de materia en descomposición, de exudado vegetal y de néctar. El uso de trampas con bolsas plásticas de color azul con cebo mezclado con insecticida tiene doble efectividad ya que el insecto es atrapado en la trampa sin poder salir y al alimentarse del cebo muere debido a los efectos del producto usado. Por otro lado, el uso de material vegetal sano, acompañado de prácticas de descalcete disminuye el número de ovoposiciones sobre el seudotallo. Sin embargo, cuando la larva ha logrado penetrar los tejidos, se ubica en el interior del seudotallo o en el cormo, haciéndose necesario repicar la planta puesto que el daño en este estado es muy avanzado y la planta no alcanzaría a formar un racimo normal.

Cosecha y poscosecha

Labores precosecha

Según Barrera et al. (2011) la calidad del plátano se ve influenciada por las actividades culturales previas a la cosecha, como:

Desflore: consiste en la remoción de las puntas florales de los dedos (Figura 53a), con el fin de evitar la diseminación de enfermedades transmitidas por insectos, en particular la incidencia de la enfermedad conocida como punta de cigarro (causada por *Trachysphaeria fructigena*) y mejorar el llenado de los frutos.

Desbacote: esta práctica consiste en la eliminación de la inflorescencia masculina con la mano o con un cuchillo desinfectado (Figura 53b) para evitar la diseminación de enfermedades.

Desmane: una vez formado el racimo, se recomienda la eliminación de la última mano, o la penúltima, dependiendo del tipo de mercado (Figura 54b), con el fin de que las manos que queden en el racimo ganen mayor peso y los dedos puedan adquirir mayor longitud y grosor.

Embolse: consiste en cubrir el racimo con bolsas de polietileno o bolsas biodegradables una vez formado el racimo (Figura 54b), con el fin de protegerlo de daños causados por insectos, pájaros, roedores y condiciones climáticas adversas. Permite además regular la temperatura del racimo, lo que favorece el llenado de los frutos, mejora el color de la cáscara y acorta el ciclo de cosecha.

Encinte: se realiza colocando una cinta de color en la primera semana de embolsado del plátano (Figura 55). Esta actividad se realiza con una frecuencia semanal o quincenal y sirve para determinar la edad de cosecha del racimo y programarla según el mercado. Se reporta el uso de ocho colores para la planeación de la cosecha en el siguiente orden: amarillo, azul, verde, rojo, morado, negro, dorado y blanco.



Figura 53 Desflore (a) y desbacote de racimo de plátano (b).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).



Figura 54 Desmane (a) y embolse (b) de racimo de plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Labores de cosecha o recolección

La calidad que exige el consumidor y, por consiguiente, los canales de comercialización se cumplen solo con un adecuado manejo del racimo durante la cosecha que contemple los siguientes parámetros según Martínez y Silva (2004):



Figura 55 Encinte del racimo de plátano una vez embolsado.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Momento óptimo de cosecha: para esto existen algunos índices de cosecha, los cuales en su mayoría son visuales y le permiten al agricultor identificar cuándo los racimos están listos para recolectar. Los más utilizados son:

- **Cronológico:** se refiere al tiempo transcurrido desde la floración hasta la cosecha (entre 14 y 18 semanas), el cual depende de las condiciones ambientales y el punto de madurez fisiológica, donde los racimos alcanzan su mayor peso (Figura 56).
- **Llenado de los frutos:** se evidencia cuando los dedos no presentan aristas pronunciadas.
- **Color de los dedos:** se presenta un cambio de color de verde oscuro a verde claro o amarillo, indicando que el racimo debe ser cosechado.
- **Calibre:** se mide el diámetro de los dedos, generalmente de las últimas manos del racimo, para que cumpla con las exigencias del tipo de mercado, este índice se utiliza con frecuencia para los mercados de exportación.



Figura 56 Racimos de plátano en punto de madurez fisiológica.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Cosecha o recolección: se debe tener en cuenta que las herramientas empleadas en la cosecha se encuentren en buen estado, estén bien afiladas y desinfectadas para evitar la diseminación de enfermedades y la contaminación del producto. Para la cosecha se debe utilizar un palín o puya para hacer una punción en elseudotallo en el tercio superior (Figura 57b). Así la planta se dobla y el racimo no alcanza a tocar el suelo, ubicándose finalmente a la altura del hombro del recibidor. Posteriormente, se separa el racimo de la planta mediante un machete (Figura 57b).

Transporte del racimo en finca

La ruta de recolección debe estar limpia y sin obstáculos en el camino; esto para facilitar la movilización y reducir los tiempos de desplazamiento, facilitar la inspección del lote y con ello aumentar la eficiencia de los trabajadores. Para



(a)

(b)

Figura 57 Punción delseudotallo para la cosecha (a) yseudotallo doblado para recolectar el racimo (b).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

el transporte de los racimos se debe contar con varas sobre las que se cuelgan dos racimos en los extremos, con lo cual se evita que se presente algún tipo de daño mecánico (Figura 58b). También se puede transportar al hombro teniendo en cuenta que cada operario transporte únicamente un solo racimo para evitar maltratar los frutos (Figura 58b), además de garantizar la salud ocupacional del trabajador. Cuando el transporte se realiza de esta manera se aconseja el uso de almohadillas. Las almohadillas deben ser rectangulares de 90×50 cm y contar con un espesor de 20 mm. Por otro lado, estas almohadillas también se pueden emplear en las operaciones de cosecha, acopio y transporte en vehículos con el fin de evitar el maltrato de los frutos.

Acopio del racimo en finca

Después de la labor de cosecha, la calidad del plátano sigue en riesgo por factores ambientales y mecánicos que son inherentes al punto de acopio. Por tanto, se deben adecuar puntos de acopio de tal manera que ofrezcan protección ante los rayos directos del sol, la lluvia, los roedores, los animales de finca, los



Figura 58 a) Transporte de racimo al hombro. b) Transporte de racimos en varas.
 Fuentes: a) Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018). b) Modificado de Montero (1999).

insectos, las plagas, y los insumos químicos y biológicos normalmente usados en el sector agrícola; además, deben facilitar la ventilación con el fin de remover el calor. Si el lugar es cubierto, es recomendable hacer nebulizaciones de agua a los racimos para bajar la temperatura.

Tener un punto de acopio en el lote aumenta la eficiencia de la cosecha, pues cuando los lotes son muy grandes y están lejos del punto de cargue o del centro de acondicionamiento, una ubicación estratégica para sitios de acopio permite aumentar la eficiencia de la cosecha sin poner en riesgo la calidad de la fruta. Estos puntos de acopio provisionales deben ubicarse en lugares despejados, retirados de cualquier fuente de contaminación como aguas servidas (residuales) y botaderos de basura, y deben estar preferiblemente aislados para no permitir la entrada de plagas o de animales de la finca al lugar.

Es ideal contar con una estructura de recepción que permita hacer mejoras a la presentación de los racimos, tales como la eliminación de frutos dañados antes del transporte de los racimos al destino final de comercialización. La estructura

puede estar construida en herraje metálico, madera, guadua o colgaderos metálicos que disminuyan los movimientos y roces de los racimos entre ellos, y garanticen que el plátano conserve su calidad hasta que sea despachado.

Acondicionamiento en finca

Desmane: el desmane consiste en cortar las manos del racimo, realizando el corte lo más cerca al raquis y/o separando por dedos (Figura 59b). Para realizar el desmane se debe utilizar un cuchillo o gurbia, en caso de contarse con ella (Figura 59b). El elemento usado para el desmane debe tener buen filo para evitar el daño a los frutos, encontrarse en buen estado, limpio y desinfectado. Una vez hecho el desmane se revisan las manos, o dedos según el caso, y se retiran los dedos que presenten algún tipo de daño mecánico o por insectos.



(a)



(b)

Figura 59 Desmane del racimo. b) Herramienta para el desmane.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Lavado y retiro del látex: debe realizarse un lavado de las manos o dedos con agua para retirar la suciedad proveniente del campo, y además contribuir al preenfriamiento del racimo. Adicionalmente se debe retirar el látex, evitando así el manchado del fruto. Para esto, se sumergen las manos o dedos en agua con jabón en polvo en cantidad suficiente para generar espuma (Figura 60). El plátano se mantiene sumergido durante cinco minutos frotando los frutos sin maltratarlos. Posteriormente, se realiza un enjuague, dejando finalmente secar los frutos (Figura 61). Además, se puede realizar un tratamiento químico de la

corona después del enjuague, sumergiéndola en una solución de tiabendazol u otro fungicida, para evitar el mal de la corona ocasionado por un complejo de hongos.



Figura 60 Lavado y retiro del látex del plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Selección y clasificación: una vez secas las manos o frutos, se procede a realizar la selección, clasificación y posterior empaque –dependiendo del mercado–, en canastillas, bolsas o cajas. Esta etapa del proceso se presenta a continuación según las recomendaciones realizadas por Martínez y Silva (2004):

- **Selección:** consiste en separar aquellos frutos que cumplan con las exigencias del mercado –de acuerdo con la sanidad, integridad y apariencia externa– de aquellos frutos que presentan defectos (Figura 62), tales como:
 - Frutos dañados por pájaros, roedores o insectos.
 - Frutos partidos, con golpes o heridas (magulladuras).



Figura 61 Enjuague y secado del plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

- Frutos con maduración prematura o sobremaduración.
- Frutos dañados por enfermedades como mal de cigarro, causada por *T. fructigena*.
- Frutos demasiado grandes o pequeños (fuera de la norma según el mercado de destino).
- Frutos con daño por golpes de sol.
- Frutos rajados.
- Frutos con cuello roto por daños mecánicos.

Finalmente, los frutos que se desechan en la selección se utilizan en la alimentación de animales o en la producción de abono orgánico dentro de la finca.

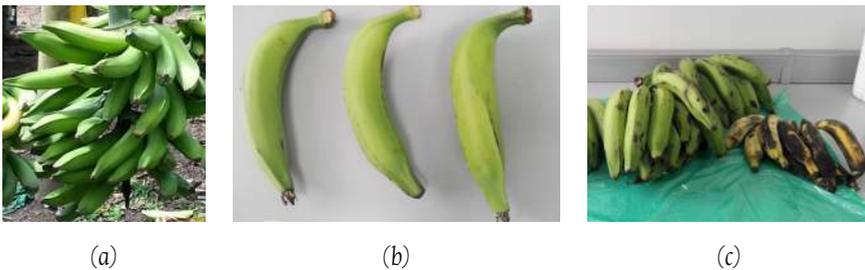


Figura 62 a) y b) Frutos de buena calidad. c) Frutos con defectos.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

- **Clasificación:** la clasificación se puede hacer de acuerdo con los rangos de calidad establecidos para los mercados de interés de acuerdo con su peso, diámetro y aspecto exterior. Para la clasificación, los frutos deben estar limpios, sin manchas ni grietas, secos y sin daños. Dentro de los rangos de calidad disponibles se encuentran los establecidos por la norma 1190 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec), la norma de la Corporación Colombia Internacional (CCI) y la diseñada por Giraldo (1996). Se han establecido cuatro grados de calidad para el plátano Dominico Hartón, según su peso, los cuales se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3 Clasificación para el fruto de plátano Dominico Hartón según el peso.

Clasificación	Icontec	CCI	Giraldo
Extra	–	–	> 400 g
Grande (1º)	> 350 g	> 350 g	300-399 g
Mediano (2º)	250-299 g	250-349 g	200-299 g
Pequeño (3º)	< 199 g	< 249 g	< 200 g

Fuente: Adaptado de Icontec (1976); Corporación Colombia Internacional [CCI] (2000) y Giraldo (1996).

Según la norma técnica colombiana 1190 se han establecido cuatro calidades para el plátano de acuerdo con su aspecto exterior, peso y diámetro:

- **Calidad extra:** los plátanos de esta calidad deben estar bien formados, con coloración uniforme, pedúnculos bien cortados y diámetro no inferior a 5 cm; se admite hasta un 5 % de frutos con el cuello roto.
- **Calidad primera:** deben ser plátanos bien formados, sin defectos, de color uniforme, sin manchas, contar con una longitud de pulpa entre 16 y 18,5 cm y un diámetro de 4 a 4,9 cm en la mitad del fruto.
- **Calidad segunda:** corresponden a los frutos con dimensiones inferiores a las calidades mencionadas con anterioridad y aquellos que, cumpliendo los requisitos de tamaño, presentan algunos daños superficiales, como manchas, hasta en una tercera parte de su superficie total. Para esta calidad se admiten hasta 20 % de frutos con el cuello roto.

- **Rechazos:** son los dedos que no cumplen con ninguna de las características anteriores, pero que son aptos para el consumo dentro de la finca o para alimentación animal.

Empaque de plátano

El empaque cumple con una función muy importante en la presentación, protección y manejo del producto; permite mantener la calidad y facilita el proceso de comercialización. Existen diferentes tipos de empaque, según los mercados de destino; pueden ser costales, guacales, canastillas plásticas y cajas de cartón. Las cajas de cartón y las canastillas plásticas son las que ofrecen mejor protección y presentación. A continuación, se mencionan las características de cada tipo de empaque:

- **Costales:** no ofrecen protección al producto contra daños mecánicos y no se pueden estibar. Son fuente de contaminación y tienen capacidad de 70 a 80 kg.
- **Guacales o cajas de madera:** están hechos en madera, no brindan protección al producto y tienen capacidad hasta 40 kg.
- **Canastillas plásticas:** son resistentes, reutilizables, lavables, y de fácil manejo y transporte. Brindan protección y buena ventilación al producto, permiten controlar el volumen de la carga y tienen capacidad hasta 20 kg. Su uso puede ser costoso comparado con otros empaques, pero se puede recuperar la inversión con un mejor precio del plátano y con la disminución de pérdidas poscosecha ocasionadas (Figura 63b).
- **Bolsas plásticas:** en estas se empaacan solo dedos. Una característica de esta presentación es que acelera la maduración de los frutos. Tienen una capacidad de 20 kg (Figura 63b).



Figura 63 Plátano empacado en canastillas (a) y producto empacado en bolsa plástica (b), en presentación de 20 kg.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Las cajas y canastillas no se deben sobrellenar, ya que esto produce rozamiento de los frutos entre sí y entre las cajas; esto causa deterioro del producto que se manifiesta por ennegrecimiento de la cáscara, lo que demerita la calidad. Los empaques deben permitir intercambio de aire, evitando concentraciones de calor que aumenten la temperatura del medio y del producto, pues esto acelera los procesos de respiración y transpiración del fruto y, por consiguiente, su deterioro.

El plátano se debe empacar colocando los pedúnculos hacia los extremos de la caja o canastilla, evitando golpear el fruto y teniendo en cuenta las calidades. Se debe ordenar el producto para facilitar el cargue. Se recomienda hacerlo en estibas para que al ubicarlos en el medio de transporte el producto no se desplace dentro de las cajas y evitar así que se presenten golpes o heridas en los frutos.

Cargue en vehículos para despacho

Si el cargue del plátano es en racimos deben evitarse los daños por golpes. Los vehículos deben estar destinados para uso exclusivo de transporte de alimentos, y se debe evitar cualquier fuente de contaminación de tipo biológico, químico o físico. Los vehículos deben estar limpios, en buenas condiciones y brindar

protección al producto contra polvo, lluvia y altas temperaturas. Se recomienda el uso de vehículos carpados.

Finalmente, en la Figura 64 se presenta el diagrama de operaciones que se realizan para un adecuado proceso de la cosecha de plátano.

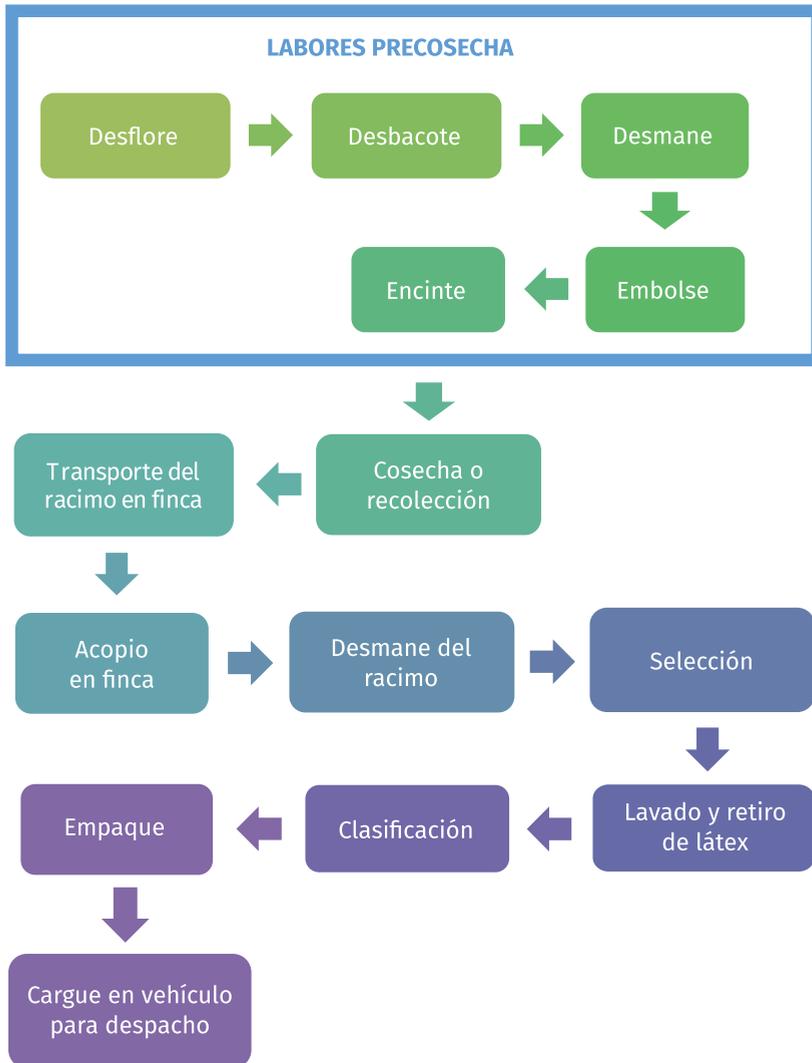


Figura 64 Diagrama de operaciones para la cosecha de plátano.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Características fisicoquímicas y composición nutricional de plátano en Cundinamarca

Las características fisicoquímicas que determinan la calidad de los frutos en fresco son: porcentaje de pulpa y de cáscara en fresco, longitud externa, perímetro y diámetro central, sólidos solubles totales expresados como grados Brix, porcentaje de acidez expresado como ácido málico y pH (Tabla 4). El contenido nutricional incluye la determinación de materia seca, proteína bruta, grasa, cenizas, fibra bruta y carbohidratos totales, contenido de almidón, azúcares totales, reductores y no reductores, y minerales (Tabla 5).

De acuerdo con los reportes de composición química y contenido nutricional de la pulpa del fruto de plátano Dominico Hartón de la zona cafetera central (Cayón, Giraldo y Arcila, 2000) y los realizados por el equipo del proyecto CTA-2 Subproyecto Plátano y Yuca para el departamento de Cundinamarca, se encuentran similitudes en los valores promedio de las siguientes variables: porcentaje de materia seca, humedad, proteína, fibra, contenido de nitrógeno, potasio, manganeso y zinc, en los dos estados de madurez evaluados. Sin embargo, respecto a los valores de la zona cafetera, la pulpa de plátano Dominico Hartón cultivado en Cundinamarca presenta un menor contenido de almidón, así como menores valores de porcentaje de ácido málico y sólidos solubles totales.

Por otro lado, en el estado verde del fruto existen similitudes en los porcentajes de azúcares totales y reductores, y un menor contenido de fósforo, calcio y magnesio. Por su parte, para el estado maduro se aprecian semejanzas en el contenido de fósforo, calcio, hierro y magnesio, y un menor porcentaje de azúcares totales y menor concentración de cobre.

En cuanto a las características físicas como longitud y perímetro de los frutos en estado verde, en Cundinamarca se presentan valores superiores a los reportados para el Quindío por Cayón et ál. (2000), y se encuentra similitud en el porcentaje de cáscara y pulpa.

Tabla 4 Características fisicoquímicas de plátano Dominico Hartón para Cundinamarca evaluadas en el subproyecto “Validación de estrategias tecnológicas disponibles para los cultivos de plátano y yuca, mediante la implementación de la metodología PIPA en el departamento de Cundinamarca”

Estado	Verde			Maduro		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Componentes						
Peso total del fruto fresco	198,40	296,97	412,60	273,78	211,10	341,00
Cáscara del fruto fresco (%)	33,25	39,88	43,75	31,67	27,73	36,66
Pulpa del fruto fresco (%)	56,25	60,12	66,75	68,33	63,34	72,27
Longitud exterior del fruto (cm)	28,60	32,48	36,50	29,96	26,10	33,00
Diámetro central (cm)	4,05	4,66	5,48	4,57	4,15	5,31
Perímetro central (cm)	13,20	15,75	18,90	15,32	13,50	17,40
Grosor de la cáscara (cm)	0,29	0,36	0,58	0,24	0,19	0,32
pH	6,55	5,33	7,08	4,51	3,53	5,00
Sólidos Solubles Totales (Brix)	1,28	0,48	4,80	10,49	7,60	12,40
Acidez (% de ácido málico)	0,03	0,02	0,06	0,31	0,23	0,38

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Tabla 5 Composición nutricional de plátano Dominic Hartón para Cundinamarca evaluados en el subproyecto "Validación de estrategias tecnológicas disponibles para los cultivos de plátano y yuca, mediante la implementación de metodología PIPA en el departamento de Cundinamarca"

Componentes	Estado					
	Verde			Maduro		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Materia seca (%)	43,71	40,09	47,61	44,32	37,82	52,05
Humedad (%)	56,28	52,39	59,91	55,68	47,95	62,18
Proteína (%)	3,71	2,98	4,83	3,61	3,10	4,36
Grasa (%)	0,56	0,17	2,35	0,36	0,13	0,65
Fibra cruda (%)	0,74	0,40	1,07	1,52	0,48	3,03
Carbohidratos totales (%)	36,35	32,68	41,24	36,09	28,79	44,81
Almidón (%)	37,00	33,50	38,88	26,24	22,02	29,73
Azúcares totales (%)	0,76	0,14	3,33	10,04	7,27	14,92
Azúcares reductores (%)	0,29	0,08	0,61	6,25	0,39	11,37
Azúcares no reductores (%)	0,47	0,06	3,08	3,79	0,19	8,31
Cenizas (%)	2,36	2,07	2,78	2,75	2,13	4,03
Minerales						
N (%)	0,52	0,34	0,91	0,47	0,38	0,61
P (%)	0,06	0,05	0,08	0,07	0,04	0,17
K (%)	0,96	0,53	1,36	1,67	0,76	3,24
Ca (%)	< 0,03	< 0,03	0,06	0,45	< 0,03	1,33
Mg (%)	0,09	0,05	0,11	0,21	0,04	0,45
Na (%)	0,044	< 0,003	0,109	0,348	< 0,003	0,748
S (%)	0,04	0,03	0,05	0,17	0,06	0,40
Fe (ppm)	16,08	< 15,00	31,15	375,84	< 15,00	1325,00
Cu (ppm)	3,03	< 3,00	3,31	4,68	< 3,00	6,89
Mn (ppm)	3,05	< 3,00	3,77	150,85	< 3,00	521,26
Zn (ppm)	5,34	3,25	6,89	30,68	4,84	72,33
B (ppm)	4,27	3,00	5,40	4,61	3,16	6,99
Energía						
Kilocalorías/ 100 gramos	165,27	148,18	182,04	162,01	136,65	194,75

Nota: ppm equivale a partes por millón.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Costos de producción

Consideraciones

La estructura de costos en un cultivo de plátano difiere según el sistema de producción utilizado y la región donde se establezca. Lo ideal es que cada región o finca calcule sus propios costos de producción. Sin embargo, los costos presentados en este documento se muestran como una referencia del sistema productivo en el departamento de Cundinamarca (Tabla 6a y Tabla 6b).

La estructura de costos se presenta para una hectárea de plátano con destino al mercado nacional, por lo que no se consideró el manejo poscosecha que generalmente es asumido por el comercializador. Además, no se estimó el arrendamiento porque se dio por sentado que la tierra es propia. El valor del jornal se estableció en \$ 35 000, con un porcentaje de cosecha para el primer y segundo ciclo de 90 %; el peso del racimo se calculó en 15 kg en promedio y el costo de venta de \$ 600/kg, mientras que la administración se valoró en \$ 30 000 ha/mes.

Dentro de la estructura de costos de producción, la mano de obra es la que representa el mayor porcentaje (47 %), seguida de los insumos (45 %) y los costos indirectos (8 %), lo cual se atribuye a la topografía de los suelos que no permiten realizar labores mecanizadas.

A su vez, dentro del rubro de mano de obra, el establecimiento del cultivo es el de mayor porcentaje de participación, con un 15 %. En cuanto a los insumos, el

mayor valor lo presentan el material de siembra, con un 15 %, seguido del 10 % en el costo de los fertilizantes.

A partir de los costos de producción y los ingresos calculados, con la implementación de las recomendaciones de manejo expuestas en el presente documento se puede obtener una rentabilidad para el primer ciclo de 31,43 %, y de 102,55 % para el segundo ciclo. La mayor rentabilidad del segundo ciclo se debe a que no se incurre en gastos de establecimiento del cultivo, lo cual disminuye los costos. Finalmente, para los dos ciclos de producción, la rentabilidad conjunta es de 59,4 %, lo que evidencia que el cultivo de plátano puede contribuir de manera significativa a la economía de los productores.

Tabla 6a Estructura de costos de producción de plátano para una hectárea (1666 plantas) en dos ciclos.

Concepto	Unidad	Cantidad 1 ^{er} ciclo	Valor 1 ^{er} ciclo (\$)	% de part.	Cantidad 2 ^o ciclo	Valor 2 ^o ciclo (\$)	% de part.	Valor total (\$)
1. Costos directos								
1.1. Mano de obra								
Preparación del lote (guadaña)	Jornal	15	525 000	5	0	0	0	525 000
Trazado	Jornal	3	105 000	1	0	0	0	105 000
Ahoyado	Jornal	9	315 000	3	0	0	0	315 000
Aplicación de correctivos	Jornal	5	175 000	2	3	105 000	2	280 000
Aplicación de materia orgánica	Jornal	6	210 000	2	6	210 000	3	420 000
Siembra	Jornal	6	210 000	2	0	0	0	210 000
Resiembra	Jornal	4	140 000	1	10	350 000	5	490 000
Aplicación de herbicida	Jornal	6	210 000	2	4	140 000	2	350 000
Manejo de arvenses (guadaña)	Jornal	6	210 000	2	4	140 000	2	350 000
Plateo	Jornal	16	560 000	5	16	560 000	8	1 120 000
Aplicación de fertilizante	Jornal	4	140 000	1	4	140 000	2	280 000
Deshoje y despunte	Jornal	8	280 000	3	12	420 000	6	700 000
Destronque y repique	Jornal	2	70 000	1	6	210 000	3	280 000
Desguasque	Jornal	4	140 000	1	6	210 000	3	350 000
Descoline	Jornal	5	175 000	2	7	245 000	4	420 000
Manejo de plagas y enfermedades	Jornal	3	105 000	1	5	175 000	3	280 000
Embolse	Jornal	8	280 000	3	8	280 000	4	560 000
Cosecha	Jornal	10	350 000	3	15	525 000	8	875 000
Subtotal mano de obra	Jornal	120	4 200 000	41	106	3 710 000	56	7 910 000
1.2. Insumos								
Cormos	Unidad	1 666	2 499 000	24	0	0	0	2 499 000

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Tabla 6b Estructura de costos de producción de plátano para una hectárea (1666 plantas) en dos ciclos.

Concepto	Unidad	Cantidad 1 ^{er} ciclo	Valor 1 ^{er} ciclo (\$)	% de part.	Cantidad 2 ^o ciclo	Valor 2 ^o ciclo (\$)	% de part.	Valor total (\$)
Materia orgánica	Kg	3 200	1 024 000	10	1 666	583 100	9	1 607 100
Micorrizas	Kg	35	210 000	2	0	0	0	210 000
Herbicidas	Litro	6	102 000	1	4	76 000	1	178 000
Insecticidas	Kg	10	60 000	1	15	105 000	2	165 000
Fungicidas	Kg	2	28 000	0	3	45 000	1	73 000
Fuente de nitrógeno	Bulto	3	174 000	2	3	180 000	3	354 000
Fuente de fósforo	Bulto	1,5	115 500	1	1,5	120 000	2	235 500
Fuente de potasio	Bulto	6	342 000	3	6	360 000	5	702 000
Fuente de menores	Bulto	3	237 000	2	3	249 000	4	486 000
Herramientas	Unidad	Kit	135 000	1	Kit	145 000	2	280 000
Bolsas	Unidad	1 600	400 000	4	1 600	432 000	6	832 000
Subtotal insumos			5 326 500	52		2 295 100	34	7 621 600
2. Costos indirectos								
Análisis de suelo	Unidad	1	85 000	1	0	0	0	85 000
Fletes insumos		0	300 000	3	0	300 000	5	600 000
Administración		0	360 000	4	0	360 000	5	720 000
Total costos indirectos		0	745 000	7	0	660 000	10	1 405 000
Total costos		0	10 271 500	100	0	6 665 100	100	16 936 600
3. Producción (ingresos)	Kg	22 500	13 500 000		22 500	13 500 000		27 000 000
Utilidad			3 228 500			6 834 900		10 063 400
Costos de producción por Kg (\$)			456,51			296,23		376,37
Relación beneficio/costos			1,31			2,03		1,59
Rentabilidad (%)			31,43			102,55		59,42

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Referencias bibliográficas

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA] (2017). Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, n.º cat.: 140, 141, 142 y 187. Mosquera (Colombia).
- Aguirre-Gaviria M., Castaño-Zapata J. y Zuluaga, E. (2003). Método rápido de diagnóstico de *Mycosphaerella musicola* Leach y *M. fijiensis* Morelet, agentes causantes de las Sigatokas amarilla y negra. *Revista Academia Colombiana Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 27(105), pp. 619-623.
- Alarcón, J. y Jiménez, J. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Musa spp.). Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario [ICA].
- Alpizar, D. (1999, julio). *Validación de la feromona cosmolure en seis fincas bananeras de la región Atlántica de Costa Rica*. En F. Bercht (Presidencia), I Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Álvarez, E. y Aliaga, F. (2017, noviembre). *Molecular identification of Candidatus Phytoplasma associated with plantain and banana Elephantiasis disease in Colombia*. En: M. Orozco (Ed.) Memoria tecnológica y científica IV Congreso Latinoamericano y del Caribe de Plátanos y Bananos, XVIII Congreso Nacional Mexicano de Productores de Plátano y XII Reunión del Comité Directivo de MUSALAC (pp. 57-58). Tecomán, Colima, México: Red Latinoamericana y del Caribe para la Investigación y el Desarrollo de las Musáceas (Musalac).
- Álvarez, E., Llano, G., Loke, J., Meza, L. y Triviño, V. (2007). *Manejo de moko de plátano en el Eje Cafetero de Colombia* [Volante informativo. Código: 24,12.125.07C]. Cali, Colombia: CIAT-ICA.
- Álvarez, J. y Beltrán, A. (2003). Tecnología de producción con altas densidades en bananos y plátanos en Cuba y avances hacia una producción orgánica. En Rivas G. y Rosales F. (Eds.), *Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al*

- cultivo de musáceas en los trópicos (pp. 65-66). Guayaquil, Ecuador: Red Latinoamericana y del Caribe para la Investigación y el Desarrollo de las Musáceas (Musalac), International Network for the Improvement of Banana and Plantain (Inibap).
- Arango, L. y Fernández, O. (1984). Elefantiasis o embalconamiento del plátano y del banano. En *Avances Técnicos Cenicafe* (116), pp. 1-4. Manizales: Colombia.
- Aranzazu, F., Valencia, J., Arcila, M., Castrillón, C., Bolaños, M., Castellanos, P., Pérez, J. y Rodríguez, J. (2002). *El cultivo de plátano, manual técnico*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], Colombia.
- Barrera V. J., Cardona A. C. y Cayón S. D. (2011). *El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): ecofisiología y manejo cultural sostenible*. Córdoba, Colombia: Universidad de Córdoba.
- Bautista, L. G., Bolaños, M. M., Asakawa, N. M. y Villegas-Estrada, B. (2015). Respuesta de fitonematodos de plátano *Musa AAB Simmonds* a estrategias de manejo integrado del suelo y nutrición. *Revista Luna Azul* (40), pp. 69-84.
- Bejarano, A. (2010). *El moko en el plátano en el departamento del Quindío. Últimos avances en la tecnología del cultivo del plátano en Colombia*. Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], Centro de Investigación La Libertad.
- Belalcázar, C., Rosales F. y Espinosa M. (2003). Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. En Rivas G. y Rosales F. (Eds.), *Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos* (pp. 55-63). Guayaquil, Ecuador: Red Latinoamericana y del Caribe para la Investigación y el Desarrollo de las Musáceas (Musalac), International Network for the Improvement of Banana and Plantain (Inibap).
- Belalcázar, S., Reichel, H., Pérez, R., Gutiérrez, T., Múnera, G. y Arévalo, E. (1998). *Banana streak badnavirus infection*. En E. Frison, E. y S. L. Sharrock (Eds.), *Banana streak virus: a unique virus-Musa interaction? Proceedings of a Workshop of the ProMusa Virology Working Group*. Montpellier, Francia: International Network for the Improvement of Banana and Plantain (Inibap).
- Belalcázar, S., Salazar, C., Cayón, G., Lozada, J., Castillo, L. y Valencia, J. (1991). Capítulo V: Manejo de plantaciones. En S. Belalcázar (Ed.), *El cultivo del plátano en el trópico* (pp. 196-208). Cali, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Bertsch, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS).
- Betancourt, M. y Alarcón, J. (2002). Reconocimiento de enfermedades virales en los municipios de Chinchiná y Palestina. *Boletín de Investigaciones de UNISARC*, 1(1), pp. 2-5.
- Bolaños-Benavides, M. M. (2006). *Actividad enzimática (deshidrogenasa, proteasa, celulasa, fosfatasa y arilsulfatasa) en suelo rizosférico de plátano (Musa AAB): relación con propiedades de un Andisol*

- (Tesis doctoral en Ciencias Agropecuarias, Manejo y Conservación de Suelos). Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Colombia.
- Bolaños-Benavides, M. y Benalcázar-Carvajal, S. (2000, agosto). *Relación entre la fertilidad del suelo, el estado nutricional de la planta de plátano y la pudrición del pseudotallo* (Erwinia chrysantemi). En C. Guzmán (Presidencia). 14ª Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Banano en el Caribe y en América tropical [Resúmenes]. Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Bananos en el Caribe y la América Tropical (ACORBAT), San Juan, Puerto Rico.
- Bustillo, A. y Sánchez G. (1981). *Los áfidos en Colombia, plagas que afectan los cultivos agrícolas de importancia económica*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas.
- Canto, B., Orozco, M., Martínez, L., Manzo, G., James, A., Rodríguez, C., Islas, I., Beltrán, M., Guzmán, S., Garrido, E., Higuera, I. y Sandoval, J. (2015). Bananos y plátanos frente al cambio climático. En I. Higuera (Ed.), *Hacia dónde va la ciencia en México. Ecosistemas, plagas y cambio climático* (pp. 61-77). México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Carballo-Vargas, M. y Arias de López, M. (1994). Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de campo. Evaluation of *Beauveria bassiana* for the control of *Cosmopolites sordidus* and *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) under field conditions. *Manejo Integrado de Plagas* (31), pp. 22-24.
- Cardona-Piedrahita, L. y Guzmán-Piedrahita, O. (2013). Mecanismos de diseminación de nematodos fitoparásitos en plátano (*Musa acuminata* Simmonds) grupo AAB, cultivariedad Dominico Hartón. *Agronomía*, 21(1), pp. 26-36.
- Carranza, C. E., Cruz, F. Y., Cayón, D. G. y Argüello, H. (2007). *Adaptabilidad, producción y poscosecha de materiales de plátano y banano en Bituima (Cundinamarca)*. Bogotá, Colombia: Litografía y Tipografía Michel.
- Castañeda, D. y Espinosa, J. (2005). Comportamiento e impacto de la enfermedad de moko en la zona de Urabá (Colombia), en las últimas tres décadas y media y propuesta de un índice de riesgo de la enfermedad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(1), pp. 2587-2599. Medellín, Colombia.
- Castaño, M., Gálvez, G., Arroyave, J., Velasco, A. C. y Morales, F. (1995). Aislamiento de una cepa Colombiana del virus del mosaico del banano. *ASCOLFI*, 18(2), pp. 130-134.
- Castrillón, C. (1989). Plagas del Cultivo del Plátano. En Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (Ed.), *Curso de Actualización sobre Problemas Sanitarios en Plátano*. La Dorada, Colombia: Centro Regional de Capacitación, Extensión y Difusión de Tecnología (CRECED).

- Castrillón, C. (2000). *Distribución de las Especies de Picudo del Plátano y Evaluación de sus Entomopatógenos Nativos en el Departamento de Risaralda*. Manizales, Colombia: Corpoica, Comité de Cafeteros de Risaralda.
- Cayón, G., Giraldo, G. y Arcila, M. I. (2000). *Poscosecha y agroindustria del plátano en el Eje Cafetero de Colombia*. Armenia, Quindío, Colombia: Produmedios.
- Cayón, G., Lozada, J. y Belalcázar, S. (1995). Contribución fisiológica de las hojas funcionales del plátano (*Musa AAB Simmonds*) durante el llenado del racimo. En Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Bananos en el Caribe y la América Tropical [ACORBAT] (Ed.), *Mejoramiento de la producción del cultivo del plátano* (pp. 94-103). Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, Corpoica, ICA, CIID (IDRC), Inibap e Inpofos. Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé]. (1975). *Manual de conservación de suelos de ladera*. Chinchiná, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. Lima, Perú: Electronics. Recuperado en agosto de 2017 de <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/control-etologico-de-plagas.pdf>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica] (2014). *Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático Departamento de Cundinamarca, Tercer Informe* [Manuscrito no publicado]. Mosquera, Colombia.
- Corporación Colombia Internacional [CCI]. (2000). *Inteligencia de mercados, perfil de producto (plátano)*. Recuperado el 27 de octubre de 2017 de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/5137/1/20051131618_perfilplatan07.pdf
- Coto, J. (2009). *Guía para multiplicación rápida de cormos de plátano y banano*. Recuperado de http://v2.fhia.info/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf
- Cubillo, D., Laprade, S. y Vargas, R. (2001). *Manual técnico para el manejo integrado de insectos plaga del cultivo de banano*. San José, Costa Rica: Corporación Bananera Nacional San José.
- Daniells, J., Geering, A., Bryde, N. y Thomas, J. (2001). The Effect of Banana Streak Virus on the growth and yield of dessert bananas in tropical Australia. *Annals of Applied Biology*. (139), pp. 51-60. Inglaterra.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2015). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. Recuperado en agosto de 2017 de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>
- Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca. (2018). *Paquete tecnológico de plátano para el departamento de Cundinamarca. Subproyecto "Validación de estrategias tecnológicas disponibles para los cultivos*

- de plátano y yuca mediante la implementación de la metodología PIPA en el departamento de Cundinamarca” [Manuscrito no publicado]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Mosquera, Colombia.
- Franco, C. y Stefanova, M. (2008). Determinación de actividades cultivo de papa. *Protección Vegetal*, 21(2), pp. 119-121.
- Gañán, L., Bolaños-Benavides, M. y Asakawa, N. (2011). Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos. *Revista Acta Agronómica*, 60(4), pp. 297-305.
- Garrido, S. (1994). *Interpretación de análisis de suelos*. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf
- Giblin-Davis, R. M., Oehlschlager, A. C., Perez, A., Gries, G., Gries, R., Weissling, T. J. y González, L. M. (1996). Chemical and behavioral ecology of palm weevils (Curculionidae: Rhynchophorinae). *Florida Entomologist*, 79 (2), pp. 153-167.
- Giraldo, A. (1996). *Comercialización de plátano Dominico Hartón cultivado en el departamento del Quindío*. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/33146/26300_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gold, C. y Messiaen, S. (2000). El picudo negro del banano, *Cosmopolites sordidus*. *Plagas de Musa, Hoja divulgativa n.º 4*. Francia: International Network for Improvement of Banana and Plantain (Inibap). Recuperado de https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/The_banana_weevil_Cosmopolites_sordidus_696_ES.pdf
- González, A., Gómez, C. y Aristizábal, M. (2003). Características de crecimiento y producción de híbridos FHIA en Colombia. *Infomusa*, 12(1), pp. 46-49.
- González-Arias, G., Font, C. y Miranda, E. (2002). *Planococcus minor* (Markell), vector del Virus Estriado del Plátano (BSV). *Fitosanidad*, 6(2), pp. 47-48.
- González-Cardona, C. y Guzmán-Piedrahita, O. (2011). Efecto de la limpieza sanitaria de cormos y la fertilización orgánica sobre el crecimiento de plántulas de dominico hartón (*Musa AAB Simmonds*) y su relación con nematodos fitoparásitos. *Agronomía*, 19(1), pp. 42-56.
- Guzmán-Piedrahita, O. y Castaño-Zapata, J. (2005, agosto-septiembre). Reconocimiento de nematodos entomopatógenos en plátanos Dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*), África, FHIA-20 y FHIA-21 en la granja Montelindo, municipio de Palestina (Caldas), Colombia. En J. Castaño-Zapara y Giraldo-Cardona, M. (Eds.), *Memorias II Seminario Internacional sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Plátano* (pp. 176-181). Manizales, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Universidad de Caldas, Gobernación de Caldas.

- Guzmán-Piedrahita, O. A., Castaño-Zapata, J. y Villegas-Estrada, B. (2012). Efecto de la limpieza sanitaria de cormos de plátano (*Musa AAB Simmonds*) sobre nematodos fitoparásitos. *Revista UDCA. Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), pp. 87-95.
- Higginson, J. (2007). Reseña de “*Banana Streak Virus (BSV)*: Características biológicas, epidemiología e importancia económica. *Fitosanidad*”, 11(4), pp. 61-69.
- Instituto Agropecuario Colombiano [ICA]. (1992). *Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de Asistencia Técnica n.º 25* (pp. 19-21, 52-53). Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/14124/27733_16902.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (1976). NTC 1190: *Plátanos. Clasificación*. Recuperado de <https://www.scribd.com/document/58308521/NTC-1190-Platanos-Clasificacion>
- Jones, D. R. y Lockhart, B. E. L. (1993). *Banana Streak Disease, Musa Diseases, Fact Sheet n.º 1*. Montpellier, Francia: International Network for Improvement of Banana and Plantain (Inibap).
- Kimpinski, J., Arsenault, C., Gallant, A. y Sanderson J. (2000). The effect of marigolds (*Tagetes* sp.) and other cover crops on *Pratylenchus penetrans* and on following potato crops. *Journal of Nematology* (32), pp. 531-536.
- Kubiriba, J., Legg, J., Tushemereirwe, W. y Adipala, E. (2001). Vector transmission of *Banana streak virus* in the screenhouse in Uganda. *Annals of Applied Biology* (139), pp. 37-43.
- Lahav, E. y Turner, D. (1992). *Fertilización en bananos para rendimientos altos* (segunda edición), Quito, Ecuador.
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales* (84). San José, Costa Rica: Editorial Agroamérica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA].
- Lescot, T. (2015). Close-up Banana: Genetic diversity of the banana. *FruiTrop* (231), pp. 98.
- Lockhart, B. (1996). *Virus diseases of Musa in Africa: epidemiology, detection and control*. En E. Karamura (Presidencia), I International Symposium on Banana: I International Conference on Banana and Plantain for Africa. *Acta Horticulturae*, Kampala, Uganda.
- Lockhart, B. y Jones, R. (1999). Banana Mosaic. En D. R. Jones (Ed.), *Diseases of banana, ábaca and enset* (pp. 256-274). Wallingford, Inglaterra: CABI Publishing.
- López-Cardona, N., Villegas-Estrada, B. y Arango-Isaza, R. (2014). Evaluación de incidencia y pérdidas ocasionadas por virus que afectan cultivos de plátano y banano (*Musa* spp.) en la zona central cafetera. *Revista Agronomía*, 22(1), pp. 22-35.

- Martínez, A. y Silva, S. (2004). *El Plátano Musa spp. Su cosecha y poscosecha en la cadena agroindustrial*. Sena Agropecuario del Meta, Secretaria de Agricultura, Corpometa, Asohfrucol, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, Corpoica, Gobierno del Meta. Villavicencio, Colombia: Produmedios.
- Matilde-Ferrero, D. y Williams, D. (1995). Recent Outbreaks of Mealybugs on Plantain (*Musa spp.*) in Nigeria Including a New Record for Africa and a Description of a New Species of *Planococcus Ferris* (Homoptera, Pseudococcidae). *Bulletin de la Societé Entomologique de France* (100), pp. 445-449.
- Merchán, V. M. (1998). Manejo de problemas fitosanitarios del cultivo del plátano en la zona central cafetera. En M. Giraldo, S. Belalcázar, D. Cayón y R. Botero (Eds.), *Memorias del Seminario Internacional sobre la Producción del Plátano* (pp. 177-191). Armenia, Quindío: International Network for the Improvement of Banana and Plantain (Inibap).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). *Anuario estadístico del sector agropecuario 2012*. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Noticia842.aspx>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). *Estadísticas agropecuarias*. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/>
- Molina, E. (1998). *Encalado para la corrección de la acidez del suelo*. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS).
- Montellano, C. (1954). *Estudios biológicos del Cosmopolites sordidus Germar, que infesta al rizoma de abacá* [Tesis de Magistri Agriculturae]. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica.
- Montero, H. (1999). *Paquete de capacitación en manejo poscosecha y comercialización del plátano*. Armenia, Colombia: Distrididactika.
- Morales, H. (2016, noviembre). *Deficiencias nutricionales en plátano*. Recuperado en febrero de 2018 del sitio web Plátano del Quindío: <http://www.platanodelquindio.com/2014/11/deficiencias-nutricionales.html>
- Moreno, J., Candanoza, J. y Ollarte, F. (2009). *Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de plátano de exportación en la región de Urabá*. Medellín, Colombia: Comunicaciones Augura.
- Obregón, M., Rodríguez, P., Morales, J. y Salazar, M. (2008). Hospedantes de *Ralstonia solanacearum* en plantaciones de banano y plátano en Colombia. *Revista Facultad Nacional Agronomía*, 61(2), pp. 4518-4526.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1990). Glosario de términos fitosanitarios de la FAO. *Boletín fitosanitario de la FAO*, 38(1), pp. 5-23.

- Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., Pérez-Zamora, O., Manzo-Sánchez, G., Farias-Larios, J. y Da Silva Moraes, W. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, 33(3), pp. 186-196.
- Osorio-Osorio, R., López-Naranjo, J. I., Salinas-Hernández, R. M., De la Cruz-Lázaro, E., Márquez-Quiroz, C., y Cibrián-Tovar, J. (2017). Reducing *Cosmopolites sordidus* populations and damage using traps baited with pheromone and plantain corm. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(11), pp. 243-253.
- Palencia, G., Gómez, R. y Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo de plátano*. Bucaramanga, Colombia: Produmedios.
- Pérez, L. (2009). Enfermedades de banano y plátano: Análisis retrospectivo y perspectivas. *Revista Producción Agropecuaria*, 2(1), pp. 11-18.
- Quintero, I. y Carbonó, E. (2015). Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento de Magdalena, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2), pp. 329-340.
- Reichel, H., Belalcázar, S., Múnera, G., Pérez, R. y Arévalo, E. (1998). Confirmada la presencia de la enfermedad del rayado del banano en cultivos de plátano (*Musa AAB Simmonds*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y achira (*Canna edulis*) en Colombia. *INFOMUSA* (6), pp. 9-12.
- Reichel, H., Martínez, A., Arroyave, J., Sedano, R. y Morales, F. (2003). First Report of *Banana mild mosaic virus* Isolated from Plantains (*Musa AAB*) in Colombia. *Plant Disease* (87), p. 1150.
- Restrepo, L. G., Rivera, F. y Raigosa, J. D. (1982). Ciclo de vida, hábitos y morfometría de *Metamasius hemipterus olivier* y *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). *Acta agronómica*, 32(1-4), pp. 33-44.
- Rivera, S., Guzmán, O. y Zamorano, C. (2011). Arvenses hospedantes de nematodos fitoparásitos en el cultivo de plátano. *Fitopatología Colombiana*, 34(2), pp. 47-51.
- Rivera-Posada, J. H. (2000). El selector de arvenses modificado. *Avances técnicos* (271). Cenicafé y Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avto271.pdf>
- Romero, R. A. (1998). El control de la sigatoka en producción de banano orgánico. En F. E. Rosales, S. C. Tripon y J. Cerna (Eds.), *Memorias del taller internacional: Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable* (pp. 173-179). Guácimo, Costa Rica: International Network for the Improvement of Banana and Plantain (Inibap), Centro Internacional para la Investigación y el Desarrollo (CIID), Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH).

- Sadeghian, S. (2016). La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café. *Avances técnicos* (466). Cenicafé y Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Recuperado de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/704/1/avt0466.pdf>
- Salazar, L. e Hincapié, E. (2007). Capítulo V: Las arvenses y su manejo en los cafetales. En J. Arcila, F. Farfán, A. M. Moreno, L. F. Salazar y E. Hincapié (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 101-130). Chinchiná (Caldas): Cenicafé.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA] (2013). *La Sigatoka negra y su manejo integrado en banana*, Libro Técnico n.º 1. Tecomán, Colima, México: Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Tecomán.
- Sepúlveda-Cano, P. A. y Rubio-Gómez, J. D. (2009). Especies de Dryophthorineae (Coleoptera: Curculionidae) asociadas a plátano y banano (*Musa* sp.) en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 14(2), pp. 49-72.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA]. (2016). *Ficha técnica Moko del plátano Ralstonia solanacearum Raza 2 Smith* [Ficha Técnica n.º 3]. Recuperado de <http://www.cesaveson.com/files/docs/campanas/vigilancia/fichas2016/mokoplatano.pdf>
- Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [SINAGAP] (2017). *Boletín situacional. Plátano*. Sistema de Información Pública Agropecuaria, Ecuador. Recuperado de http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/boletin_situacional_platano_2017.pdf
- Soto, M. (1992). *Bananos: cultivo y comercialización*. San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL.
- Soto, M. (2008). *Bananos: técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización*. Tercera Edición. San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL.
- Swennen, R., De Langhe, E., Janssen, J. y Decoene, D. (1986). *Study of the root development of some Musa cultivars in hydroponics*. Fruits. Francia.
- Taiz, L. y Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology* (5a. ed). Sunderland, Massachusetts, Estados Unidos: Sinauer Associates.
- Terry, P. J. (1996). Capítulo 16: Manejo de malezas en frutales. En R. Labrada y J. Caseley (Eds.), *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/t1147s/t1147s0k.htm>
- Teycheney, P. (2009). Control de enfermedades virales en el banano y el plátano. En L. Pocasangre (Ed.), *Reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la Raza Tropical 4 de Fusarium, BBTV y otras plagas de musáceas para la región del OIRSA, América Latina y el Caribe* (pp. 36-38). San Salvador, Salvador: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).

- Tinzaara, W., Gold, C. S., Kagezi, G. H., Dicke, M., Van Huis, A., Nankinga, C. M. y Ragama, P. E. (2005). Effects of two pheromone trap densities against banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, populations and their impact on plant damage in Uganda. *Journal of Applied Entomology*, 129 (5), pp. 265-271.
- Valencia-Serna, R. A., Guzmán-Piedrahita, O. A., Villegas-Estrada, B. y Castaño-Zapata, J. (2014). Manejo integrado de nematodos fitoparásitos en almácigos de plátano dominico hartón (*Musa AAB Simmonds*). *Revista Luna Azul* (39), pp. 165-185.
- Vallejo, F. (2002). Interacciones entre coleópteros asociados a cultivariedades de plátano de la granja Montelindo, municipio de Palestina (Caldas). *FITOTECNIA* (61), pp. 1-2. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- Vallejo, L. F., Sánchez, R. y Salgado, M. (2007). Redescription of adult and description of immature stages of *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae): The black-borer weevil plantain in Colombia. *Boletín Científico*, 11(1), pp. 361-375. Centro de Museos, Museo de Historia Natural, Manizales, Colombia.
- Yabuuchi, E., Yoshimasa, K., Hiroshi, O., Yano, I., Hotta, H., Hashimoto, Y., Esaki, T. y Arakawa, M. (1992). Proposal *Burkholderia* gen. Nov. And transfer of seven species of the genus *Pseudomonas* homology group II to the genus, with the type species *Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes 1981) comb. Nov. *Microbiology and Immunology*, 36 (12), pp. 1251-1275.
- Zamorano, C. y Arias, G. (2010). Arvenses asociadas a los cultivos de Zingiberales en el departamento de Caldas. En J. Alarcón (Ed.), *Manejo fitosanitario y productivo de heliconias* (pp. 75-83). Manizales, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario [ICA].
- Zarate, R. (1982). *Estudios etiológicos de la elephantiasis o pie gigantesco del plátano (Musa AAB y ABB) y el banano (Musa BB y AAA) en Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Este libro se compuso
en Bogotá, D. C., en el año 2021,
usando tipos Ancízar
y el lenguaje
ConT_EXt