

Recomendaciones tecnológicas para el cultivo de plátano



**Con destino a mercados especializados:
densidades de siembra, fertilización y picudos**

William Andrés Cardona • Huberto Morales Osorno • Luis Gabriel Bautista Montealegre
Carlos Eduardo Ospina Parra • Jorge Alberto Valencia Montoya • Martha Marina Bolaños Benavides
José Luis Contreras Santos • Mauricio de Jesús Londoño Bonilla • Diana Marcela Monroy Cárdenas

Recomendaciones tecnológicas para el cultivo de plátano



**Con destino a mercados especializados:
densidades de siembra, fertilización y picudos**

William Andrés Cardona
Huberto Morales Osorno
Luis Gabriel Bautista Montealegre
Carlos Eduardo Ospina Parra
Jorge Alberto Valencia Montoya
Martha Marina Bolaños Benavides
José Luis Contreras Santos
Mauricio de Jesús Londoño Bonilla
Diana Marcela Monroy Cárdenas

Recomendaciones tecnológicas para el cultivo de plátano con destino a mercados especializados: densidades de siembra, fertilización y picudos / William Andrés Cardona [y otros ocho] -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

108 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye gráficos.

ISBN obra impresa: 978-958-740-440-1

ISBN E-book: 978-958-740-441-8

1. Musa (plátanos) 2. Insectos dañinos 3. Productividad agrícola 4. Enfermedades de las plantas
5. Nutrición de las plantas 6. Control de plagas.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA
Centro de Investigación Tibaitatá, kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá,
Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Sede Central, kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera.
Código postal 250047, Colombia.

Sede Eje Cafetero, Av. Alberto Mendoza, Cra. 23 n.º. 74-71. Piso 7,
Edificio ANDI. Manizales, Caldas. Código postal 170003, Colombia.

Centro de Investigación La Selva, kilómetro 7, vía Rionegro-Las Palmas,
Sector Llanogrande, Rionegro, Antioquia. Código postal 054047, Colombia.

Centro de Investigación Turipaná, Km. 13, vía Montería - Cereté, Córdoba.
Código postal: 230550, Colombia.

La información que se presenta en esta publicación se obtuvo del “Plan de vinculación para el sistema productivo del plátano”. Las ofertas tecnológicas (OT) se generaron a partir de los resultados de investigación desarrollados por AGROSAVIA y sus aliados.

Primera edición: 500 ejemplares

Impreso en Manizales, Colombia, diciembre de 2020

Printed in Manizales, Colombia

AUTORES

William Andrés Cardona
Huberto Morales Osorno
Luis Gabriel Bautista Montealegre
Carlos Eduardo Ospina Parra
Jorge Alberto Valencia Montoya
Martha Marina Bolaños Benavides
José Luis Contreras Santos
Mauricio de Jesús Londoño Bonilla
Diana Marcela Monroy Cárdenas

PREPARACIÓN EDITORIAL

Editorial AGROSAVIA

DIRECCIÓN EDITORIAL

Astrid Verónica Bermúdez Díaz
Jorge Enrique Beltrán Vargas

CORRECCIÓN DE ESTILO

Felipe Solano Fitzgerald

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E ILUSTRACIÓN

María Cristina Rueda Traslaviña
Wilson Martínez Montoya



IMPRESIÓN

Matiz Taller Editorial

Citación sugerida: Cardona, W. A., Morales Osorno, H., Bautista Montealegre, L. G., Ospina Parra, C. E., Valencia Montoya, J. A., Bolaños Benavides, M. M., Contreras Santos, J. L., Londoño Bonilla, M. de J., & Monroy Cárdenas, D. M. (2020). *Recomendaciones tecnológicas para el cultivo de plátano con destino a mercados especializados: densidades de siembra, fertilización y picudos*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404418>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación 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.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido



Presentación	9
Proceso de vinculación de tecnologías	10
Ofertas tecnológicas	13
Convenciones	14

Primera parte

Arreglos y densidades de siembra de plátano y sus prácticas de manejo

Introducción	19
■ ¿En qué consiste esta oferta tecnológica?	19
■ Beneficios de implementar la tecnología.....	20
■ ¿Cuáles arreglos de siembra ofrece la OT?	24
Arreglos de siembra	25
■ 1. Sistema de siembra de plátano monocultivo en alta densidad (unos o dos ciclos de producción).....	25
■ 2. Sistema de siembra de plátano asociado en barreras con alta densidad de población (unos o dos ciclos de producción).....	27
■ 3. Sistema de siembra de plátano monocultivo tradicional (varios ciclos de producción).....	30
Consideraciones finales	32



Segunda parte

Recomendaciones de fraccionamiento de la fertilización integrada para la producción de plátano

Introducción37

- ¿En qué consiste esta recomendación?37
- Pero ¿cuál es la diferencia entre fertilización y nutrición?38
- Beneficios39
- ¿Qué se debe considerar?39



¿Cuáles son los criterios para formular un plan eficiente de fertilización integrada?40

- 1. Análisis del suelo41
 - Pero ¿por qué hacer un análisis de suelo?42
 - Pasos para tomar la muestra de suelo42
 - Interpretación de las características del suelo analizado47
 - Manejo de suelos ácidos para establecer cultivos de plátano: primer paso para optimizar la fertilización . .50
- 2. Análisis foliar51
 - Pero ¿cómo se debe realizar el muestreo?52

■ 3. Etapa fenológica	53
¿En qué épocas debo fertilizar?	53
Pero ¿por qué después del segundo ciclo se recomienda aplicar cada tres meses el 25 % de las dosis anuales de los nutrientes?	54
■ 4. Requerimientos nutricionales	55
¿Cuánto debo aplicar?	55
¿Dónde debo aplicar el fertilizante?	56
¿Cuándo debo aplicar el fertilizante?	59
Beneficios de una fertilización integrada	64
Deficiencias nutricionales ocasionadas por no aplicar un plan de fertilización integrada	66

Tercera parte

Recomendaciones de manejo integrado de picudos para la producción de plátano

Introducción	85
■ ¿Qué es el manejo integrado de picudos?	85



■ Pero ¿qué es una plaga?85

■ Beneficios del manejo integrado de picudos
para la producción de plátano86

1. Reconocimiento86

■ Reconocimiento de adultos
del complejo de picudos86

■ Reconocimiento de los diferentes
estados del complejo de picudos88

■ Reconocimiento de daños causados
por el complejo de picudos91

2. Monitoreo94

3. Prevención95

4. Intervención99

■ Controladores biológicos 103

Referencias 105





Presentación

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA es una entidad pública descentralizada de participación mixta sin ánimo de lucro, de carácter científico y técnico. Su propósito es trabajar en la generación del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico agropecuario a través de la investigación científica, la adaptación de tecnologías, la transferencia y la asesoría con el fin de mejorar la competitividad de la producción, la equidad en la distribución de los beneficios de la tecnología, la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales, el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica de Colombia, y contribuir a elevar la calidad de vida de la población (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, 2020). El propósito superior de la Corporación es transformar de manera sostenible el sector agropecuario colombiano con el poder del conocimiento para mejorar la vida de productores y consumidores.

El cultivo de plátano (*Musa AAB*), de gran importancia para la economía regional y nacional, así como de valor estratégico para la seguridad alimentaria en diversas regiones del país, es un sistema de producción que AGROSAVIA ha investigado para generar tecnologías que respondan a las demandas de la cadena y que mejoren la sostenibilidad del sistema. Los resultados de investigación, mediante procesos de validación y ajuste, se convierten en tecnologías que deben ser conocidas, probadas y apropiadas por productores y asistentes técnicos, es decir, son una fuente importante para mejorar el desempeño de los sistemas de producción, no solo para contrarrestar las limitantes técnicas y productivas, sino también para generar impactos socioeconómicos positivos tanto en los productores y sus familias, como en toda la cadena de valor de plátano en el país.



Con el objetivo de fomentar una mayor adopción y apropiación de las tecnologías generadas por AGROSAVIA, la entidad ha formulado una estrategia de comunicación y divulgación dirigida a productores de plátano, asistentes técnicos y extensionistas agropecuarios para que conozcan con mayor detalle técnico una serie de recomendaciones sobre cómo establecer y manejar el cultivo de plátano en Colombia.

■ Proceso de vinculación de tecnologías

El plan de vinculación es el instrumento de planificación y ejecución de las acciones de AGROSAVIA que permiten difundir, divulgar, apropiar, adoptar o adaptar la oferta tecnológica (OT) corporativa y de otros actores del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA). Forma parte de la Agenda de I+D+i de las redes de innovación y se formula como proyecto independiente, aunque de manera articulada con los proyectos que constituyen el macroproyecto de investigación.

En el caso del sistema productivo de plátano (*Musa AAB*), el plan tiene como propósito

vincular la OT corporativa y de otros actores, mediante un proceso de fortalecimiento de capacidades de actores, en este caso productores y asistentes técnicos (extensionistas agropecuarios), que conduzca a un incremento de la competitividad del sistema de plátano en diferentes zonas productoras del país. (AGROSAVIA, 2019)

 **AGROSAVIA**
propicia la
transferencia
de tecnología
a través de
las vitrinas
tecnológicas y
la divulgación
de manuales
técnicos, modelos
productivos,
artículos
científicos
y material
complementario 

Con este objetivo, AGROSAVIA lleva a cabo un conjunto de acciones para vincularse con actores que previamente ha identificado y caracterizado, como días de campo, encuentros, demostraciones de método, jornadas de actualización y talleres. Además, establece espacios para propiciar la transferencia de tecnología, como las vitrinas tecnológicas (VT), y desarrolla estrategias de difusión y divulgación con la publicación de manuales técnicos, modelos productivos, artículos científicos y material

complementario que contribuyan a que los actores se vinculen con la OT y se apropien de ella.

Todas estas acciones tienen como eje central divulgar y fortalecer las ofertas tecnológicas (OT) que surgen de los proyectos de investigación y transferencia de tecnología que ha ejecutado AGROSAVIA en los últimos años de la mano con sus aliados. Específicamente, las OT relacionadas con el sistema productivo de plátano hacen recomendaciones tecnológicas como: **1) arreglos y densidades de siembra de plátano y sus prácticas de manejo, 2) fraccionamiento de la fertilización y 3) manejo de picudo para la producción de plátano.**

Estas recomendaciones tecnológicas pueden ser implementadas en diferentes regiones productoras y varían según las zonas agroecológicas y las condiciones tecnológicas y socioeconómicas de los productores. Esta estrategia centra sus esfuerzos, inicialmente, en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Córdoba, Cundinamarca y Caquetá, zonas que tienen diferentes niveles de tecnificación e intervención.

La vinculación de las tecnologías se realiza mediante un proceso de fortalecimiento de las capacidades de los productores, asistentes técnicos, extensionistas agropecuarios y demás actores del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) que han sido relacionados e identificados en cada una de las zonas priorizadas en el plan de vinculación. Además de identificar y tipificar los principales actores y usuarios de la OT, también se definen los espacios donde se pueden realizar las actividades de transferencia de tecnología, tanto presencial como virtualmente, con productores y asistentes técnicos.

Además de estas acciones, como estrategia transversal AGROSAVIA crea material divulgativo de apoyo y complementario con base en las OT que fundamentan el plan de vinculación. El material tiene como propósito



proveer información técnica relacionada con las OT y su implementación en los sistemas de producción de plátano mediante canales escritos, virtuales y audiovisuales, como la radio local. Está dirigido a productores y asistentes técnicos de los municipios priorizados y, en general, de las zonas productoras en el país (figura 1).

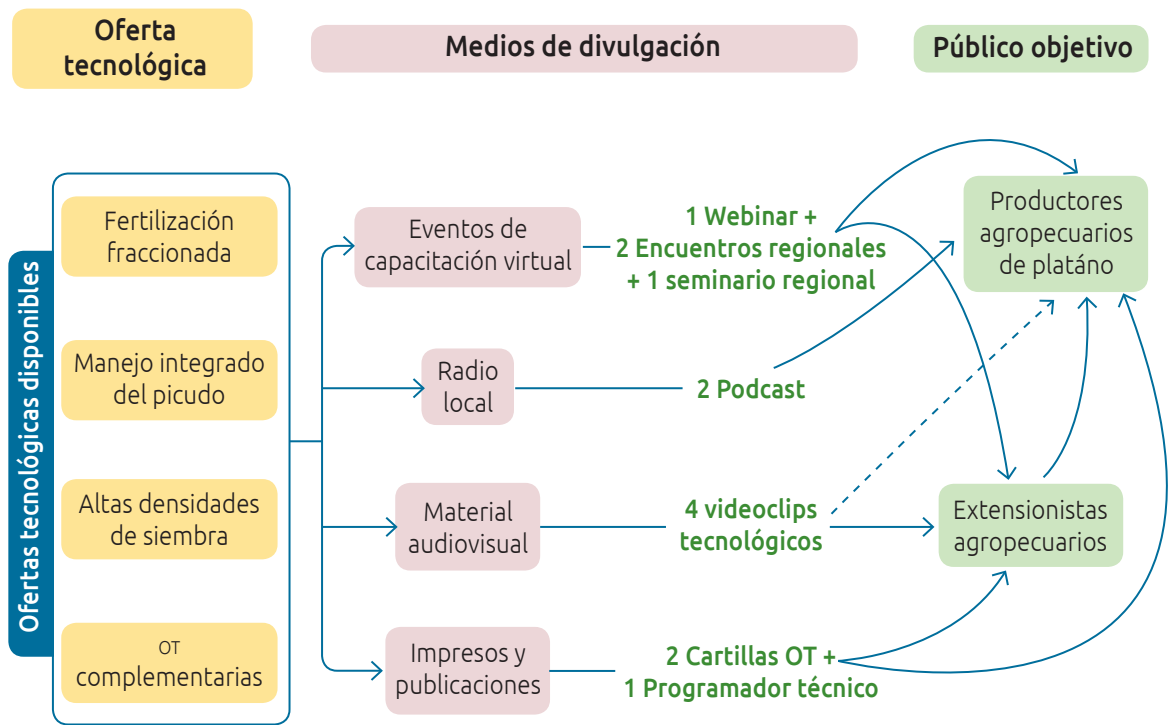


Figura 1. Estrategia de divulgación del plan de vinculación de plátano.

Fuente: Elaboración propia



I Ofertas tecnológicas

Las ofertas tecnológicas se definen como resultados intangibles de la investigación científica aplicada que ofrecen soluciones tecnológicas de forma sistemática a las necesidades del sector agropecuario en general, en este caso, al sistema productivo de plátano. Las tecnologías que se detallan en este documento son:

1. Arreglos y densidades de siembra de plátano y sus prácticas de manejo



2. Recomendaciones de fraccionamiento de la fertilización integrada para la producción de plátano



3. Manejo de picudo para la producción de plátano



Convenciones

En esta cartilla de recomendaciones tecnológicas encontrará los siguientes íconos, que le ayudarán a identificar los contenidos:



Temas clave. El interrogante aparece en los apartados que resuelven dudas importantes.



Significados. Definiciones de palabras técnicas o que pueden variar entre las regiones y sus prácticas agrícolas.



Paso a paso. Procedimiento recomendado para alcanzar el objetivo de la oferta tecnológica.



Para recordar. Conceptos que vale la pena refrescar y tener presentes.



Bitácora. Espacio para que el lector tome nota de información valiosa a mediano y largo plazo para sus cultivos.



Tenga en cuenta. Concepto clave para comprender el tema abordado.

**Para ampliar la información,
puede consultar los siguientes documentos:**



Manejo Integrado de Plagas (MIP)
en el cultivo de plátano (*Musa AAB*)

<https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404449>

El cultivo del plátano
(*Musa AAB* Simmonds) en el trópico

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12434>



Modelo productivo para el cultivo de plátano en la zona
central cafetera de Colombia: paquete tecnológico

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13760>

Manejo integrado del cultivo de plátano: manual técnico

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17751>



El cultivo del plátano

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2095>



A dense field of banana plants with large, green leaves, serving as the background for the entire page.

Primera parte

Arreglos y densidades de siembra de plátano y sus prácticas de manejo

Introducción

■ ¿En qué consiste esta oferta tecnológica?

Esta oferta tecnológica hace recomendaciones sobre los arreglos y la densidad de siembra del cultivo de plátano necesarios para maximizar la productividad del sector platanicultor del país (figura 2). Está basada en diferentes resultados de investigaciones realizadas por ICA-AGROSAVIA en los últimos treinta años, los cuales se han compilado en el proyecto “Plan de choque con validación y ajuste de tecnologías emergentes en el cultivo de plátano en Colombia”, ejecutado por AGROSAVIA y Fedepalacol entre los años 2016 y 2018 en tres regiones productoras del país: Eje Cafetero, Costa Caribe y Llanos Orientales.

El objetivo del plan fue validar los arreglos de siembra y densidades en el cultivo de plátano, los cuales incrementan la producción por unidad de superficie cuando se combinan con la aplicación oportuna de las prácticas de manejo agronómico (AGROSAVIA, 2019b).



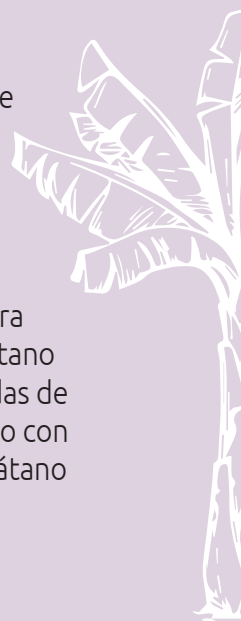
Figura 2. Cultivo de plátano en monocultivo.

Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

¿Cuál es el peso promedio del racimo de plátano en su finca?

Con la implementación de la tecnología se logran los siguientes beneficios:

- Respecto al cultivo de plátano tradicional, se registra para el Eje Cafetero un aumento de más del 100 % en la producción potencial, al pasar de 9,5 t/ha a rendimientos de 23 t/ha en el arreglo asociado en alta densidad, y de 42 t/ha en el arreglo de monocultivo en alta densidad.
- En condiciones de la Costa Caribe, respecto al cultivo de plátano tradicional, se presentan incrementos en la producción que fluctúan entre el 25 % en el arreglo de monocultivo tradicional tecnificado y del 161 % en el arreglo de monocultivo en alta densidad, al pasar de 8,15 t/ha a 10,2 y 21,3 t/ha, respectivamente.
- Mayor eficiencia económica y aprovechamiento de los factores de producción relacionados con un uso más apropiado de la superficie cultivada, mano de obra y capital.
- Reducción en los costos de producción por unidad e incremento de la rentabilidad, como resultado de la eficiencia en los procesos administrativos mediante el uso del programador de actividades de mantenimiento durante el ciclo del cultivo.
- Mantenimiento de la densidad poblacional, la sanidad y el potencial productivo. Esto se logra con la siembra a un solo corte con relevo plátano-plátano a partir de plántulas de vivero obtenidas de madres élite, seleccionadas de acuerdo con las características de la variedad de plátano regional adaptada.



Para implementar la tecnología se debe contar con un buen conocimiento en el manejo de la plantación, el tipo de productor y el mercado final de la fruta en fresco, pues esto permitirá la selección del mejor arreglo ajustado a las necesidades de cada productor. Esta tecnología se caracteriza por la flexibilidad y la compatibilidad de su implementación en diferentes tipos de sistemas productivos.

Asimismo, existen otras consideraciones técnicas, como usar semillas adecuadas —en cuanto a tamaño y peso— y tener buenas prácticas agrícolas y manejo agronómico del cultivo. Diferentes investigaciones han demostrado las ventajas que representa disponer de huertos madre conformados por plantas de la variedad de plátano regional adaptada, pues ofrecen un mayor potencial productivo, permiten un buen manejo agronómico, menor riesgo fitosanitario y facilitan la selección de las plantas madre élite que sirven como fuente de semilla de buena calidad. A partir del material seleccionado, se cosechan y utilizan los cormos (hijuelos) producidos por la planta madre con pesos de 0,8 a 1,5 kg, los cuales se pueden sembrar directamente en el campo (Álvarez et al., 2013; Belalcázar, 1991; Bolaños-Benavides, 2012; Rodríguez-Yzquierdo et al., 2018).

Sin embargo, el material de siembra recomendado para el sistema de altas densidades y sus relevos corresponde a plántulas de plátano con 5 o 6 hojas desarrolladas. Para realizar este sistema de producción se debe seguir este procedimiento:

1. Seleccione la planta madre élite con las características de la variedad de plátano regional adaptada, para lo cual evalúe:

- Sanidad.
- Tipo de racimo.
- Peso del racimo.
- Calidad (dedos de primera).



-
- A watercolor illustration of a man with a mustache, wearing a purple baseball cap, a white short-sleeved button-down shirt, blue trousers, and black rubber boots. He is kneeling on the ground, leaning forward and using a pair of metal shears or a similar tool to cut into a large, round, light-brown object that has a dense network of dark roots or fibers extending from its base. The man's expression is focused. The background is plain white.

Figura 3. Extracción del meristema apical.

Fuente: Elaboración propia

- 22

6. Limpie y desinfecte los rebrotes cosechados con el uso de insecticidas y fungicidas, preferiblemente de origen natural.
7. Siembre el rebrote en bolsas de vivero preparadas con un sustrato de tierra, materia orgánica y aplicación de biocontroladores y biofertilizantes.
8. Mantenga disponible la plántula a los dos meses después de la siembra en la bolsa, cuando ha desarrollado 5 a 6 hojas y está lista para su establecimiento en el campo (Aránzazu et al., 2002; Aránzazu et al., 2003; Valencia, 2017).

Esta tecnología permite programar siembras escalonadas, para lo cual se toma como base la disponibilidad de área de siembra, los recursos económicos, la demanda del mercado y la cadena de valor existente.

Además, facilita la administración de la plantación, en la medida en que permite sistematizar la programación y el registro de labores, así como el requerimiento de insumos y equipos, los cuales se calculan por unidad de área y número de sitios de siembra activos.





¿Cuáles arreglos de siembra ofrece la OT?

La respuesta no es cuáles ofrece la oferta tecnológica (OT), sino cuál se ajusta más a nuestras necesidades, teniendo en cuenta la posibilidad de establecer sistemas productivos con enfoque familiar, campesino o empresarial, por lo cual se proponen arreglos de siembra de plátano en monocultivo y en cultivo asociado. A partir de esta condición, en el proceso de validación se evaluaron tres arreglos y densidades de siembra del cultivo de plátano (figura 4).

A continuación, se explica en detalle los diferentes arreglos poblacionales, los cuales permiten al platanicultor establecer: 1) Sistema monocultivo en alta densidad, 2) Sistema asociado en alta densidad y 3) Sistema monocultivo tradicional tecnificado.

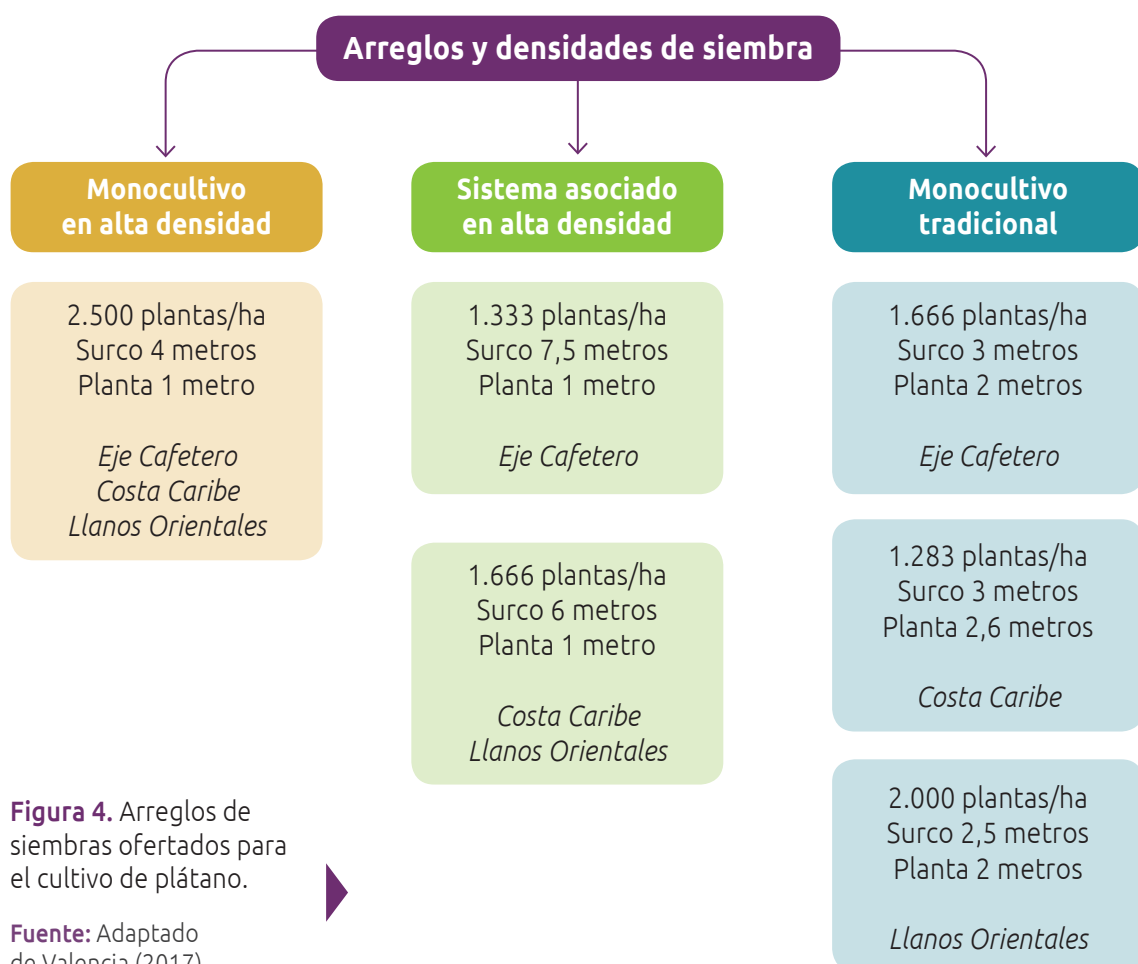


Figura 4. Arreglos de siembras ofertados para el cultivo de plátano.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

Arreglos de siembra

1. Sistema de siembra de plátano monocultivo en alta densidad (uno o dos ciclos de producción)

En este sistema se establecen 2.500 plantas por hectárea, con distancia de siembra de cuatro metros entre surcos y de un metro entre planta (figuras 5 y 6).

Figura 5. Diseño para el monocultivo en alta densidad.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

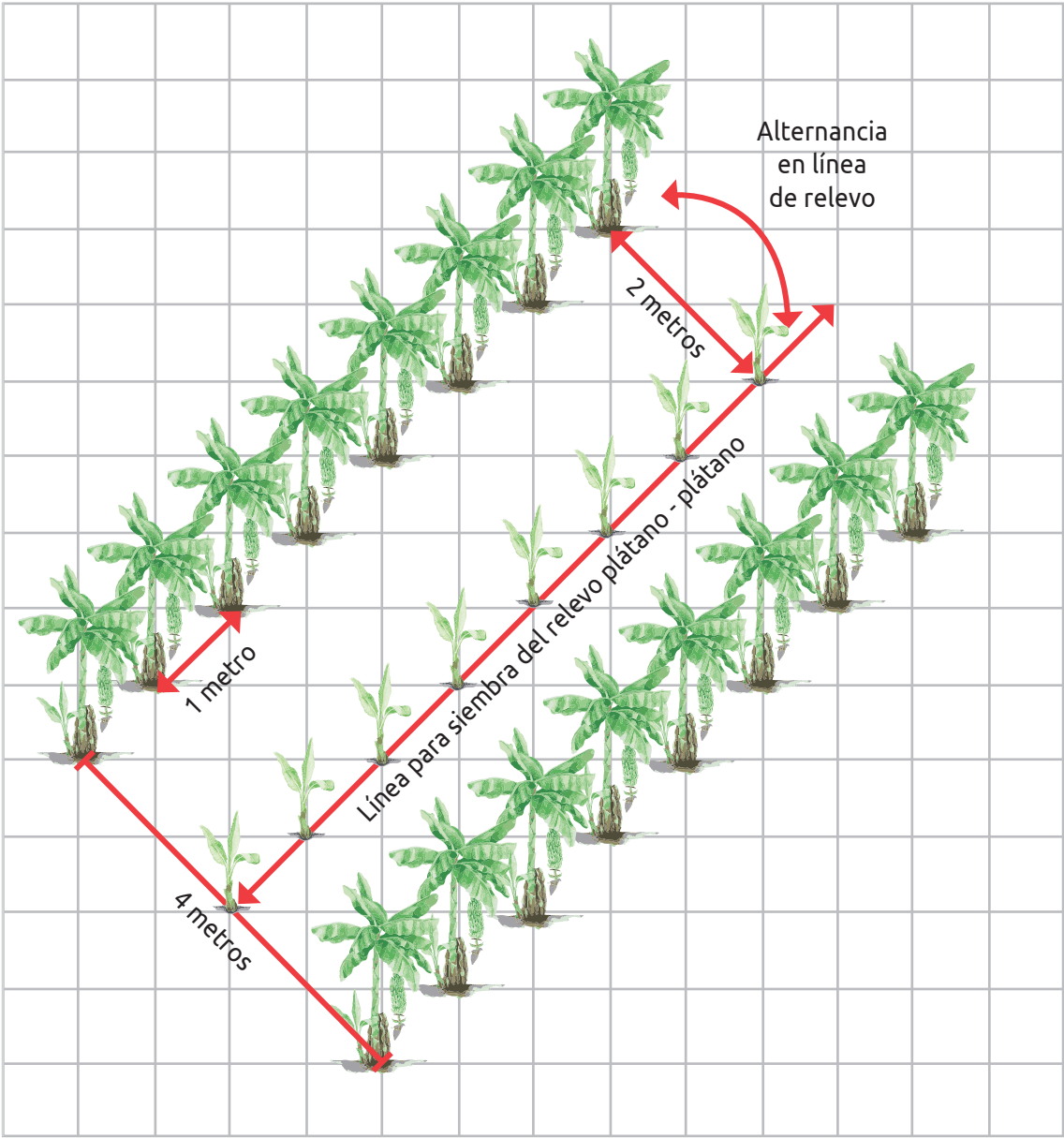




Figura 6. Lote de plátano establecido como monocultivo en alta densidad 4×1 m, 2.500 plantas/ha, a un corte de producción.

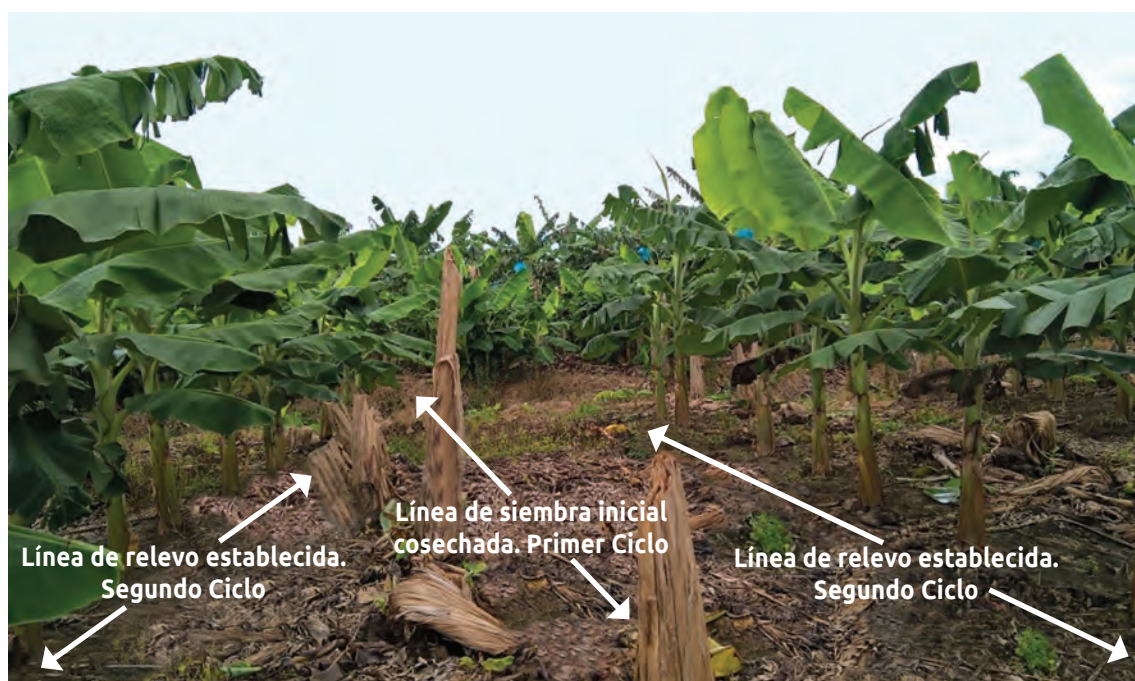
Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

Existen otros arreglos en alta densidad de población a un solo corte, como es el caso de la siembra a distancia 2×2 metros y de $2,5 \times 2$ metros que se utiliza en los Llanos Orientales, con densidad de siembra de 2.500 y 2.000 plantas/ha, respectivamente.

Entre las ventajas de este sistema se pueden mencionar:

- La realización de siembras escalonadas en el área disponible, lo que permite una producción permanente o proyectada para ser cosechada en épocas de mayor demanda o precio del producto.
- La selección en el área de cultivo de plantas madre élite por precocidad y calidad productiva, para ser utilizadas en la siembra del relevo plátano-plátano.
- La renovación periódica del área de cultivo con material seleccionado y sano, mediante el relevo plátano-plátano, lo cual mejora la situación sanitaria de la plantación y mantiene un alto potencial productivo.

- El establecimiento de un sistema administrativo para manejar prácticas culturales, jornales, insumos y cosecha.
- Aplicación de un sistema de siembra de relevo plátano-plátano durante la fase de belloteo o floración, lo cual permite reducir el tiempo entre ciclos de cosecha (figura 7).



Los rendimientos por hectárea generados por este arreglo fueron del orden de 42 t/ha en el Eje Cafetero con plátano Dominico Hartón y de 21 t/ha en la Costa Caribe con plátano Hartón, de manera que supera ampliamente los rendimientos del cultivo de plátano tradicional reportados por el Ministerio de Agricultura en cada una de las zonas indicadas (Agronet, 2020).

Figura 7. Plantas de relevo en crecimiento, con surco remanente del primer ciclo de siembra a un corte en un sistema de monocultivo en alta densidad 4 x 1 m, 2.500 plantas/ha.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

2. Sistema de siembra de plátano asociado en barreras con alta densidad de población (uno o dos ciclos de producción)

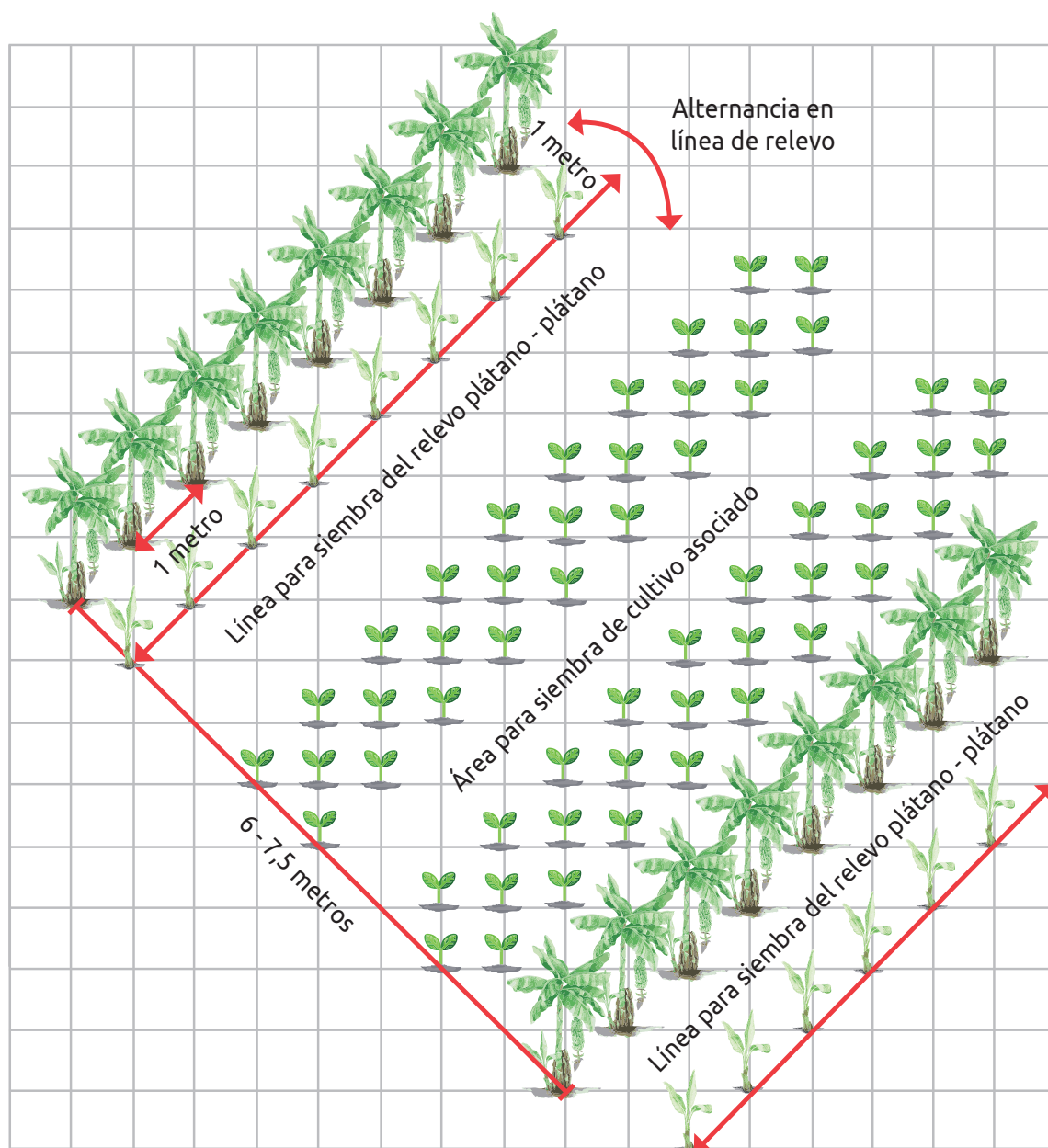
En este modelo de siembra se utilizan distancias de siembra de 6 x 1 m en la Costa y los Llanos Orientales, y de 7,5 x 1 m en el Eje Cafetero, para una población de 1.666 y 1.333 plantas/ha, respectivamente, con calles amplias

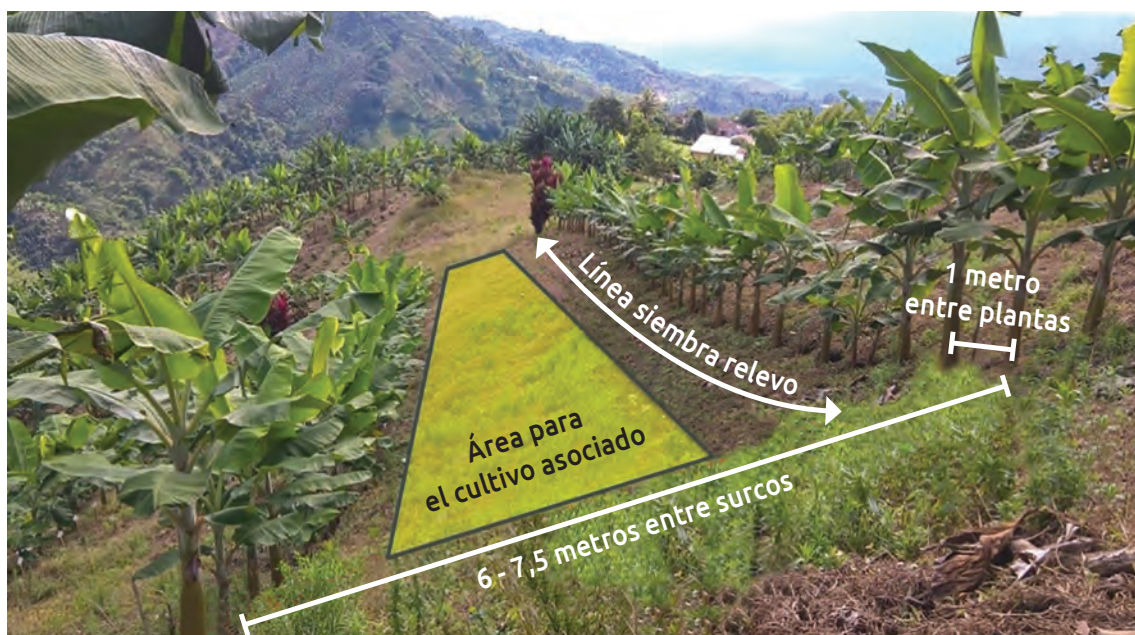
que permiten establecer cultivos asociados de ciclo corto e inclusive cultivos permanentes como cacao, café y frutales (figura 8 y 9).

Figura 8. Diseño para el sistema de siembra de plátano en alta densidad.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

Este sistema es similar a la siembra de 4×1 metros, pero se diferencia en el manejo intensivo en la barrera de plátano y la disponibilidad de una mayor superficie de cultivo entre las barreras de plátano debido a que hay mayor distancia entre surcos, lo cual permite establecer otro cultivo alternativo, a fin de obtener un ingreso adicional en un menor tiempo.





Cabe anotar que el cultivo asociado debe tener en lo posible un ciclo de producción de menor tiempo que el cultivo de plátano (figura 9).

Generalmente, en este sistema se establecen cultivos como maíz, frijol, hortalizas, etc., pero se tiene la precaución de dejar libre una franja de uno a dos metros hacia un lado de la planta inicial de plátano para establecer el relevo durante el belloteo o floración. La elección del cultivo asociado depende de la zona donde se establece el sistema, así como de la adaptabilidad ambiental y de las facilidades de comercialización, pues este cultivo complementario debe generar un flujo de caja que permita solventar costos de mantenimiento del cultivo de plátano e ingresos adicionales (figura 10).

Específicamente, en el proyecto “Plan de choque con validación y ajuste de tecnologías emergentes en el cultivo de plátano en Colombia”, los rendimientos por hectárea que generó este arreglo en barreras fueron de 23 t/ha en el Eje Cafetero con plátano Dominico Hartón y de 11 t/ha en la Costa Caribe con plátano Hartón, de manera que superó ampliamente los rendimientos del cultivo de plátano tradicional reportados por el

Figura 9. Lote de plátano en barreras de alta densidad con una población de 1.333 a 1.666 plantas/ha, con una calle que permite establecer cultivos asociados como el frijol y el maíz.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

Ministerio de Agricultura (Agronet, 2020) en cada una de las zonas indicadas. En el caso de los Llanos Orientales, el rendimiento obtenido por este arreglo fue similar al observado en el sistema tradicional tecnificado de alta densidad, con 19 t/ha.

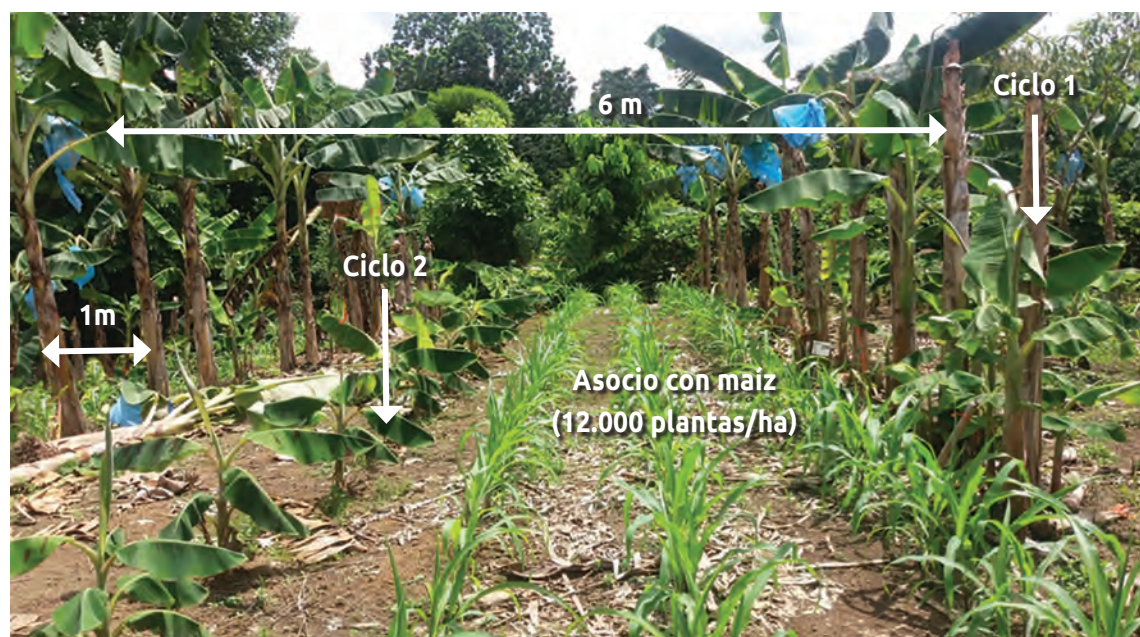


Figura 10. Sistema de siembra de plátano en barreras de alta densidad con una población de 1.666 plantas/ha, asociado con un cultivo transitorio de maíz.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

3. Sistema de siembra de plátano monocultivo tradicional (varios ciclos de producción)

En este modelo se utilizan distancias de siembra de $3 \times 2,6$ metros en la Costa Caribe y de 3×2 metros en el Eje Cafetero, para una población de 1.238 y 1.666 plantas/ha, respectivamente (figura 11 y 12).

Este sistema de siembra en monocultivo tradicional se lleva a cuatro o más ciclos de cosecha o ciclos productivos antes de que se efectúe la renovación de la plantación. Esta característica propicia los ataques incrementales de las plagas —como el picudo negro, picudo rayado y amarillo, el gusano tornillo y los nemátodos—, además de otros problemas sanitarios —como virus y hongos— y, por lo tanto, que se pierdan sitios de siembra. Como consecuencia, la densidad poblacional va disminuyendo paulatinamente en ciclos sucesivos de producción, lo cual afecta la capacidad

productiva del cultivo debido a la reducción del número y vigor de las plantas por el ataque de las plagas, especialmente si no se realizan actividades de manejo integrado de plagas y enfermedades.

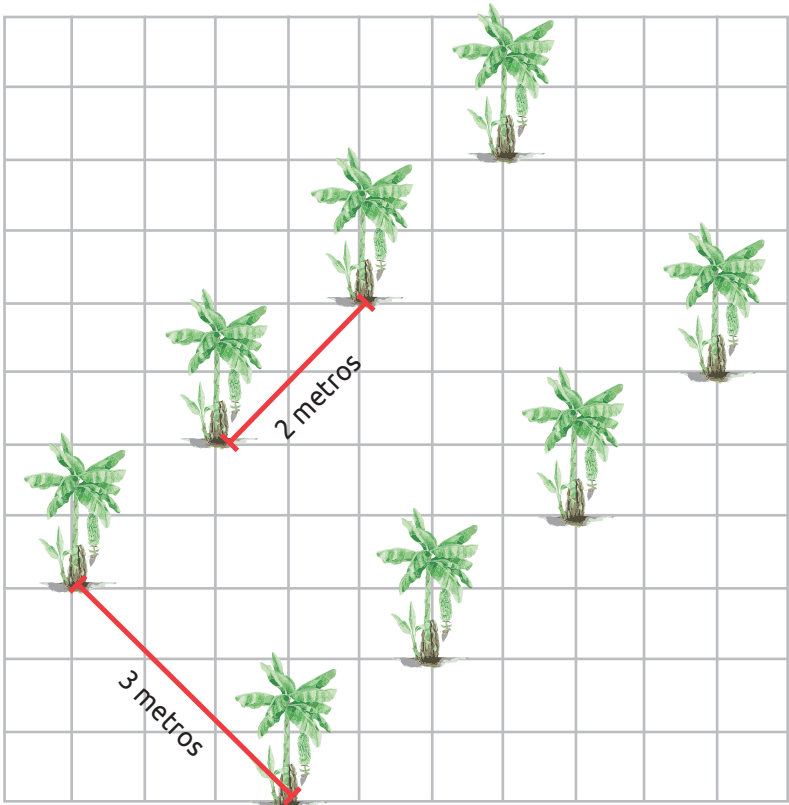


Figura 11. Diseño para el sistema de siembra de plátano en monocultivo tradicional con una densidad poblacional de 1.666 plantas/ha.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)



Figura 12. Sistema de siembra de plátano en monocultivo tradicional con una densidad poblacional de 1.666 plantas/ha.

Fuente: Adaptado de Valencia (2017)

Esta situación contrasta con la capacidad que tienen los sistemas a uno o dos cortes de mantener un alto nivel productivo y una alta sanidad derivada del uso de semilla sana seleccionada de alta calidad fisiológica y sanitaria.

Consideraciones finales

Asimismo, esto evidencia que el cultivo de plátano se puede mantener mediante un plan de manejo permanente o mediante la renovación periódica de los cultivos por medio del relevo plátano-plátano, especialmente en sistemas en alta densidad en monocultivo o en barreras, asociado a otras especies cultivadas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el arreglo poblacional y la densidad escogidos dependerán del grado de conocimiento y aceptación por parte del productor platanicultor.

32

(racimo o kilogramo) de plátano producido, en la medida en que este sistema aumenta los rendimientos por unidad de área respecto al sistema convencional.

Por ejemplo, para el caso del Eje Cafetero (municipios de Montenegro, Caicedonia y Belén de Umbría), con la implementación de la OT el costo del kilo producido con este sistema está en un rango de \$328 (para un peso promedio de 17 kg/racimo) y \$558 (para un peso de 10 kg/racimo); para la Costa Caribe (municipios de Los Córdoba y Turbo) y para los Llanos Orientales (municipios de Tame, Yopal y Granada), el valor promedio por kilo producido es de \$654 y \$511, respectivamente.

Estos valores se encuentran por debajo del precio promedio pagado por plátano según los precios históricos entre el 2015 y el 2018, el cual osciló entre \$1.154 y \$1.851 (Histórico Corabastos, 2015-2018) (Corabastos, 2020), lo cual indica que se generan utilidades en todas las combinaciones de densidades de siembra e incluso en los escenarios de menor precio pagado (AGROSAVIA, 2019b).

Esta tecnología ha sido probada en nueve departamentos: Córdoba, Meta, Arauca, Casanare, Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, en igual cantidad de municipios y con condiciones agroecológicas diferentes, pero que son aptas para la producción de plátano.

Los datos demuestran que el desempeño de la OT es positivo en comparación con los arreglos tradicionales en cada una de las zonas, en la medida en que hay mayores rendimientos y mejores utilidades para el productor. Los resultados de la investigación permiten establecer que esta tecnología se puede implementar en diferentes zonas productoras del país, con condiciones agroecológicas homogéneas.



Finalmente, las diferentes densidades de siembra evidencian que se puede reciclar hasta el 80 % de los nutrientes aplicados en el suelo. Además, se encuentra que un factor positivo del sistema productivo es el alto volumen de biomasa y nutrientes que entran a procesos de reciclaje durante los ciclos del cultivo (vegetativo, reproductivo y productivo), lo cual permite aprovechar de manera eficiente los nutrientes retornados y se promueven procesos de mineralización en los nuevos ciclos (relevo) (Valencia, 2017).





Recomendaciones de fraccionamiento
de la fertilización integrada para
la producción de plátano

Introducción

La elaboración de un plan eficiente de fertilización en cualquier cultivo involucra diferentes criterios y requisitos necesarios para garantizar una alta productividad de la especie con un esquema de buenas prácticas agrícolas. Cardona y Bolaños-Benavides (2019) aseguran que es fundamental considerar el concepto básico del manejo responsable de nutrientes, basado en cuatro requisitos (4R) que desarrolló el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas: aplicación de la fuente correcta de nutrimentos en la dosis, momento y lugar correctos.



En este capítulo se explicarán las herramientas para estimar la dosis correcta que se debe aplicar en las diferentes etapas (momentos) del cultivo de plátano (según fenología y absorción de cada nutriente), lo cual permitirá escoger las fuentes correctas de fertilizantes comerciales. Es importante resaltar que esta cartilla no pretende generar una única recomendación de fertilización que pueda aplicarse en cada cultivo de plátano; por el contrario, busca dar las herramientas necesarias para que los asistentes técnicos formulen planes eficientes de fertilización integrada para cultivos de plátano, teniendo en cuenta la fertilidad actual de cada suelo, los requerimientos nutricionales en cada estado fenológico del cultivo y las fuentes comerciales disponibles en cada zona productora (Cardona & Bolaños-Benavides, 2019).

¿En qué consiste esta recomendación?



Esta recomendación tecnológica propone fraccionar la fertilización integrada del cultivo de plátano con base en los resultados del análisis de suelo en cada predio o finca,

los requerimientos nutricionales y la fenología del cultivo, que son los tres criterios necesarios en un plan eficiente de fertilización integrada en cultivos por establecer.

Adicionalmente, esta OT plantea que en cultivos de plátano establecidos se debe considerar el análisis de tejido vegetal para conocer el estado nutricional de la planta y realizar los ajustes pertinentes cuando se presenten síntomas de deficiencias nutricionales.



■ Pero ¿cuál es la diferencia entre fertilización y nutrición?

Es común que se haga referencia a los dos términos como si se tratase de lo mismo, pero es importante aclarar que son procesos diferentes.

Drench:



Consiste en diluir previamente el fertilizante granulado en agua y suministrarlo cerca al seudotallo de la planta.

La *fertilización* se refiere a la aplicación de diferentes fuentes de fertilizantes, que pueden ser de tipo foliar para aplicación directa en las hojas de las plantas, granulado para aplicación directa en el suelo o altamente solubles para ser aplicados mediante fertirriego o en *drench*, que consiste en diluir previamente el fertilizante granulado en agua y suministrarlo cerca al seudotallo de la planta. Una vez que el suelo recibe las distintas fuentes de fertilizantes, se producen diferentes procesos imperceptibles, pero fundamentales para que las plantas cultivadas tengan los nutrimentos necesarios para su crecimiento, desarrollo y producción. A este proceso se le denomina *nutrición*.

Dado que el agua es uno de los factores que más influyen en la eficiencia de la fertilización, el agricultor debe garantizar la humedad adecuada en el suelo para que los fertilizantes puedan actuar, así como verificar que no haya problemas de drenajes, pues los

fertilizantes son sales que necesitan agua para solubilizarse y liberar los nutrientes (Cardona & Bolaños-Benavides, 2019).



Beneficios

Con la implementación de la tecnología se logran los siguientes beneficios:

- Incremento de entre 10 % y 15 % en el peso del racimo.
- Fluctuación de la producción por hectárea en función de la densidad de entre 23 t/ha (1.333 plantas/ha) y 43 t/ha (2.500 plantas/ha).
- Disminución del porcentaje de descartes y mayor calidad del producto final: mejor composición fisicoquímica y nutricional de los frutos. La calidad asociada a la fertilización se ve favorecida con la práctica de desmane a cinco manos.
- Mayores aportes de nutrientes como nitrógeno, fósforo, azufre y boro.
- Reducción del 30 % en la cantidad de insumos aplicados.
- Reducción de la pérdida de fertilizante y en la contaminación de aguas.
- Disminución de emisión de gases de efecto invernadero.
- Mayor macroporosidad, reciclaje de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, boro, magnesio y azufre.
- Mayor actividad biológica y enzimática en el suelo.
- Reciclaje de nutrimentos de aproximadamente 80 % mediante la incorporación al suelo de importantes cantidades de biomasa como materia seca entre 18 a 35 t/ha/ciclo.

“El agricultor debe garantizar la humedad adecuada en el suelo para que los fertilizantes puedan actuar, así como verificar que no haya problemas de drenajes.”

¿Qué se debe considerar?

Para implementar esta OT se debe seguir los lineamientos de las buenas prácticas en fertilización integrada, las cuales permiten alcanzar la máxima producción posible de un cultivo, garantizan el uso eficiente de los diferentes fertilizantes utilizados y permiten reducir el impacto negativo que puede causar el uso de distintos tipos de fertilizantes en el medioambiente (Melgar, 2007).



“Tenga en cuenta los 4R en su plan de fertilización: 1) Aplique la fuente correcta de fertilizantes con diferentes nutrientes en 2) el momento, 3) la dosis y 4) el lugar correctos.”

La elaboración de cualquier plan de fertilización debe considerar los cuatro requisitos (4R) que fundamentan el concepto básico de “manejo responsable de nutrientes”. Los 4R, desarrollados por el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI, por su sigla en inglés), son: 1) aplicación de la *fuentes correcta* de fertilizantes con diferentes nutrientes en 2) el *momento*, 3) la *dosis* y 4) el *lugar correctos* (IPNI, 2013). La puesta en práctica de estos cuatro requisitos en cada unidad productiva permitirá un manejo adecuado de la nutrición de las plantas y ayudará a garantizar la mayor producción posible por unidad de área.

Se debe señalar que es fundamental no privilegiar un requisito a expensas de los demás, pues es muy común que se preste mayor importancia, por ejemplo, a la dosis, representada en la cantidad de fertilizante aplicado, pero no se cumplan los demás requisitos, debido a la relación que tiene la dosis o cantidad de fertilizante con los costos asociados a cualquier sistema de producción agrícola. Esto afecta el desempeño de la fertilización, cuyo propósito es mejorar la nutrición de las plantas cultivadas (Cardona & Bolaños-Benavides, 2019).



¿Cuáles son los criterios para formular un plan eficiente de fertilización integrada?

Antes de fertilizar el suelo cultivado con plátano, para que el proceso de nutrición sea eficiente y se obtenga el mayor rendimiento posible de racimos, se deben considerar los siguientes criterios:



1. Análisis del suelo.



3. Etapa fenológica.



2. Análisis foliar.



4. Requerimientos nutricionales del cultivo.

Cada uno de estos criterios se puede interpretar con la asesoría de un ingeniero agrónomo, pues este profesional está en capacidad de formular un plan de fertilización con base en los resultados que se hayan obtenido en el análisis de fertilidad del suelo realizado en cada finca. Adicionalmente, con este propósito el técnico puede consultar las diferentes referencias bibliográficas donde se detallan las distintas etapas en el crecimiento, desarrollo y producción de la planta de plátano y los nutrimentos asociados para cada etapa (Aránzazu et al., 2000, 2002; Belalcázar, 1991; Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 1987). Una vez el ingeniero haya elaborado el plan de fertilización, deberá socializarlo con el agricultor, pues es la persona que conoce sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de plátano en su zona, al igual que el máximo potencial productivo, lo cual permitirá realizar los ajustes necesarios que ambas personas consideren pertinentes.

Es importante enfatizar en que **si se desconoce uno o más de estos cuatro criterios, no será posible establecer un plan eficiente de fertilización, pues no se tendría certeza sobre la cantidad de nutrientes que se debe aplicar ni la frecuencia.** Cuando esto ocurre, no se puede hablar de un plan de fertilización, sino de una práctica de fertilización sin criterio técnico y poco eficiente, pues probablemente se aplicarán dosis mayores o menores a las que realmente necesita el cultivo de plátano, lo cual podría incrementar los costos de producción y generar la formación de racimos con características fisicoquímicas no deseables para el consumidor. Para conocer un poco más de estos criterios, a continuación se detalla cada uno de ellos:

1. Análisis del suelo

Para elaborar un plan eficiente de fertilización se debe conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo mediante un **análisis de fertilidad**, para lo cual es necesario saber cómo se debe tomar la muestra del suelo que será enviada al laboratorio (Cardona & Bolaños-Benavides, 2019).

Para recordar



Los criterios para formular un plan eficiente de fertilización integrada son:

1. Análisis del suelo.
2. Análisis foliar.
3. Etapa fenológica.
4. Requerimientos nutricionales del cultivo.





Pero ¿por qué hacer un análisis de suelo?

El análisis se realiza para determinar en el laboratorio las propiedades químicas del suelo, relacionadas con la estimación de los contenidos de los nutrientes del suelo que favorecen el rendimiento del cultivo de plátano. El conocimiento de la cantidad de cada uno de los nutrientes permitirá que el agricultor pueda mejorar la fertilidad del suelo mediante la aplicación de diferentes fuentes de fertilizantes. Los resultados de este análisis pueden indicar si el suelo presenta problemas de acidez relacionados con bajos niveles de pH y altas saturaciones de aluminio, igualmente, pueden indicar desbalance de cationes o permitirá determinar si el suelo no presenta problemas de fertilidad y no requiere altas cantidades de fertilizantes.



Con un análisis de suelos se puede saber:

- Los contenidos de los nutrientes que están disponibles en el suelo y que se pueden suministrar al cultivo de plátano, con base en su edad y tipo de sistema productivo.
- La necesidad o no de aplicar diferentes tipos de enmiendas minerales y orgánicas.
- El procedimiento para optimizar la aplicación de diferentes fuentes de fertilizantes, desde el punto técnico y económico.
- Las estrategias que se deben implementar para mejorar el suelo.



Pasos para tomar la muestra de suelo

Antes de enviar una muestra de suelo para su respectivo análisis, se deben seguir los siguientes pasos:

- 1 **Definir la época de muestreo:** se recomienda tomar la muestra de suelo durante la época de inicio de lluvias y mínimo dos meses antes de establecer el cultivo, pues se debe tener en cuenta el tiempo que tarda el laboratorio en

reportar los resultados del análisis, así como el tiempo que se requiere para que actúe la enmienda correctiva de acidez en suelos a capacidad de campo (en el caso que se requiera, lo cual es muy probable en suelos cultivados con plátano en la zona cafetera con presencia de suelos ácidos). Los suelos con problemas de acidez presentan valores de pH inferiores a 5 y saturaciones de aluminio superiores al 15 %.

Los suelos con problemas de acidez presentan valores de pH inferiores a 5 y saturaciones de aluminio superiores al 15 %.

- 2 **Establecer la frecuencia de muestreo:** para cultivos de plátano establecidos de carácter perenne o semipermanente, es recomendable que se haga un análisis químico del suelo cada dos años o cada que se establezca un nuevo cultivo, para conocer los cambios que puedan haber ocurrido en la solución del suelo.
- 3 **Separar las áreas homogéneas en la finca:** se recomienda clasificar los diferentes lotes del predio con base en el cambio de pendiente, tipo de uso del suelo (cultivo, barbecho, pastoreo, etc.) y tipo de fertilizante empleado, entre otros (Osorio & Ruiz, 2001). Cada lote puede presentar suelos con características diferentes de fertilidad y, por lo tanto, deberá ser considerado como una unidad de submuestreo o muestreo (en lo posible) (figura 13).

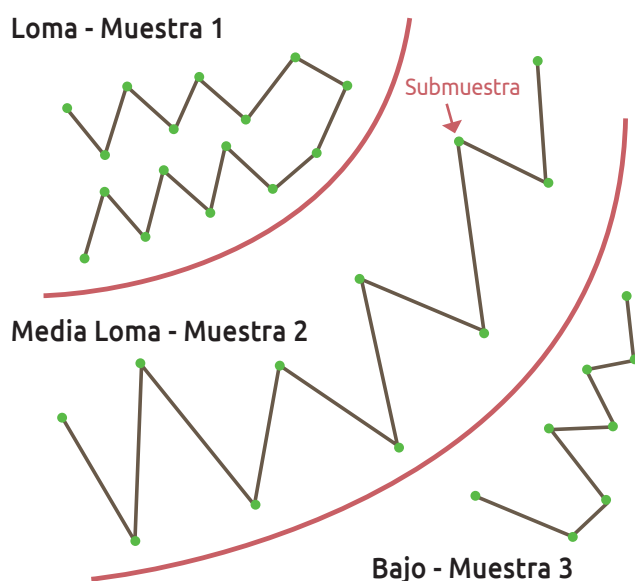


Figura 13. Recorrido en zigzag en cada parte del lote para realizar el muestreo.

Fuente: Cardona y Bolaños (2019)

Es decir, se deben tomar muestras separadas por cada lote, sobre todo si estos son mayores a una hectárea (Cardona & Bolaños, 2019).





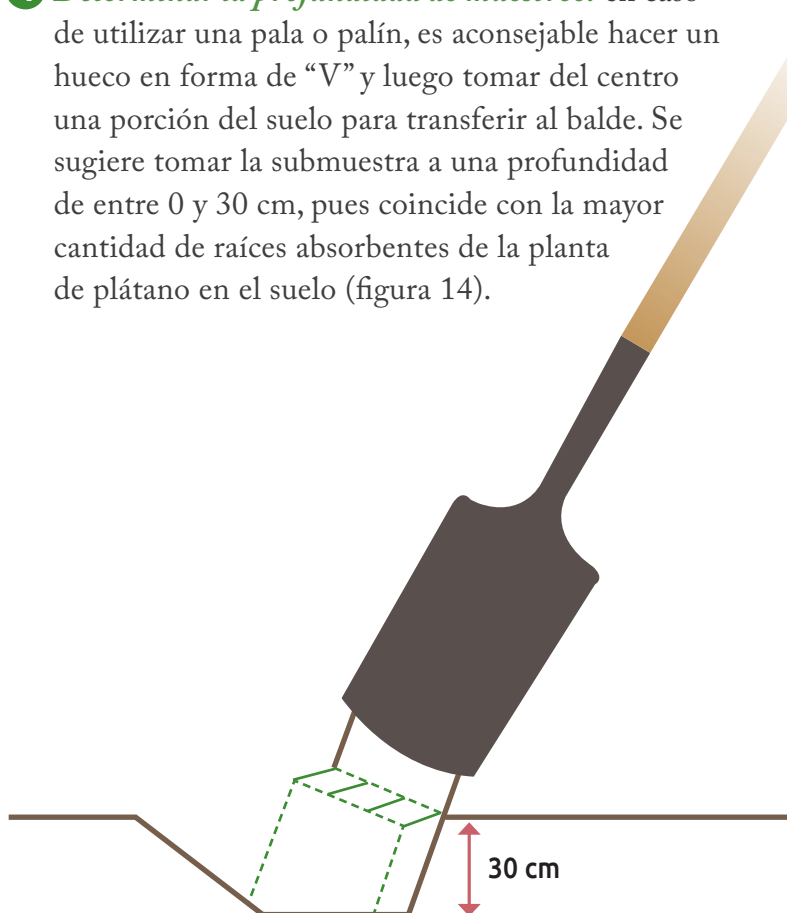
- 4 **Determinar la profundidad de muestreo:** en caso de utilizar una pala o palín, es aconsejable hacer un hueco en forma de “V” y luego tomar del centro una porción del suelo para transferir al balde. Se sugiere tomar la submuestra a una profundidad de entre 0 y 30 cm, pues coincide con la mayor cantidad de raíces absorbentes de la planta de plátano en el suelo (figura 14).

Figura 14. Profundidad de muestreo.

Fuente: Cardona y Bolaños (2019)

Bitácora

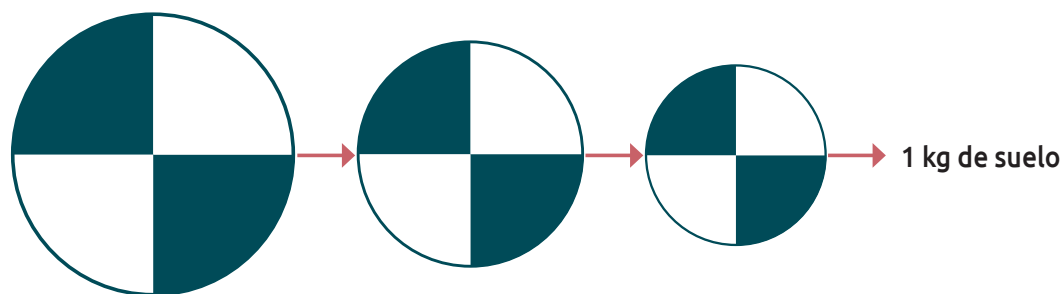
¿Usted siguió todas estas recomendaciones para la toma de la muestra de suelo?
¿Cómo realizó el muestreo?



Una muestra del suelo es el resultado de mezclar varias submuestras, las cuales deben ser recogidas previamente y de manera aleatoria, abarcando toda el área por intervenir (Osorio & Ruiz, 2001). Este muestreo aleatorio se tiene que hacer mediante un recorrido en zigzag, tomando la submuestra en el lugar donde cambie la orientación del recorrido. Antes de tomar la muestra en cada punto, es recomendable retirar piedras, raíces, lombrices e insectos, al igual que las arvenses presentes en un área de 40 × 40 cm. Posteriormente, se toman entre 100 y 200 gramos del suelo, los cuales se depositan en un balde plástico limpio. La muestra de suelo no se deberá manipular con las manos descubiertas y se deberá utilizar guantes en cualquiera de las fases de su preparación, debido a que las sales minerales contenidas en el sudor pueden afectar la calidad de los resultados.

5 Definir el número de submuestras: se recomienda tomar una muestra por cada sistema productivo, teniendo en cuenta el área del lote sembrado o que se cultivará (30 submuestras por hectárea). En terrenos con superficies inferiores a una hectárea, se deben tomar 15 submuestras (mínimo).

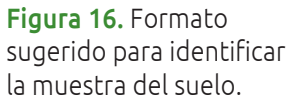
6 Homogenizar y preparar la muestra: las submuestras se deben mezclar y seleccionar mediante cuarteo diagonal (figura 15), en el cual se deberá recoger la cantidad total para enviar al laboratorio: 1 kg. El cuarteo consiste en poner sobre un periódico el suelo que se ha recogido, hacer un círculo, dividirlo en cuatro partes iguales, seleccionar las partes opuestas (sombreadas) y desechar las dos partes restantes; luego se repite esta operación hasta tener la cantidad de 1 kg (Cardona & Bolaños, 2019). Es conveniente guardar un kilo de muestra del suelo como contramuestra, por si el resultado del análisis arroja un valor atípico que amerite un nuevo análisis. La contramuestra se puede almacenar seca y en bolsa cerrada por un tiempo de hasta seis meses (Munévar-Martínez et al., 2016).



7 Marcar la muestra para su envío: el kilogramo de suelo seleccionado en el cuarteo se transfiere a una bolsa plástica limpia, la cual se debe cerrar y marcar con algunos datos básicos para identificar la muestra en el laboratorio (figura 16). Una vez se haya guardado y etiquetado, la muestra compuesta puede ser mantenida a temperatura ambiente y no debe ser expuesta al sol. Si se encuentra muy húmeda, se debe secar a la sombra y almacenarla de nuevo (Cardona & Bolaños, 2019).

Figura 15. Proceso de cuarteo para seleccionar la muestra que se analizará en el laboratorio.

Fuente: Cardona y Bolaños (2019)



Fuente: Cardona y Bolaños (2019)

Bitácora

¿Cuál fue el laboratorio que escogió? ¿Por qué lo hizo?

¿Cuánto es el pH de su suelo?

[illegible]

Identificación de la muestra

Departamento: _____

Municipio: _____

Vereda: _____

Nombre y apellidos del productor: _____

Teléfono fijo/celular: _____

Fecha: _____

Nombre de la finca: _____

Altitud (m s. n. m.): _____

Uso anterior del suelo: _____

Uso actual del suelo: _____

Pendiente (%): _____

- 8** *Elegir el laboratorio certificado:* para analizar la muestra se debe seleccionar un laboratorio acreditado con la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005 (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos [Invima], 2005).

Para enviar la muestra se sugiere aprovechar el convenio AGROSAVIA-Servientrega-Efecty. Para más información, puede escribir al correo electrónico suelos@agrosavia.co o comunicarse al teléfono (1) 4227300, extensión 1372.

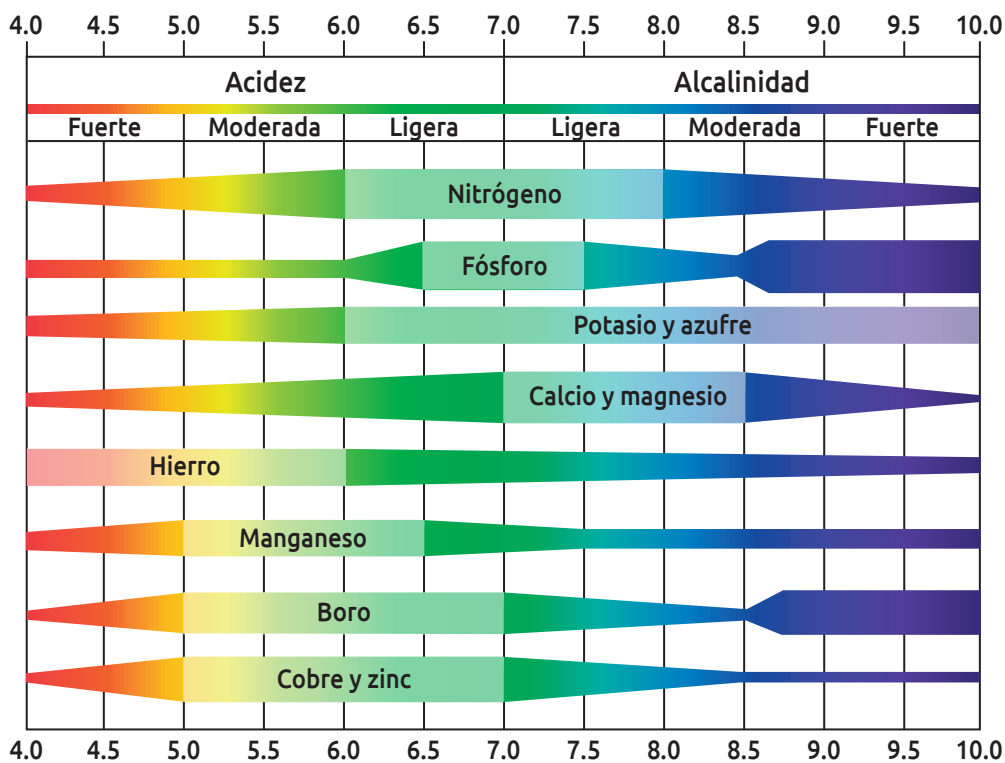
Interpretación de las características del suelo analizado

Una vez el laboratorio ha entregado los resultados, y con la asesoría de un ingeniero agrónomo, el agricultor deberá tener en cuenta algunos factores para interpretar la información. A continuación, se presentan algunos de ellos:

- **pH.** Este parámetro mide el grado de acidez de una solución, en este caso de la solución del suelo. En la escala de medición establecida, 14 es el valor máximo y 7 corresponde al valor de un suelo neutro. Los suelos ácidos presentan valores inferiores a 7, mientras que los suelos básicos se encuentran por encima de esta cifra. Sin embargo, generalmente los suelos básicos o alcalinos se asocian a valores de pH superiores a 8, y se considera que los suelos ácidos tienen un pH inferior a 5,2. Esta información es importante porque **la mayoría de las plantas cultivadas presentan un mejor crecimiento y desarrollo con valores de pH cercanos a la neutralidad** (Garrido-Valero, 1994). En la figura 17 se detalla la disponibilidad de los principales nutrientes que necesita la planta, según el valor del pH que presente el suelo.

Figura 17. Relación entre el nivel de pH y la disponibilidad de cada nutriente en el suelo.

Fuente: Elaboración propia





pH:



El pH (potencial de hidrógeno) mide el grado de acidez de una solución, en este caso de la solución del suelo. En la escala de medición establecida, 14 es el valor máximo y 7 corresponde al valor de un suelo neutro.

Este parámetro químico es un indicador de la disponibilidad de nutrientes, debido a que la presencia de iones de aluminio (Al^{3+} , $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$), hidrogeniones e hidroxilos son determinantes de la solubilidad de los iones del suelo considerados como nutrientes para las plantas (iones de fósforo como H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , sulfato- SO_4^{2-} , molibdato- MoO_4^{2-} , hierro- Fe^{3+} , manganeso- Mn^{+2} , cobre- Cu^{+2} y zinc- Zn^{+2}) e igualmente están relacionados con la baja disponibilidad de bases intercambiables (calcio- Ca^{+2} , magnesio- Mg^{+2} , potasio- K^+ y sodio- Na^+). Por ejemplo, cuando un suelo tiene un $\text{pH} \geq 6,5$, la abundancia de hidroxilos (OH^-) produce la precipitación (en forma de hidróxidos) de iones metálicos como hierro- Fe^{+3} , manganeso- Mn^{+2} , cobre- Cu^{+2} y zinc- Zn^{+2} , lo cual hace que no estén disponibles (insolubles) para que las raíces de las plantas los puedan absorber. Igualmente, estos valores altos de pH causan un exceso en la concentración de calcio soluble, lo cual ocasiona una menor solubilidad de iones fosfatos, a causa de la formación de fosfato de calcio (precipitado insoluble).

En regiones con altos valores de precipitación pluvial, los suelos tienden a presentar valores de pH muy bajos ($\leq 5,0$) y, con ello, una baja disponibilidad de bases intercambiables (calcio- Ca^{+2} , magnesio- Mg^{+2} y potasio- K^+). En condiciones de acidez, micronutrientes de importancia como el boro (H_3BO_3) presentan una alta solubilidad, pero con valores de pH superiores a 6,5 disminuye su disponibilidad para que sean absorbidos por las raíces de las plantas. En contraste, en suelos con valores de $\text{pH} < 5,5$, iones como el molibdato (MoO_4^{2-}) están poco disponibles, y su solubilidad tiende a aumentar a medida que se incrementan los valores de pH de la solución del suelo (Osorio, 2012).

- **Conductividad eléctrica (CE).** Este parámetro mide de manera indirecta la cantidad de sales presentes en una muestra del suelo (Garrido-Valero, 1994). El laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (Salinity Laboratory Staff, 1954) clasifica los suelos agrícolas como no salinos cuando presentan valores de CE entre 0 y 2 dS m^{-1} .





Manejo de suelos ácidos para establecer cultivos de plátano: primer paso para optimizar la fertilización

Para manejar la acidez, el cálculo de la cantidad de CaCO_3 (en t/ha) se efectúa teniendo en cuenta que, según los resultados del análisis del suelo, 1 meq Al^{+3} 100 g^{-1} del suelo se neutraliza con 400 kg/ha de calcio, cantidad equivalente a 1 t/ha de CaCO_3 (Blanco, s. f.). También es posible estimar las toneladas por hectárea de CaCO_3 , asumiendo un porcentaje mínimo de aluminio tolerado por el cultivo (se sugiere < 15 %) mediante la fórmula: CaCO_3 (t/ha) = $[1,5 (\text{saturación } \text{Al}^{+3} \text{ existente} - \text{saturación } \text{Al}^{+3} \text{ deseada}) \times \text{CICE}]/100$ (Molina, 1998).

El manejo de la acidez se debe plantear mediante el mejoramiento integrado de la concentración de calcio- Ca^{+2} , magnesio- Mg^{+2} y fósforo, para lo cual se recomienda el uso combinado de materiales encalantes (cales más roca fosfórica o yeso agrícola) (Castro & Munévar, 2013). Para corregir los problemas de acidez también se puede recurrir al uso de silicato de magnesio, producto que contiene silicio y magnesio, aumenta el valor del pH inicial y disminuye la toxicidad por aluminio (precipitación) (Cardona & Bolaños, 2019). El uso de este acondicionador ha mostrado efectos positivos en la fertilidad del suelo (aumento en la disponibilidad de Ca, Mg, P y Si), aumento del pH, disminución en la disponibilidad de Al, aumento en el rendimiento y mejor sanidad en cultivos de arroz sembrados en suelos ácidos de los Llanos Orientales de Colombia (Osorno-Henao, 2012).

“ Para corregir los problemas de acidez también puede usar silicato de magnesio, que contiene silicio y magnesio, aumenta el valor del pH inicial y disminuye la toxicidad por aluminio (precipitación). ”

Es importante que el suministro de calcio no se base solo en los aportes de cales utilizadas antes de la siembra, sobre todo cuando no se tenga la necesidad de encalar. En consecuencia, el agricultor debe considerar el uso de fertilizantes de calcio altamente solubles, como el nitrato de calcio u otras fuentes disponibles en el mercado, para suministrarlo con los demás fertilizantes. A continuación, la figura 18 detalla una de las opciones de manejo de acidez en suelos ácidos de la zona central cafetera colombiana.



Figura 18. Opción para manejar la acidez en suelos ácidos de la zona central cafetera colombiana.

Fuente: Elaboración propia

Tenga en cuenta

Regla del yeso: aplicar máximo la tercera parte de lo que se aplica de cal.

2. Análisis foliar

El análisis del tejido vegetal en cultivos de plátano establecidos sirve para conocer el estado nutricional de las plantas y complementar la información obtenida por medio del análisis de suelo (Cardona & Bolaños-Benavides, 2019). Este análisis es muy común en cultivos de flores, transitorios y perennes de tipo agroindustrial; sin embargo, en cultivos de plátano no es muy conocido.





Antes de realizar el muestreo de hojas de plátano, se debe considerar el tipo y la edad del cultivo (clon establecido, cultivo en asocio o monocultivo y ciclo productivo), al igual que las condiciones fisiológicas y fitosanitarias de la hoja que se muestrea (sin ataque de sigatocas). Los resultados de este análisis harán posible conocer si el cultivo presenta deficiencia de uno o varios nutrientes, lo cual permitirá considerar diferentes fuentes y mecanismos de aplicación de fertilizantes para solucionar estos déficits nutricionales en la planta. Este análisis se deberá complementar con monitoreos en campo que permitan identificar la falta de determinado nutriente, expresada en varios síntomas en diferentes partes de la planta, como se detallará más adelante.



Pero ¿cómo se debe realizar el muestreo?

A continuación, en la figura 19 se sintetizan los pasos para hacer el muestreo de las hojas que se van a analizar

Figura 19. Proceso para hacer el muestreo de las hojas.

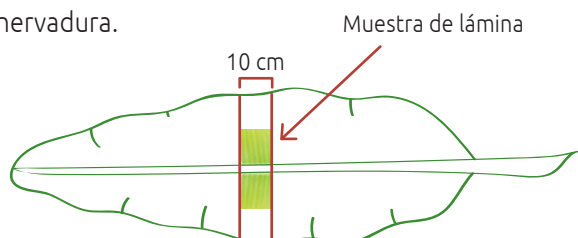
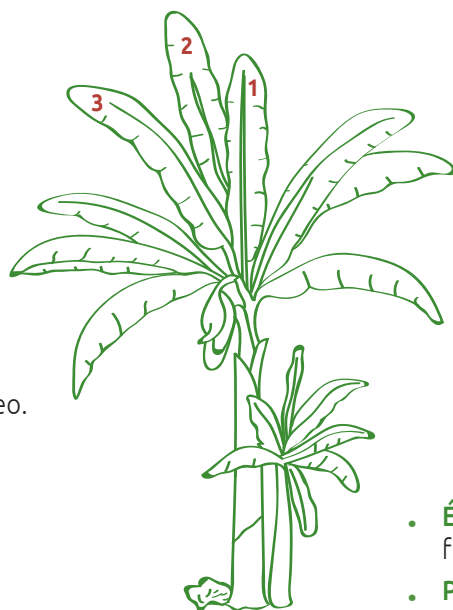
Fuente: Elaboración propia

A

Se selecciona la hoja para hacer el muestreo.

B

Se separa la lámina de la nervadura.



- **Época de muestreo:** floración.
- **Parte por muestrear:** lámina central de la hoja en posición 3 (A). Se debe separar lámina de nervadura (B).
- **Cantidad:** 5 a 10 gramos de peso seco. Esto se logra con 10 a 20 submuestras.

3. Etapa fenológica

Hace referencia a los diferentes estados o cambios que tiene cada cultivo, los cuales se relacionan con los momentos en que se debe suministrar cada nutriente. Es importante mencionar que la duración de cada etapa fenológica dependerá de la especie vegetal y las condiciones *edafoclimáticas* de cada zona.



Edafoclimático:

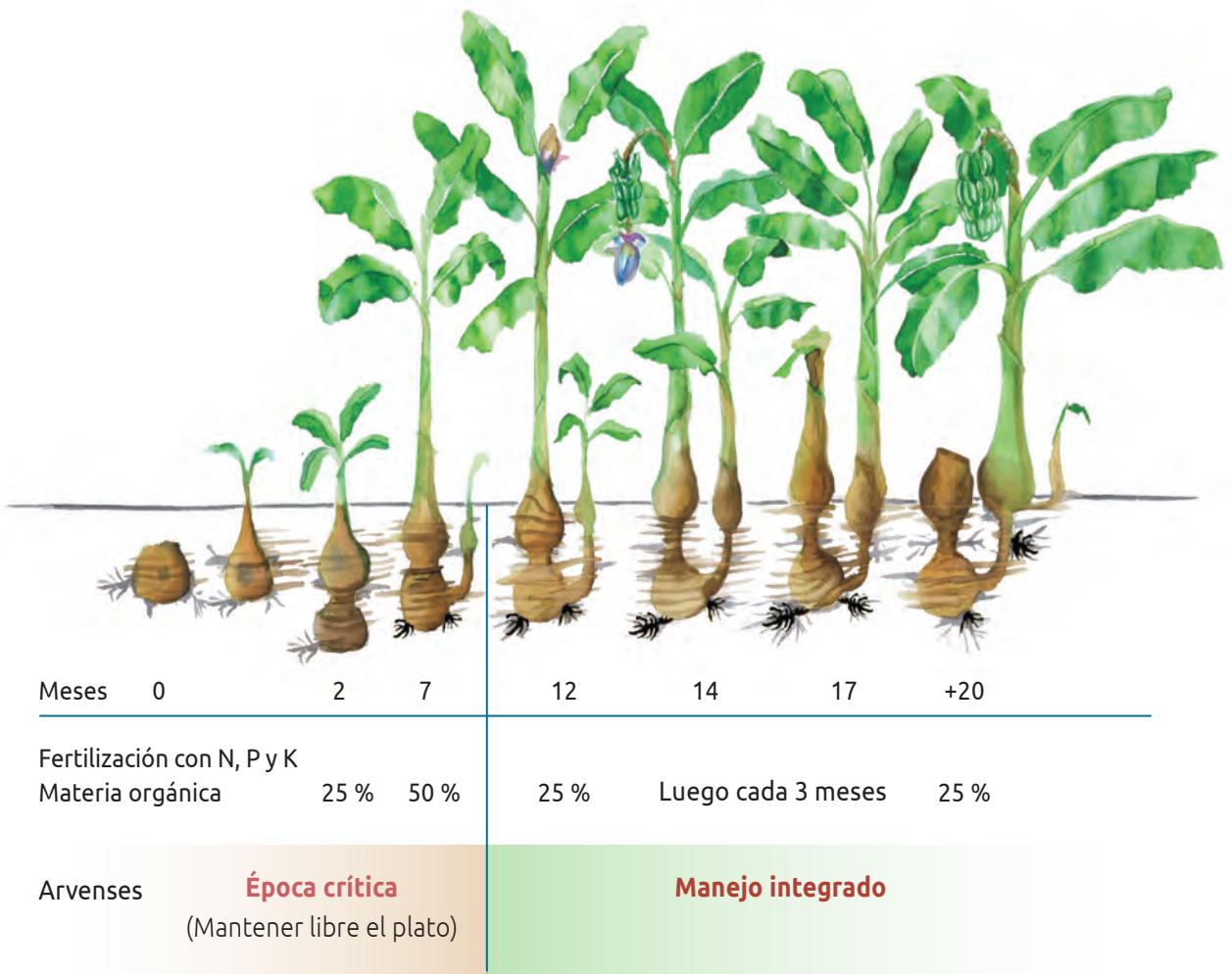
Hace referencia al suelo y al clima.

¿En qué épocas debo fertilizar?

En la figura 20 se definen los tiempos promedio de cada etapa fenológica y los momentos de fertilización.

Figura 20. Fraccionamiento de la fertilización y periodo crítico de competencia de arvenses.

Fuente: Adaptado de Aránzazu et al. (2002).





Pero ¿por qué después del segundo ciclo se recomienda aplicar cada tres meses el 25 % de las dosis anuales de los nutrientes?

El cultivo de plátano es conservacionista, es decir, no extrae elevadas cantidades de nutrientes del suelo, y de lo que extrae, regresa en promedio el 76 % mediante los residuos de cosecha (raquis, hojas y seudotallo). El 24 % restante corresponde a los racimos cosechados que son comercializados y, por tanto, salen del sistema (Aránzazu et al., 2002) (figura 21).

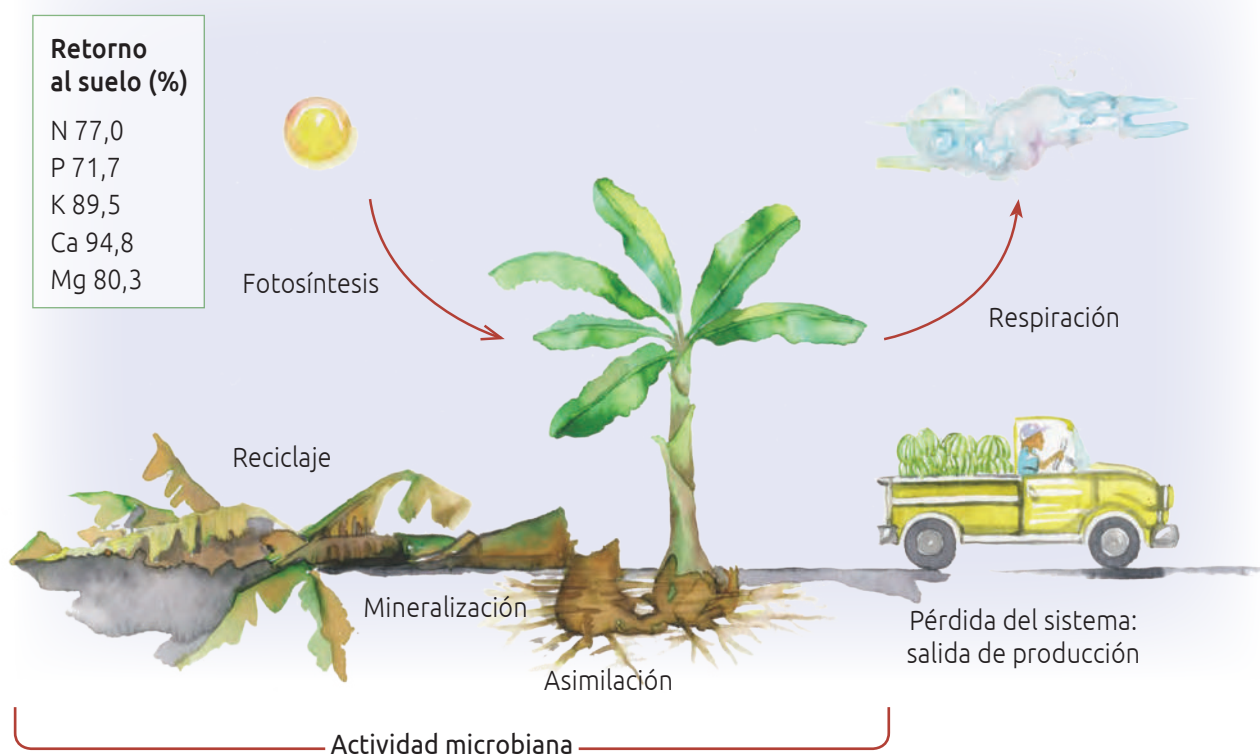


Figura 21. Reciclaje de nutrimentos en el cultivo de plátano.

Fuente: Elaboración propia a partir de Bolaños-Benavides (2006)

Según Martínez-Garnica (1998) y Castrillón-Arias (2018), para determinar la cantidad necesaria de fertilizante que es necesario aplicar, aparte de los resultados del análisis del suelo, se debe considerar la extracción de los nutrientes que hace el cultivo del plátano. Una hectárea de cultivo de plátano en monocultivo con densidades de entre 1.100

y 1.333 plantas/ha extrae las siguientes cantidades de nutrientes: 220 kg de nitrógeno, 105 kg de fósforo, 430 kg de potasio, 220 kg de calcio, 60 kg de magnesio, 30 kg de azufre, 4,6 kg de boro, 2,2 kg de zinc y 1,5 kg de cobre.

■ 4. Requerimientos nutricionales

¿Cuánto debo aplicar?

La cantidad de nutrientes que se debe aplicar al cultivo de plátano depende de las concentraciones estimadas por el análisis de suelo (tabla 1). La recomendación de los fertilizantes la debe hacer un técnico con conocimiento y experiencia en el cultivo de plátano.

Es importante mencionar que las dosis recomendadas en la tabla 1 hacen referencia al contenido de nutriente y no al de la fuente de fertilizante. Cardona y Bolaños (2019) recomiendan utilizar fertilizantes simples y hacer las respectivas mezclas en cada unidad productiva. Entre los fertilizantes más recomendados, se encuentran:

- **Urea:** contiene 46 % de nitrógeno total.
- **DAP:** contiene 46 % de P_2O_5 y 18 % de nitrógeno total.
- **KCl:** contiene 60 % de K_2O .
- **Kieserita:** contiene MgO y S (el contenido de cada nutriente varía según la casa comercial que los distribuye). En la tabla 1 no se mencionan aportes de azufre, sin embargo, Palencia et al. (2006) encontraron que existe respuesta a la aplicación de 30 kg/ha de azufre (S), aunque depende de cada suelo. Espinosa y Belalcázar (1998) también encontraron respuesta del plátano a este elemento. Aunque el azufre es un nutrimento ausente en los programas de fertilización utilizados por los agricultores dedicados al cultivo de plátano, en suelos cuyos materiales son de origen volcánico, como los de la zona centro del país (Cardona & Bolaños, 2019), se ha observado que cuando se



“El cultivo de plátano es conservacionista, de los nutrientes que extrae, regresa en promedio el 76 % mediante los residuos de cosecha (raquis, hojas y seudotallo).”

- **Nitrato de calcio granulado:** contiene nitrógeno total y CaO (el contenido de cada nutriente varía según la casa comercial que los distribuye).

Una vez se ha seleccionado la fuente de fertilizante, es necesario conocer la eficiencia de cada nutriente. Se ha estimado que la tasa de utilización (eficiencia de recuperación del cultivo) en condiciones favorables para nitrógeno proveniente de fertilizantes es de 50-70 %, para fósforo de 10-25 % (15% de promedio) y para potasio de 50-60 % (IFA, 1992; Isherwood, 1990). Por su parte, Becerra-Pérez (2018) afirma que los fertilizantes a base de calcio, magnesio y micronutrientes tienen una eficiencia promedio del 80 %. Isherwood (1990) también menciona que la eficiencia de fósforo y potasio con el tiempo (múltiples ciclos de crecimiento) deben tomarse en cuenta.

En otras palabras, con nutrientes con significativo valor residual o potencial de almacenamiento en el suelo, como fósforo y potasio, la eficiencia de recuperación a largo plazo será significativamente más alta que a corto plazo. Además, la interacción entre nutrientes puede tener un impacto significativo en la medición de la eficiencia de nutrientes individuales (Aulakh & Malhi, 2004).



¿Dónde debo aplicar el fertilizante?

Para mantener la eficiencia máxima de cada fertilizante, se debe considerar el sitio o lugar de aplicación de cada fuente, la cual deberá suministrarse preferiblemente por vía edáfica (aplicación directa al suelo). Al respecto, Castrillón-Arias (2018) recomienda que se aplique el fertilizante a una distancia de 25 cm del seudotallo, ya que esta es la zona de producción de raicillas o pelos absorbentes, e indica que se debe hacer en forma circular en terrenos planos o con pendiente moderada.

Parámetro reportado en el análisis de suelo	Contenido de nutriente reportado en el análisis de suelo	Dosis recomendada (g/planta/ciclo)
% Materia orgánica (nitrógeno)	Menor a 3	200 de N
	Entre 3 y 8	150 de N
	Mayor a 8	100 de N
Fósforo (mg/kg)	Menor a 10	120 de P ₂ O ₅
	Entre 10 y 20	80 de P ₂ O ₅
	Mayor a 20	50 de P ₂ O ₅
Potasio (cmol ₍₊₎ /kg)	Menor a 0,3	400 de K ₂ O
	Entre 0,3 a 0,6	300 de K ₂ O
	Mayor a 0,6	200 de K ₂ O
Calcio (cmol ₍₊₎ /kg)	Menor a 3,0	400 de CaO
	Entre 3,0 y 6,0	150 de CaO
	Mayor a 6,0	50 de CaO
Magnesio (cmol ₍₊₎ /kg)	Menor a 1,0	150 de MgO
	Entre 1,0 y 2,0	100 de MgO
	Mayor a 2,0	50 de MgO
Boro (mg/kg)	Menor a 0,4	21 de boro
	Entre 0,4 y 1,0	15 de boro
	Mayor a 1,0	8 de boro
Manganeso (mg/kg)	Menor a 10	8 de manganeso
	Mayor a 20	4 de manganeso
Zinc (mg/kg)	Menor a 1,5	8 de zinc
	Mayor a 1,51	4 de zinc
Cobre (mg/kg)	Menor a 1,0	6 de cobre
	Mayor a 1,1	3 de cobre
pH*	Menor a 5,0	400 de CaO

Tabla 1. Recomendaciones para fertilizar el cultivo de plátano según los resultados del análisis de suelo.

Fuente: Aránzazu et al. (2002)

* La aplicación de CaO (óxido de calcio) como correctivo del pH está sujeta al contenido de calcio en el suelo. N: nitrógeno, P₂O₅: fósforo, K₂O: potasio, CaO: calcio, MgO: magnesio.



En terrenos pendientes sugiere que se haga en la parte superior de la pendiente, para aprovechar el fertilizante, que siempre se debe mantener tapado después de aplicarlo para evitar pérdidas por volatilización.

Como práctica alternativa relacionada con el sitio de aplicación del fertilizante se puede mencionar la propuesta por Labarca et al. (2005). Mediante un estudio en el que evaluaron la colocación del fertilizante en la planta madre de plátano Hartón (*Musa AAB*) una vez cosechada, Labarca et al. (2005) encontraron que los mejores resultados promedios para las variables relacionadas con crecimiento y producción se obtuvieron al colocar el fertilizante a una altura de 0,75 m y 1,00 m en el tocón de la planta madre una vez cosechada (figura 22), en comparación con la aplicación del fertilizante directamente al suelo frente al hijo de sucesión. Esta práctica puede ayudar a disminuir la pérdida de fertilizantes por efectos de lixiviación y volatilización, al igual que puede optimizar la fertilización en épocas de baja precipitación donde el suelo está por debajo de capacidad de campo y los fertilizantes demoran más en solubilizarse.

Figura 22. Inserción del fertilizante en la planta madre del plátano cosechado.

Foto: Banco de fotos AGROSAVIA



De esta manera, una vez se ha conocido los resultados del análisis de suelo, los resultados del análisis foliar (si aplica), la etapa fenológica y los requerimientos nutricionales del cultivo de plátano, se puede estimar los momentos en que se deberá suministrar cada nutriente.

¿Cuándo debo aplicar el fertilizante?



A continuación, se definen los tiempos promedio de cada etapa fenológica y los momentos de fertilización:

Aplicación de enmiendas antes de la siembra

Si el análisis del suelo lo indica y el asistente técnico o extensionista recomienda, es necesario aplicar e incorporar correctivos para solucionar problemas de acidez:

Cal dolomita + yeso agrícola



Estos correctivos se deberán incorporar un mes antes de la siembra, durante el inicio de las lluvias y en un ahoyado de 40 x 40 x 40 cm.

Foto: Banco de fotos
AGROSAVIA



Fertilización orgánica y biológica en la siembra

Se debe aplicar materia orgánica habilitada y de buena calidad, independientemente del contenido de materia orgánica que reporte el análisis de suelo: se puede utilizar una dosis mínima de 1 kg hasta dosis de 3 a 4 kg/planta cada tres a cuatro meses.

En esta época también se debe aplicar la dosis total de fósforo si el análisis así lo indica y luego repetir la dosis a los ocho meses. Es importante que estos fertilizantes se apliquen en la parte media y superior del cormo, para que estén en el área de influencia de las raíces del segundo cormo.

Se recomienda aplicar una dosis de 50 a 100 gramos de micorriza comercial por cada sitio de siembra. Es importante verificar previamente que el producto cuente con registro ICA.

Tenga en cuenta



Es importante verificar previamente que el producto aplicado cuente con registro ICA.



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

De acuerdo con el ciclo del cultivo, la planta de plátano a los dos meses ha emitido cinco hojas en promedio y entra en un periodo de crecimiento acelerado en la formación de hojas y raíces.

Se recomienda utilizar fuentes simples, como urea (46-0-0) para el suministro de nitrógeno y cloruro de potasio (0-0-60) para el aporte de potasio.



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Describe los productos y las dosis que utilizó al momento de la siembra. Igualmente, indique las fechas de cada aplicación.



Entre los 5 y 7 meses después de la siembra

Se recomienda hacer la segunda fertilización en cultivos que tengan de cinco (plantas con 12 hojas) a siete meses (plantas con 16 a 20 hojas), momento en el que ocurre la diferenciación floral.

En esta etapa se debe aplicar el 50 % de la dosis total anual de fertilizantes a base de nitrógeno y potasio: urea y KCl.

Cuando el cultivo cuente con ocho meses, repita la aplicación de DAP si la realizó al momento de la siembra.



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Diez meses después de la siembra

A los 10 meses después de sembrar el cormo, la planta de plátano ha emitido de 32 a 34 hojas y está floreciendo o está próxima a florecer. En Dominico Hartón la floración ocurre cuando la planta ha emitido 38 hojas en promedio.

En esta etapa, se aplica el 25 % restante de la dosis total anual de los fertilizantes a base de nitrógeno y potasio que recomendó el técnico cuando elaboró el plan de fertilización.

Esta fertilización se debe hacer dirigida preferiblemente al colino o planta seleccionada para el segundo ciclo de producción.



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



Segundo ciclo en adelante

A partir del segundo ciclo, se recomienda fertilizar cada tres a cuatro meses, aplicando cada vez el 25 % de la dosis total anual de los fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio que recomendó el técnico cuando se elaboró el plan de fertilización.



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Beneficios de una fertilización integrada

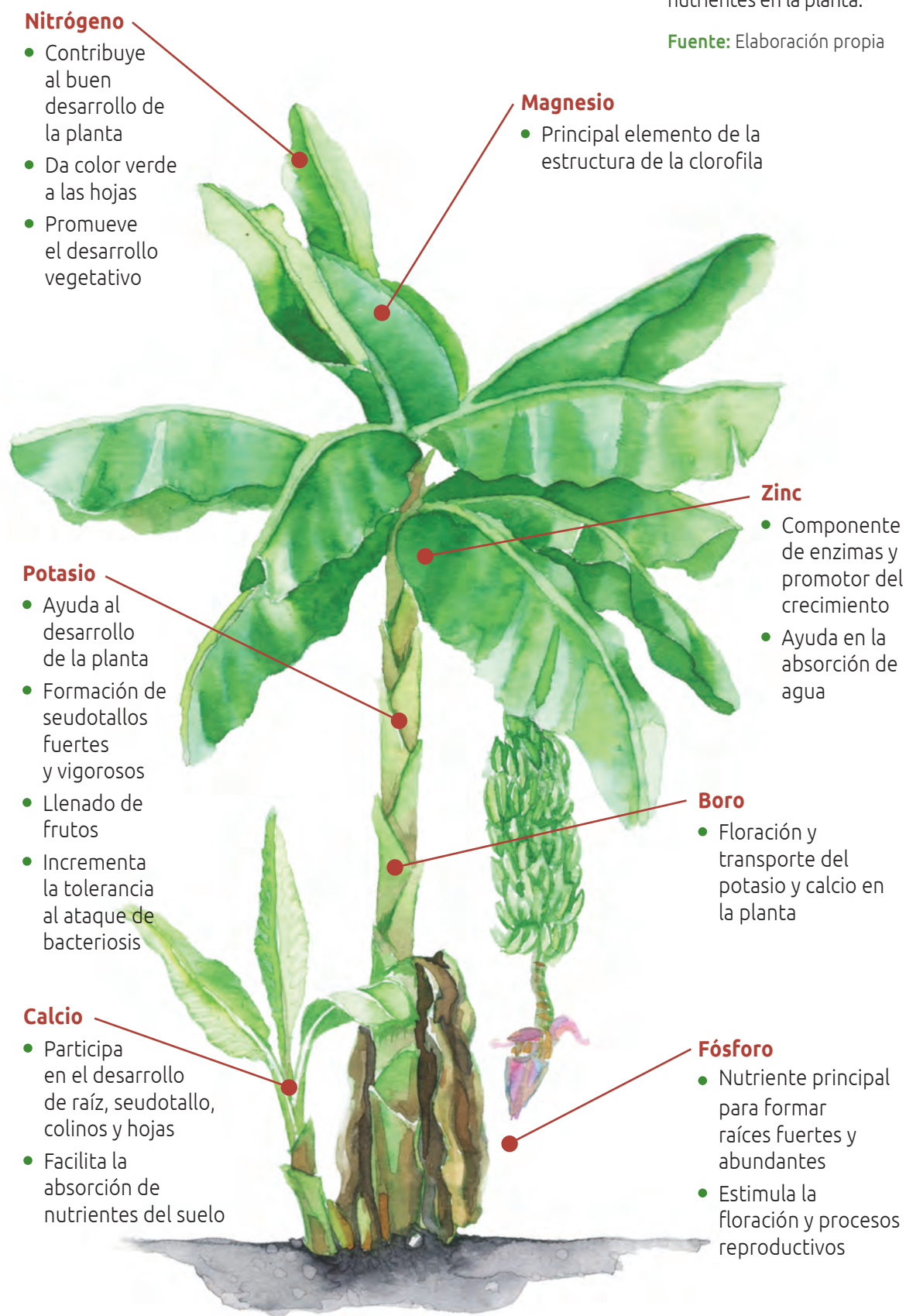
La fertilización suministra a la planta los nutrientes que no le aporta el suelo en suficiente cantidad.

En la figura 23 se detallan las funciones principales que cumplen los nutrientes en la planta:



Figura 23. Principales funciones de los nutrientes en la planta.

Fuente: Elaboración propia



Deficiencias nutricionales ocasionadas por no aplicar un plan de fertilización integrada

A continuación, se referencian los diferentes síntomas asociados a las deficiencias de los principales nutrientes en el cultivo de plátano, las cuales son reportadas por Aránzazu et al. (2000):

¿Cómo se ven las deficiencias de nutrientes en el cultivo de plátano?

Síntomas asociados a las deficiencias de nitrógeno (N) en el cultivo de plátano

- La planta presenta inicialmente clorosis y amarillamiento de las hojas más viejas, y luego se vuelve una clorosis generalizada (imágenes 1 a 4).
- Reducción del tamaño de los racimos cosechados (imagen 5).



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



- Disminución de la longitud de falsos entrenudos: las hojas salen de un mismo plano (roseta) (imagen 6).
- Disminuye el tamaño de la hoja, la altura de la planta y el perímetro del pseudotallo.
- Escasa producción de colinos, los cuales son necesarios para continuar con la producción.

Bitácora



¿Se han presentado deficiencias de nitrógeno en su cultivo de plátano? Describa los síntomas para reconocer esta deficiencia. ¿Cómo puede corregir esta deficiencia?

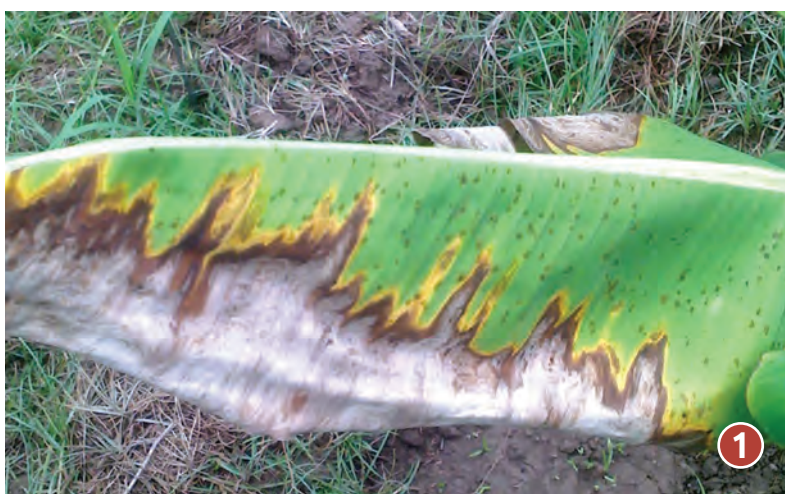
Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Síntomas asociados a las deficiencias de fósforo (P) en el cultivo de plátano

- La planta presenta necrosis en forma de sierra en los bordes de las hojas más viejas (imágenes 1 a 5).
- Coloración rojiza de los peciolo y elseudotallo (imágenes 6 y 7).

Bitácora

¿Cómo cree que puede prevenir una deficiencia de fósforo en su cultivo de plátano?



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



- Las hojas pueden presentar un color verde intenso.
- En general, su deficiencia no es muy común y es difícil de determinar en condiciones de campo.
- Poco desarrollo radical.

“ En general, su deficiencia no es muy común y es difícil de determinar en condiciones de campo. ”



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Síntomas asociados a las deficiencias de potasio (K) en el cultivo de plátano

- La planta presenta clorosis de un color característico amarillo-anaranjado en la punta de las hojas más viejas, las cuales se enrollan hacia dentro y mueren (imágenes 1 a 4).



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



- Clorosis en bordes, que se extiende a todo el limbo (amarillo dorado), secamiento rápido y se forma una hoja con aspecto de “quilla” (imágenes 5 a 7).
- Si la deficiencia es severa, los racimos producidos carecen de valor comercial, debido a su deformación (imágenes 8 y 9).
- Retraso en el crecimiento.
- Ruptura del vástago.
- Pudrición delseudotallo.

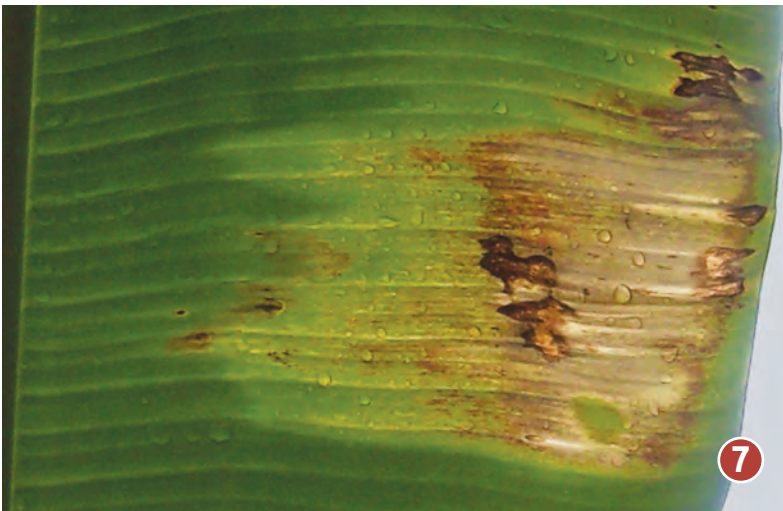
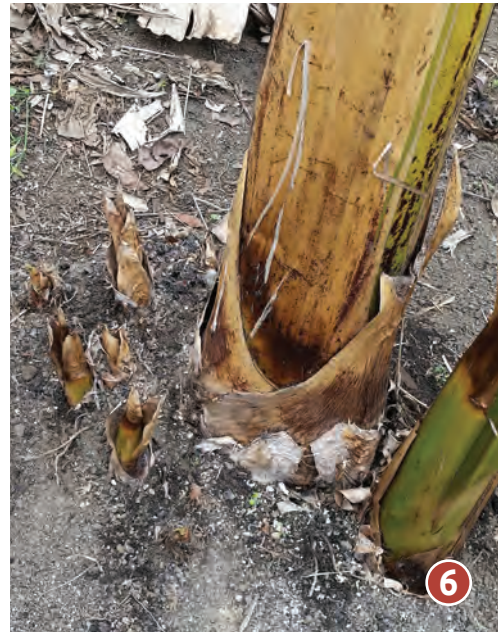
Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Síntomas asociados a las deficiencias de calcio (Ca) en el cultivo de plátano

- Aparición de una banda clorótica en el borde de la hoja, que se necrosa con el tiempo (imagen 1).
- Las nervaduras secundarias se vuelven gruesas y amarillentas (imágenes 2 y 3).
- Los peciolo se doblan fácilmente, a veces se presenta solamente la nervadura central con vestigios de la lámina foliar (imagen 4).
- Si la deficiencia es severa, los colinos se atrofian y mueren (imágenes 5 y 6).
- Los síntomas de deficiencia de este nutriente aparecen primero en hojas más jóvenes como un parche clorótico y transparente (imágenes 7 y 8).



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Bitácora

¿Se han presentado deficiencias de calcio en su cultivo? Enumere los síntomas para reconocer esta deficiencia. ¿Cómo se puede evitar?

Síntomas asociados a las deficiencias de magnesio (Mg) en el cultivo de plátano

- Amarillamiento en las hojas más viejas, que resalta sobre el color verde de las nervaduras, y con el tiempo se presentan puntos oscuros que posteriormente se necrosan (imágenes 1 a 5).
- Banda clorótica a lo largo de los bordes de los dos semilimbos (imágenes 6 a 9).
- Si la deficiencia es acentuada, la clorosis avanza hasta la nervadura central, se seca y muere.
- Racimos raquíuticos o delgados.



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



- Cuando la deficiencia es severa, se produce una pigmentación azulada en los peciolo.

Bitácora

¿Cuál es la principal función del magnesio en las plantas?



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Síntomas asociados a las deficiencias de azufre (S) en el cultivo de plátano

- Coloración amarillenta pálida brillante en la hoja que está en posición uno (imágenes **1 a 3**).



Bitácora

¿Cuál fertilizante se utiliza para suministrar azufre al cultivo?



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



- Se presenta en hojas más jóvenes, a manera de una clorosis intervenal que se inicia en la parte basal y desde el margen hacia el interior (imágenes 4 a 6).



- Disminución del crecimiento de la planta.

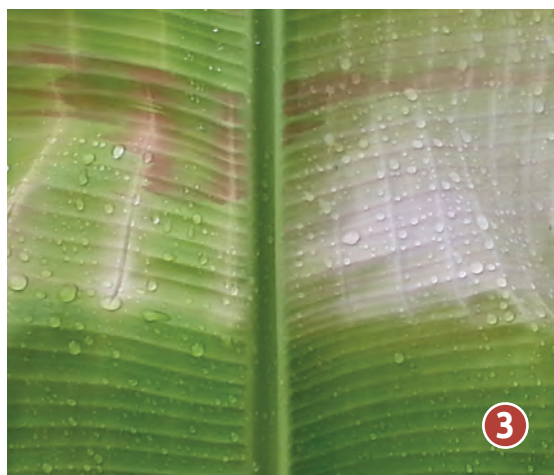


- Reducción de los espacios entre las nervaduras secundarias de la hoja.

Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Síntomas asociados a las deficiencias de zinc (Zn) en el cultivo de plátano

- Reducción considerable del ancho de los limbos o láminas foliares (imagen 1).
- Detrás de la hoja y en la nervadura central aparecen coloraciones cloróticas con tonalidades rojizas y manchas pardas que luego se necrosan (imagen 2).
- Se presentan franjas blancas perpendiculares a la nervadura central en la base de las hojas nuevas (imágenes 3 y 4).



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



- Racimos pequeños con dedos cortos y deformes (imágenes **5** y **6**).
- Muerte de la yema apical (imagen **7**).
- Se reduce la longitud de los falsos entrenudos que da la apariencia de roseta.
- El espesor de la lámina foliar se reduce.

Bitácora

¿Se han presentado deficiencias de zinc en su cultivo de plátano? Describa los síntomas para reconocer esta deficiencia. ¿Cómo se puede evitar?

[illegible]

Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Síntomas asociados a las deficiencias de boro (B) en el cultivo de plátano

- Dificultad de la hoja bandera para desenvolverse, curvatura pronunciada, que da la apariencia de cuello de ganso (imágenes 1 a 5).



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA



- Hojas con rayas cloróticas perpendiculares a la vena central de la hoja más joven, que produce limbos reducidos y deformados (imagen 6).

- Racimos conformados por frutos pequeños, deformes, a veces atrofiados y con necrosamiento en su eje central (imágenes 7 a 9).



- Nervadura central "desnuda".
- Muerte de raíces que repercute en mala calidad del racimo.
- Baja cantidad de racimos.
- Menor vida útil de la platanera.



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA





Recomendaciones de manejo integrado
de picudos para la producción de plátano

Introducción

¿Qué es el manejo integrado de picudos?

Es una recomendación tecnológica orientada a disminuir los daños causados por el complejo de insectos plaga conocido como “picudos del plátano”. Específicamente, se sugiere la combinación de diferentes métodos de manejo que buscan causar el menor impacto sobre la salud humana y el medio ambiente, y la cual se basa en los siguientes principios:

1. **Reconocimiento.** Observar y reconocer los diferentes estados de desarrollo de los picudos y los daños que causan a las plantas.
2. **Monitoreo.** Inspeccionar el cultivo para detectar la aparición de picudos y/o los daños que causan, de tal manera que se puedan plantear estrategias efectivas de manejo.
3. **Prevención.** Realizar labores del cultivo durante las etapas vegetativa, reproductiva y productiva, que permiten evitar el aumento de las poblaciones de picudos.
4. **Intervención.** Implementar de forma responsable el método de manejo (legal, físico, biológico, etológico y químico) para prevenir el aumento de las poblaciones de picudos en el cultivo.



¿Pero qué es una plaga?

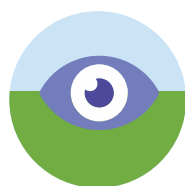
Una plaga es cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno dañino para las plantas o



productos vegetales (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF], 2018). Dentro de las diferentes plagas que afectan el cultivo de plátano se incluye el complejo de picudos conformado por el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y el picudo amarillo (*Metamasius hebetatus*).

■ Beneficios del manejo integrado de picudos para la producción de plátano

- Incremento en la producción de plátano cercano a 1,3 t/ha sembrada, así como la reducción en la pérdida de sitios productivos.
- Se evita una reducción estimada del 4 % al 20 % en el peso del racimo durante el primer ciclo y de hasta 60 % en el tercer ciclo (Castrillón, 2000, 2001).
- Reducción de hasta el 100 % en el uso de moléculas químicas que permite la conservación de insectos benéficos.



1. Reconocimiento

■ Reconocimiento de adultos del complejo de picudos

A continuación, se presentan las principales características de los adultos del complejo de picudos:

Picudo negro: el adulto se caracteriza por contar con un cuerpo estrecho y alargado. Presenta estrías en cada una de sus alas rígidas y duras (élitros). Cuenta con una cabeza pequeña, con pico largo y curvo (figura 24).



◀ **Figura 24.** Adulto de picudo negro.

Fuente: Krupskaya (2016)

Picudo rayado: el adulto generalmente es de color amarillo rojizo, presenta una mancha negra alargada en el centro del tórax, y dos de menor longitud a lado y lado. Las alas rígidas y duras (élitros) son estriadas y presentan manchas negras irregulares ubicadas en la parte posterior de estas (figura 25).



◀ **Figura 25.** Adulto de picudo rayado.

Fuente: Krupskaya (2016)

Picudo amarillo: el adulto presenta un cuerpo alargado y estrecho, con estrías a lo largo de las alas rígidas y duras (élitros) y dos bandas naranjas semicirculares sobre estas, las cuales se asemejan a la letra “C” (figura 26).

Figura 26. Adulto de picudo amarillo.

Fuente: Krupskaya (2016)



Reconocimiento de los diferentes estados del complejo de picudo

Es importante reconocer los diferentes estados de desarrollo que presentan los picudos en el cultivo de plátano antes de llegar a su fase adulta, entre los cuales se encuentran:

- **La larva de picudo negro:** no tiene patas, su cuerpo es segmentado y cuando están bien desarrolladas son de color blanco-crema. Este estado es el que causa el daño en los cultivos de plátano (tabla 2).
- **La pupa del picudo negro:** empupa dentro del cormo, las pupas desnudas tienen un aspecto de cucarrón en estado de quietud. Además, en ellas se pueden observar las diferentes partes del futuro adulto (tabla 2).



- **La larva del picudo rayado:** son de color amarillo claro y presentan en la parte posterior de su cuerpo un abultamiento en forma de “C” (tabla 2).
- **La pupa del picudo rayado:** se distingue porque está envuelta en un capullo grueso de las fibras de plantas de plátano (tabla 2).

Tabla 2. Ciclo de vida de los picudos negro y rayado.

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Picudo negro			
Huevo	Larva	Pupa	Adulto
3-12 días	40-60 días	6-12 días	80-90* días
			

Picudo rayado			
Huevo	Larva	Pupa	Adulto
3-12 días	40-60 días	6-12 días	80-90 días
			

* Según reportes de Cárdenas (1984), el picudo negro puede vivir hasta doce meses.

Es importante diferenciar las larvas de picudos de las de otros insectos plaga, como las “chizas” (figura 27), las cuales tienen patas, a diferencia de las larvas ápodas de los picudos y las larvas de “gusano tornillo”, llamadas así por la forma de su cuerpo (figura 28).

Figura 27. Chiza.

Foto: Banco de fotos
AGROSAVIA



Figura 28.
Gusano tornillo.

Foto: Banco de fotos
AGROSAVIA



Reconocimiento de daños causados por el complejo de picudos

A continuación, se sintetizan los principales daños causados por el complejo de picudos en diferentes estados de desarrollo de la planta:



¿Cuáles son los principales daños causados por el complejo de picudos?

- Cuando consumen los tejidos del cormo forman galerías (figuras 29 y 30), las cuales permiten el ataque de otros microorganismos patógenos: moko de plátano y la bacteriosis.



Figuras 29 y 30.
Galerías en el cormo.

Fotos: Banco de fotos
AGROSAVIA

¿Cuáles son los principales daños causados por el complejo de picudos?

- Aumento en el ciclo vegetativo: se alarga el tiempo para obtener un racimo.
- Reducción de la vida útil o productiva de los cultivos.
- Incremento de los costos de producción por la alta aplicación de fertilizantes y la baja respuesta de las plantas.
- Disminución del peso del racimo hasta del 60 %, lo cual equivale a una disminución anual de 1,5 a 2 t/ha.
- Pérdida de plantas por unidad de área (figuras 31, 32, 33 y 34).



Figuras 31 y 32.
Volcamiento.

Foto: Banco de fotos
AGROSAVIA



Bitácora



Explique cómo diferenciar los tres tipos de picudos que afectan el plátano.

¿Cuáles son las diferencias entre las larvas de picudo negro, picudo rayado, chiza y gusano tornillo?

[illegible]

Figuras 33 y 34.
Daños en el seudotallo ocasionado por el picudo rayado.

Foto: Banco de fotos
AGROSAVIA



2. Monitoreo

El monitoreo es una actividad muy importante para mantener los cultivos en estado óptimo y recoger la información necesaria para definir las acciones de intervención.

El monitoreo es una actividad muy importante para mantener los cultivos en estado óptimo y recoger la información necesaria para definir las acciones de intervención. A continuación, se describe cómo se debe realizar el procedimiento:

- Lleve a cabo el monitoreo semanal o quincenalmente (tabla 3).
- Realice recorridos en los lotes, ya sea en zigzag, "X" o "W", evaluando aleatoriamente al menos el 10 % de las plantas establecidas.
- Revise cuidadosamente si las plantas seleccionadas presentan daños causados por picudos en sus diferentes estados de desarrollo. Registre en planillas o cuadernillos cada uno de los picudos que encuentre.



Tabla 3. Formato para el monitoreo del complejo de picudos.

Fuente: Elaboración propia

Picudos	Número de picudos encontrados en cada monitoreo en relación con el número total de trampas instaladas					
	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42
						
						
						

3. Prevención

Como se mencionó al inicio, uno de los principios del Manejo Integrado de Plagas es la prevención.

A continuación, se presentan las principales recomendaciones para evitar efectos negativos por el ataque de picudos:



Uso de semilla sana

- Se debe utilizar cormos sanos, sin presencia de plagas o enfermedades, de tamaño homogéneo y con un peso de aproximadamente 1 kg (figuras 35 y 36).
- Se recomienda limpiar cada cormo con un machete para eliminar raíces secas o podridas y tejidos en mal estado.
- Al momento de sembrar el cormo, se recomienda sumergirlo en una solución de 100 litros de agua que contenga 500 cm³ de un producto cuyo ingrediente activo sea clorpirifos más 500 g de un producto que contenga mancozeb.

Figuras 35 y 36.
Inducción y semillas de diferentes tamaños.

Fotos: Banco de fotos
AGROSAVIA

- Cuando se esté cosechando la semilla (figura 37), se debe sembrar el mismo día, de lo contrario se debe sacar del lote y aplicar un repelente de insectos, como la creolina en dosis de 5 cm³ por litro de agua (Aránzazu et al., 2000, 2002; Belalcázar, 1991).

Figura 37. Semilla en lote.

Foto: Banco de Fotos AGROSAVIA



Labores culturales

Las prácticas culturales se enfocan en reducir las condiciones favorables para la propagación de los picudos, mediante la eliminación del material vegetal de manera adecuada y extrayendo estructuras deterioradas. Estas son las principales prácticas:

- **Repique de seudotallo:** los seudotallos de plantas cosechadas deben ser picados en trozos pequeños y dejados en el suelo para que fertilicen el suelo (figuras 38 y 39).

Figuras 38 y 39. Repique de seudotallo para evitar propagación de picudos.

Fotos: Banco de Fotos AGROSAVIA





Los trozos de pseudotallos también pueden ser utilizados como materia prima para elaborar **compost**.

- **Destronque:** las plantas cosechadas deben ser eliminadas de forma total o gradual, sin dejar parte del pseudotallo colgando (forma de “codo”) (figuras 40 y 41).



Figuras 40 y 41.

Planta cosechada para comenzar con el destronque.

Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Más información



Sobre el **compost**:

Producción de abonos orgánicos de buena calidad (2009)

Luz Alba Luna Geller y Martha M. Bolaños Benavides

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2167/42955_48662.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- **Deshoje y desguasque:** la función del deshoje (figura 42) es eliminar las hojas que ya no son funcionales (más del 50 % del área afectada o seca) y de sus calcetas (desguasque). De esta manera se evita que entren en descomposición y sean fuente de patógenos o atraigan insectos plaga (figura 43).

Figura 42. Deshoje.

Fotos: Banco de fotos
AGROSAVIA



Desguasque



Práctica agrícola que consiste en eliminar las hojas secas que están en el seudotallo para evitar que en esta parte se alojen insectos que son dañinos para el plátano.





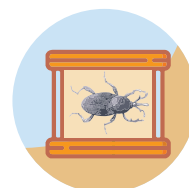
Figura 43. Cultivo descuidado.

Fotos: Banco de fotos de AGROSAVIA.

4. Intervención

La **intervención** consiste en capturar los picudos adultos. Con este fin, se recomienda instalar trampas elaboradas a partir deseudotallo de plantas cosechadas y/o aprovechando plantas de bajo vigor, las cuales deben ser renovadas mensualmente.

Estas son algunas de las trampas empleadas y los controladores biológicos:



Trampa tipo bisagra o cepa modificada

En plantas recién cosechadas, se hace un corte casi total con el uso de un palín y a 30 cm del suelo. Luego, se colocan cuñas que dejen espacio para la entrada del picudo y se cierra la trampa.



Foto: Banco de Fotos AGROSAVIA

Bitácora

Describe las prácticas que realiza para el manejo de picudos

Más información



Sobre la **Intervención:**
El cultivo del plátano
(Musa AAB Simmonds)
en el trópico (1991)

Sylvio L. Belalcázar
Carvajalo



Trampa tipo cuña

En plantas recién cosechadas, se hace un corte en forma de tajada a la altura del tallo (20 cm del suelo), se colocan cuñas que dejen espacio para la entrada del picudo y se cierra la trampa.



Trampa tipo sándwich

Se hace un corte longitudinal en un trozo deseudotallo 20 a 30 cm de largo de plantas recién cosechadas, se colocan las respectivas cuñas y se cierra la trampa. La trampa se debe dejar en la base de la planta y se cubre con hojas o arvenses para que no se deshidrate.



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Trampa tipo disco o cepa sencilla

Consiste en realizar dos cortes horizontales alseudotallo o a la cepa, uno a 30 centímetros del suelo y otro a 15 centímetros, y cubierta por una hoja. Cuando el corte es en la cepa, la trampa es más eficiente.



Bitácora

¿Qué tipo de trampa utiliza y por qué?

Trampa de fermentación

Compuesta por residuos de plátanos maduros sobre hojas de plátano, trozos de guadua cortados longitudinalmente o recipientes plásticos, los cuales se cubren con hojas.



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

¿Cada cuánto cambia las trampas?

- En cultivos de primer ciclo se recomienda instalar trampas tipo cuña, mientras que en cultivos con más de un ciclo de producción o zonas pendientes, se deben instalar trampas tipo disco de cepa.
- Se debe instalar de 20 a 25 trampas por hectárea; las cuales deben ser monitoreadas cada dos o tres días después de su instalación y, posteriormente, cada semana durante un tiempo no mayor a cuatro semanas (Alarcón & Jiménez, 2012).
- En los monitoreos se debe realizar la recolección, el conteo y la destrucción manual de los individuos capturados en cada trampa.
- En caso de que el promedio de insectos por trampa sea mayor a 5, se debe aplicar un insecticida biológico, preferiblemente hongos entomopatógenos con acción sobre los insectos plaga (Alarcón & Jiménez, 2012).
- En caso de que se presente una alta población de picudos, las trampas deben ser tratadas con insecticidas de contacto o ingestión de baja categoría toxicológica registrados por el ICA para su uso en el cultivo de plátano.
- Posteriormente, una vez se logre bajar la población de picudos, se recomienda continuar con la destrucción manual y la aplicación de hongos entomopatógenos, así como la conservación de enemigos naturales y la inclusión en el programa de manejo de otros controladores biológicos, como los nematodos entomopatógenos (Sepúlveda-Cano et al., 2008; Jiménez et al., 2012).
- Opcionalmente y, de ser posible, se pueden agregar a las trampas feromonas atrayentes, pues se han reportado incrementos de entre 5 y 18 veces más en la captura de estos insectos plaga, con un radio de acción superior a 12 metros (AGROSAVIA, 2017).

Controladores biológicos

Se han identificado y distribuido comercialmente hongos entomopatógenos, mientras que en campo se han identificado depredadores naturales, los cuales se deben conservar disminuyendo el uso de agroquímicos. Entre los controladores biológicos del complejo de picudos se destacan los siguientes:



Insectos depredadores

Entre los depredadores de larvas y huevos sobresale el insecto *Hololepta* sp. (figura 44, arriba), el cual se reconoce porque sus mandíbulas forman un tipo de “paréntesis”. Igualmente, la “tijereta” (figura 44, abajo) también es un insecto que se considera como depredador natural de los picudos.



◀ **Figura 44.** Insectos depredadores de picudos.

Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*)

En condiciones naturales o en el ámbito comercial se encuentra el hongo *Beauveria bassiana*, el cual se desarrolla en larvas, pupas y adultos de picudos. Asimismo, existe el reporte de efectos positivos en el control de los picudos negro y rayado mediante los nematodos entomopatógenos *Steinernema carpocapsae* (Jiménez et al., 2012; Sepúlveda-Cano et al., 2008).



◀ **Figura 45.** Picudo negro infectado por el hongo *Beauveria bassiana*.

Foto: Banco de fotos AGROSAVIA



AEM
ADVANCED ENGINE MANAGEMENT

332
VILLAMARTA

ESVILLAMARTAS

Referencias

- Agronet. (2020). *Cadena productiva plátano. Área, producción y rendimiento*. Consultado 12 de octubre de 2020, en <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Alarcón, J., & Jiménez, J. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Musa spp.). Medidas para la temporada invernal*. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA; Produmedios.
- Álvarez, E., Ceballos, G., Gañán, L., Rodríguez, D., Gonzáles, S., & Pantoja, A. (2013). *Producción de material de siembra limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano*. CIAT http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2013/PRODUCCION_DE_MATERIAL_DE_SIEMBRA_PLATANO_sep2013.pdf
- Aránzazu, H., Arcila, M. I., Bolaños, M. M., Castellanos, P. A., Castrillón, C., Pérez, J. C., Rodríguez, J. L., & Valencia, J. A. (2000). *Manejo integrado del cultivo de plátano*. Corpoica.
- Aránzazu, H., Valencia, J., Arcila, M., Castrillón, C., Bolaños, M., Castellanos, P., Pérez, J., & Rodríguez, J. (2002). *El cultivo de plátano*. Corpoica.
- Aránzazu, L. F., Valencia, J. A., Zuluaga, A. E., Castrillón, C., Castellanos, P. A., Bolaños, B. M. M., Arcila, M. I., Muñoz, V. C., Aránzazu, H. F. (2003). *Validación y ajuste de tecnología para el manejo integrado de las sigatocas amarilla y negra del cultivo del plátano, en el Eje Cafetero, bajo la modalidad de parcelas en coautoría con productores e instituciones* [Boletín Técnico]. Pronata; Corpoica. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1311>
- Aulakh, M. S., & S. S., Malhi. (2004). Fertilizer nitrogen use efficiency as influenced by interactions with other nutrients. In A.R. Mosier, J. K. Syers, & J. R. Freney (Eds.), *Agriculture and the nitrogen cycle* (pp. 181-191). Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Becerra-Pérez, D. (2018). *Implementación de un cultivo de plátano Hartón (Musa paradisiaca l) como modelo de producción tecnificada en la vereda El Naranjal de San Vicente del Caguán - Dpto. del Caquetá* [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle, Ingeniería Agronómica]. Repositorio Institucional. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/100
- Belalcázar, S. (1991). *El cultivo del plátano en el trópico*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) Canadá; Comité Departamental de Cafeteros del Quindío; Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (Inibap).
- Blanco, J. (s. f.). *Acondicionadores y mejoradores del suelo*. http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_4/mod_virtuales/modulo2/7.pdf
- Bolaños-Benavides, M. M. (2006). *Evaluación de actividad enzimática (deshidrogenasa, proteasa, fosfatasa y arilsulfatasa) en la rizosfera de plátano Musa AAB: relación con propiedades de un Andisol* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, 214 p.
- Bolaños-Benavides, M. (2012). *Modelo productivo para el cultivo de plátano en la Zona Central Cafetera de Colombia (paquete tecnológico)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).
- Bornemisza, E. (1990). *Problemas del azufre en suelos y cultivos de Mesoamérica*. Universidad de Costa Rica.

- Cárdenas, M.R. (1984). El picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar. *Avances Técnicos Cenicafe*, 120, 1-4.
- Cardona, W. A., & Bolaños-Benavides, M. M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla* (*Rubus glaucus Benth.*) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.
- Castrillón, C. (2000). *Distribución de las especies de Picudo del plátano y evaluación de sus entomopatógenos nativos en el departamento de Risaralda*. CORPOICA-Comité de Cafeteros de Risaralda-UMATA departamento de Risaralda. Manizales.
- Castrillón, C. (2001). Importancia económica, etología y manejo integrado del picudo negro del plátano. En *Manejo integrado de sigatocas, moko y picudo negro del plátano, en el Eje Cafetero*. CORPOICA-Comité de Cafeteros del Quindío-UMATA-SENA Regional Quindío. Armenia.
- Castrillón-Arias, C. (2018). *Manual técnico: el manejo integrado del cultivo de plátano*. Gobernación de Caldas.
- Castro, H., & Munévar, Ó. (2013). Mejoramiento químico de suelos ácidos mediante el uso combinado de materiales enclantes. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 16(2), 409-416.
- Céspedes, C., & Millas, P. (2015). Relevancia de la materia orgánica del suelo. En S. Ruiz (Ed.), *Rastrojos de cultivos y residuos forestales* (pp. 31-46) [Boletín INIA N.º 308]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF]. (2018). *Normas internacionales para medidas fitosanitarias* - NIMF N.º5: Glosario de términos fitosanitarios. FAO.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. (2017). *Implementación de 9 Parcelas de Investigación Participativa Agropecuaria (PIPA)*. [Informe final de meta; documento interno del Macroproyecto: Desarrollo integral de modelos productivos sostenibles para el cultivo de musáceas en Colombia].
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. (2019a). *"Plan de Vinculación para el sistema productivo de Plátano"*. Documento interno.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. (2019b). *Ficha de captura "Oferta tecnológica arreglos y densidades de siembra de plátano y sus prácticas de manejo"*. Documento interno.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. (2020). ¿Qué hacemos? <https://www.agrosavia.co/qu%C3%A9-hacemos>
- Corporación de Abastos de Bogotá S. A. [Corabastos]. (2020). *Portal histórico de precios cultivo de plátano*. Consultado el 12 de octubre de 2020, en <https://precios.corabastosonline.co/#/tendencia/producto>
- Espinosa, J., & Belalcázar, S. (1998). *Fertilization of plantain in high densities*. Potash and Phosphate Institute. Latin America Office and Colombian Institute of Agronomic Research. [http://www.ipni.net/publication/bci.nsf/0/5CA8DBC8F51A6A4385257BBA006D6110/\\$FILE/Better%20Crops%20International%202000-1%20p16.pdf](http://www.ipni.net/publication/bci.nsf/0/5CA8DBC8F51A6A4385257BBA006D6110/$FILE/Better%20Crops%20International%202000-1%20p16.pdf).
- Garrido-Valero, S. (1994). *Interpretación de análisis de suelos* [Hojas Divulgadoras N.º 5/93 HD]. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf.
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima). (2005). Norma técnica colombiana NTC-ISO/IEC 17025:2005. https://www.invima.gov.co/images/pdf/red-nal-laboratorios/resoluciones/NTC-ISO-IEC_17025-2005.pdf
- International Fertilizer Industry Association [IFA]. (1992). *IFA World Fertilizer Use Manual*. International Fertilizer Industry Association.

- International Plant Nutrition Institute (IPNI). (2013). *4R de la nutrición de plantas. Un manual para mejorar el manejo de la nutrición de plantas*.
- Isherwood, K. F. (1990). *IFA, 5th AFA International Annual Conference*. Cairo, Egypt. <http://www.fertilizer.org>
- Jiménez, J. A., López, J. C., & Soto, A. (2012). Patogenicidad de dos nematodos entomopatógenos sobre *Metamasius hemipterus sericeus* (Coleoptera: Curculionidae). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 16(2), 87-97.
- Labarca, M., Sosa, L., Esparza, D., Nava, C., Fernández, L., & Villar, A. (2005). Evaluación de la colocación del fertilizante en la planta madre una vez cosechada sobre las variables de crecimiento y producción en el cultivo del plátano Hartón (Musa AAB). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia*, 22(4), 416-428.
- Martínez-Garnica, A. (1998). *El cultivo del plátano en los Llanos Orientales* [Manual Instruccional N.º 01]. Siglo XX.
- Melgar, R. (2007). *Las mejores prácticas de fertilización. El producto apropiado, en el momento justo, colocado en el lugar correcto y a la dosis exacta*. <http://www.fertilizando.com/articulos/Las%20Mejores%20Practicas%20de%20Fertilizacion.asp>
- Molina, E. (1998). *Encalado para la corrección de la acidez del suelo*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS).
- Munévar-Martínez, F., Franco-Bautista, P. N., & Arias-Arias, N. A. (2016). *Guía general para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite* (3.ª ed.) [Boletín Técnico N.º 37]. Centro de Investigación de Palma de Aceite (Cenipalma).
- Osorio, N., & Ruiz, O. (2001). *Guía para el muestreo. Laboratorio de suelos. Instrucciones de toma, preservación y transporte de muestras de agua*. Universidad Nacional de Colombia; Instituto Nacional de Salud. https://drive.google.com/file/d/0B_AiJQrX6ySzNoNTA4aGpUN2VFfaWNncy1CcVluQQ/view
- Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1-4. <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>.
- Osorno-Henao, H. (2012). *Mitos y realidades de las cales y enmiendas en Colombia* [Tesis de maestría] Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. E. (2006). *Manejo sostenible del cultivo de plátano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Rodríguez-Yzquierdo, G. A., Becerra-Campiño, J. J., Betancourt-Vásquez, M., Miranda-Salas, T. C., Alzate-Henao, S. V., Pisco-Ortiz, Y. C., & Sandoval-Contreras, H. A. (2018). *Modelo productivo para la producción de plátano en los Llanos Orientales*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
- Salinity Laboratory Staff. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils [USDA Handbook N.º 60]. https://www.ars.usda.gov/ARSUser-Files/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf
- Sepúlveda-Cano, P., López-Núñez, J. y Soto-Giraldo, A. (2008). Efecto de dos nematodos entomopatógenos sobre *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Dryophthoridae). *Revista Colombiana de Entomología*, 34(1), 62-67. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882008000100008&lng=en&tlng=pt
- Valencia, J. (2017). *Plan de choque con validación y ajuste de tecnologías emergentes en el cultivo de plátano en Colombia. Macroproyecto Desarrollo integral de modelos productivos sostenibles para el cultivo de musáceas en Colombia* [Informe final de producto, documento interno].

*Recomendaciones tecnológicas
para el cultivo de plátano con destino a mercados
especializados: densidades de siembra, fertilización
y picudos* es el resultado de la preparación, revisión,
selección de información y búsqueda de recursos
comunicativos de diversas personas convocadas
por AGROSAVIA, con el objetivo de llegar a más lectores
y hacer más grata su experiencia.

Se imprimió en Manizales, Colombia,
en diciembre de 2020.



El cultivo de plátano (*Musa AAB*), de gran importancia para la economía regional y nacional, así como de valor estratégico para la seguridad alimentaria en diversas regiones del país, es un sistema de producción que AGROSAVIA ha investigado para generar tecnologías que respondan a las demandas de la cadena y que mejoren la sostenibilidad del sistema. Los resultados de investigación, mediante procesos de validación y ajuste, se convierten en tecnologías que deben ser conocidas, probadas y apropiadas por productores y asistentes técnicos, es decir, son una fuente importante para mejorar el desempeño de los sistemas de producción, no solo para contrarrestar las limitantes técnicas y productivas, sino también para generar impactos socioeconómicos positivos tanto en los productores y sus familias, como en toda la cadena de valor de plátano en el país.



ISBN: 978-958-740-440-1

