

Crecimiento verde y agricultura  
climáticamente inteligente en el

# cultivo de plátano

(Musa AAB)



El campo  
es de todos

Minagricultura

**AGROSAVIA**

EDITORIAL

**Crecimiento verde y agricultura  
climáticamente inteligente en el**

# **cultivo de plátano** *(Musa AAB)*

Autores

**LUIS GABRIEL BAUTISTA-MONTEALEGRE**

Investigador Máster

Departamento de Producción Intensiva Sostenible

**MARTHA MARINA BOLAÑOS-BENAVIDES**

Investigadora Ph.D. Sénior

Departamento de Producción Intensiva Sostenible

**VALENTINA RAMÍREZ VALENCIA**

Investigador Máster

Editorial Agrosavia



Bautista Montealegre, Luis Gabriel

Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de plátano (*Musa AAB*) / Luis Gabriel Bautista Montealegre; Martha Marina Bolaños Benavides y Valentina Ramírez Valencia. – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2022.

79 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas y fotos

ISBN e-Book: 978-958-740-533-0

1. Desarrollo sostenible 2. Conservación de los recursos 3. Agricultura de bajo insumo  
4. Economía circular 5. Adaptación al cambio climático 6. Gestión de lucha integrada.  
I. Bolaños Benavides, Martha Marina II. Ramírez Valencia, Valentina.

**Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc**

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405330>

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

**Citación sugerida:** Bautista-Montealegre, L. G., Bolaños-Benavides, M. M., & Ramírez-Valencia, V. (2022). *Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de plátano (Musa AAB)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA.

Esta publicación es una iniciativa de AGROSAVIA para contribuir al desarrollo e implementación de la política de crecimiento verde e incluye algunos resultados de investigación generados por AGROSAVIA.

Parte de la información que se presenta en esta publicación se obtuvo de las parcelas de integración del cultivo de plátano del proyecto “Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático - Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA)” financiado por el Fondo Adaptación y ejecutado por AGROSAVIA; de los principales resultados de investigación desarrollados y publicados por investigadores de AGROSAVIA, así como de las Ofertas Tecnológicas (OT) generadas por AGROSAVIA y sus aliados que fueron financiados con recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia.

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.

#### **Dirección editorial**

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

#### **Edición de contenidos**

Valentina Ramírez-Valencia

#### **Adecuación de textos**

Felipe Solano Fitzgerald

#### **Realización gráfica e ilustración**

María Cristina Rueda Traslaviña y Wilson Martínez Montoya

#### **Fotografías**

Luis Gabriel Bautista-Montealegre, Martha Marina Bolaños-Benavides, Nicolás Fegeant / UGPBAN / MusaRama, Valentina Ramírez-Valencia, William Andrés Cardona, Carlos Eduardo Ospina Parra, José Luis Contreras Santos y Banco de Fotos AGROSAVIA.



[https://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](https://co.creativecommons.org/?page_id=13)

## Reseña académica de los autores

**Luis Gabriel Bautista-Montealegre.** Ingeniero agrónomo y MSc. en Fitopatología. Tiene experiencia en coordinación de acciones de inspección, vigilancia y control de plagas de importancia económica y formó parte del Grupo Especial para Atención a *Fusarium oxysporum f. sp.*, cubense raza 4 tropical (recientemente clasificado como *Fusarium odoratissimum* Maryani, Lombard, Kema & Crous, 2019), del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Actualmente es Investigador Máster en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, Departamento de Producción Intensiva Sostenible, donde ha investigado en análisis epidemiológico de las principales enfermedades de cultivos de plátano y mora, y contribuye a la planificación y ejecución de proyectos de investigación en sanidad y nutrición vegetal, variabilidad y cambio climático.



**Martha Marina Bolaños-Benavides.** Bióloga. MSc. y PhD. en Manejo y Conservación de Suelos. Ha realizado investigaciones en colecta, propagación y evaluación de micorrizas arbusculares en café (Cenicafé) y en plátano, aguacate, guayaba, baby banana, maracuyá y ají, así como en la evaluación de fertilización integrada (química, biofertilizantes y orgánica), sus efectos en suelos y rendimiento de cultivos. Docente universitaria. Ha sido líder en más de veinte proyectos y cincuenta publicaciones en determinación de requerimientos, deficiencias nutricionales; manejo de rizosfera; enzimas de suelo, nutrición y sanidad; producción agroecológica; metales pesados (cacao, hortalizas y pastos) y adaptación a la variabilidad climática. Es investigadora Ph.D. Senior en AGROSAVIA. Jefe del Departamento de Producción Intensiva Sostenible. Miembro SCCS, IUSS, MusaLAC, ITPS.



**Valentina Ramírez-Valencia.** Ingeniera agrónoma y MSc. en Ciencias Biológicas. Tiene experiencia en proyectos de investigación en sistemática de plantas, biodiversidad, recursos fitogenéticos y agroecología. Ha trabajado como docente universitaria y ha participado en el desarrollo y ejecución de proyectos enfocados a determinar cambios en la flora, el ecosistema y el clima a través del tiempo en el Instituto Smithsonian (Panamá), la Universidad de los Andes y la Universidad de Caldas. Actualmente participa como asistente editorial de AGROSAVIA y es investigadora del CIRAD.



## Agradecimientos

Los autores y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA agradecen:

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación con recursos públicos de esta obra.

A la Dirección de Planeación y Cooperación Institucional, a la Dirección de Investigación y Desarrollo y al Departamento de Producción Intensiva Sostenible de AGROSAVIA por priorizar este sistema productivo en el análisis de las estrategias para implementar las políticas de Crecimiento Verde.

A los investigadores participantes en los proyectos “Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático – MAPA (Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática), financiado con recursos del Fondo Adaptación”, y “Validación de estrategias tecnológicas disponibles para los cultivos de plátano y yuca, mediante la implementación de la metodología PIPA en el departamento de Cundinamarca, el cual fue apoyado por el Convenio Especial de Cooperación Derivado 2. Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA-2) SCTel N.º 022 de 2013, Investigación, desarrollo y



transferencia de tecnología en el sector agrícola y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oeste, con financiamiento del Sistema General de Regalías de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Departamento de Cundinamarca, la Alcaldía de Bogotá a través de la Secretaría de Desarrollo Económico y Contrapartidas de la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA”.





# Contenido

---

Introducción .....	<a href="#">11</a>
<b>Descripción general del sistema productivo</b> .....	<a href="#">14</a>
Base para desarrollar las actividades productivas	
<b>Proteja el capital natural</b> .....	<a href="#">20</a>
Conserve los suelos .....	22
Implemente drenajes.....	22
Siembre en curvas a nivel.....	24
Conserve la cobertura vegetal .....	25
Diseñe y ejecute un plan de fertilización integrada.....	27
Reúse la biomasa residual en el sistema productivo .....	29
¿Cómo contribuyen estas recomendaciones a proteger el capital natural en el cultivo de plátano? .....	<a href="#">31</a>
Lograr más con menos: productividad y competitividad en el mercado	
<b>Maximice la eficiencia en el uso de recursos</b> .....	<a href="#">35</a>
Fraccione la fertilización integrada .....	<a href="#">36</a>

Gestione y use de manera eficiente el recurso hídrico . . . . .	<a href="#">40</a>
¿Cómo contribuyen estas recomendaciones a la eficiencia en el uso de los recursos en el sistema productivo de plátano? . . . . .	<a href="#">43</a>
<b>Estrategias que favorecen la resiliencia y la productividad</b>	
<b>Mejore la adaptación a la variabilidad y el cambio climático . . . . .</b>	<a href="#">48</a>
Establezca barreras rompeviento y apuntale las plantas . . . . .	<a href="#">52</a>
Haga un Manejo Integrado de Plagas (MIP) . . . . .	<a href="#">55</a>
Manejo de sigatocas negra y amarilla . . . . .	<a href="#">56</a>
Manejo integrado de picudos . . . . .	<a href="#">60</a>
¿Cómo contribuyen estas recomendaciones al fortalecimiento de la adaptación del sistema productivo de plátano a la variabilidad y el cambio climático? . . . . .	<a href="#">63</a>
Consideraciones finales . . . . .	<a href="#">69</a>
Referencias . . . . .	<a href="#">71</a>



# Introducción





La situación actual del país y del mundo hace necesario plantear alternativas encaminadas a la producción agropecuaria sostenible y al crecimiento verde, entendido como un enfoque que fomenta un desarrollo sostenible que garantice el bienestar económico y social de la población en el largo plazo. Recientemente, Colombia lo adoptó como uno de los pilares para estructurar su desarrollo socioeconómico (CONPES 3934 de 2018) y definió la Política de Crecimiento Verde, la cual establece cinco objetivos estratégicos:

1. **Generar condiciones** que promuevan nuevas oportunidades económicas basadas en la riqueza del **capital natural**.
2. **Fortalecer los mecanismos y los instrumentos** para optimizar el uso de los recursos naturales y la energía en la producción y en el consumo.
3. **Desarrollar lineamientos** para constituir capital humano para el crecimiento verde.
4. **Fortalecer las capacidades** de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para el crecimiento verde.
5. **Mejorar la coordinación interinstitucional**, la gestión de la información y el financiamiento para la implementación de la Política de Crecimiento Verde a largo plazo (CONPES 3934 de 2018).



## Glosario

**Capital natural:** activos naturales que tienen como función proveer insumos, recursos naturales y servicios ambientales para la producción económica (CONPES 3934 de 2018).



En este contexto y con el propósito de contribuir a las líneas estratégicas del segundo y quinto objetivo (Línea de acción 39. Fortalecer las finanzas para el crecimiento verde), **la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA presenta en este documento las prácticas que permiten mejorar el desempeño del sector agropecuario y la eficiencia en el uso del agua, promover la adopción de tecnología para la gestión eficiente de los recursos naturales, como el suelo, y motivar la transición hacia una economía circular, especialmente con el uso de la biomasa residual.**

Este documento aporta información agronómica valiosa que atiende las necesidades, fortalezas y debilidades de algunas prácticas realizadas en el cultivo de plátano (*Musa AAB*) en el país y contextualiza las actividades propuestas con un enfoque de crecimiento verde para incrementar la **productividad en el uso de recursos** y aumentar los ingresos para los interesados en esta actividad. En este sentido, el documento va dirigido a todo público que se quiera informar sobre las oportunidades que la Política de Crecimiento Verde genera en el cultivo de plátano o que desee estudiar las prácticas agronómicas sugeridas por expertos y estudiosos del tema.

De esta manera, AGROSAVIA avanza en su objetivo de desarrollar acciones de investigación y vinculación de tecnologías y, mediante el fortalecimiento de la coordinación interinstitucional, mejorar las capacidades nacionales y regionales, así como generar estrategias de gestión de la información para el crecimiento verde.



## Glosario

### **Economía circular:**

modelo que busca que el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible y que se reduzca la generación de residuos (CONPES 3934 de 2018).

### **Productividad en el uso de los recursos:**

medida que caracteriza la eficiencia ambiental y económica con la que se utilizan los recursos naturales y la energía en la producción y el consumo (CONPES 3934 de 2018).





## Descripción general del sistema productivo



**E**n 2019, Colombia reportó la producción de 4.805.629 toneladas (t) de plátano (*Musa AAB*) cosechadas en 536.443 hectáreas (ha), distribuidas en 786 municipios ubicados en 32 departamentos. Arauca, Meta y Antioquia fueron los departamentos más productivos, con 838.324 t, 550.124 t y 487.696 t, respectivamente, seguidos por Chocó (315.079 t) Córdoba (308.812 t), Caldas (300.127 t) y Quindío (271.923 t) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2020) (figura 1). **Actualmente, el país ocupa el cuarto lugar en área sembrada, producción y rendimiento (10,6 t/ha) a nivel mundial después de Uganda, Camerún y Ghana; no obstante, en Latinoamérica es superado en rendimiento promedio por Perú, el cual reporta 11,3 t/ha (MADR, 2020), lo cual refleja la necesidad de incluir prácticas con enfoque sostenible y enmarcadas en la Política de Crecimiento Verde para igualar y/o superar estos indicadores.**

Se calcula que el 87 % del área cultivada se encuentra como cultivo tradicional asociado con café, cacao, yuca y frutales, y el 13 % restante corresponde a monocultivos tecnificados, principalmente en pequeñas parcelas (3,5 ha en promedio por productor), pertenecientes a 213.950 unidades productoras agropecuarias, de las cuales se generan aproximadamente 960.000 empleos directos e indirectos (Chiroque & Mutuberría, 2009; MADR, 2014, 2020).



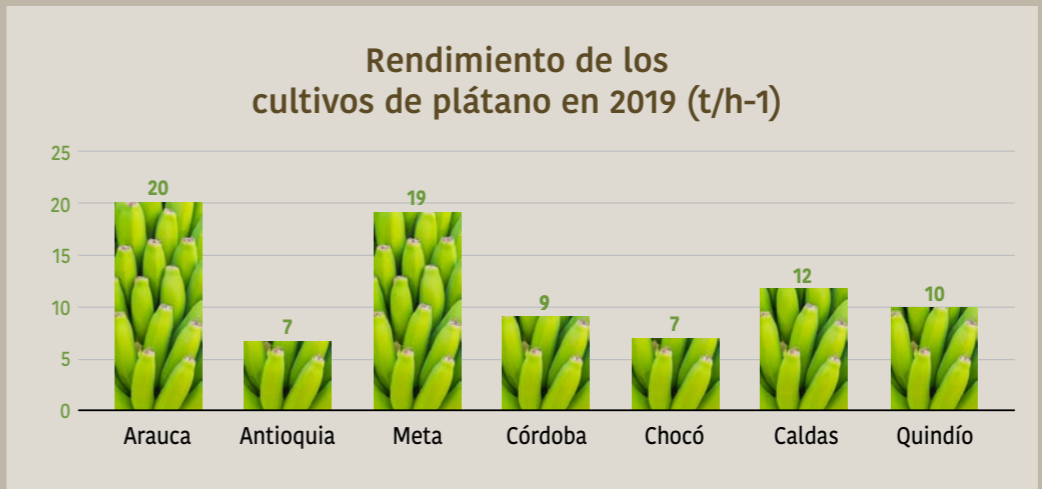
# Cultivo de plátano en Colombia



El subsector genera 960.000 empleos directos e indirectos  
Fuente: MADR/DPTO PLANEACIÓN



Familias plataneras en Colombia: 213.950  
Fuente: DANE



Exportaciones: 113.874 ton  
Importaciones: 13.721 ton  
Año 2019  
Fuente: SICEX/Datos de aduanas

Área estimada en 2019 (hectárea)  
Total nacional: 536.443 h

- Mayor a 40.000
- 30.001 - 40.000
- 20.001 - 30.000
- Menor o igual a 20.000
- 0

Figura 1. Cultivo de plátano (*Musa AAB*) en Colombia.  
Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)





**Acorde con lo anterior, la producción de plátano es una de las actividades de mayor generación de ingreso y empleo para el país** (MADR, 2010): en promedio reporta un empleo directo y dos indirectos por hectárea (MADR, 2018). Adicionalmente, es uno de los diez cultivos priorizados en la Política de Crecimiento Verde porque su aporte a la productividad económica del país es uno de los más significativos (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2019).

**El plátano es cultivado principalmente por agricultores campesinos familiares y comunitarios, quienes conforman el 80 % del total de productores en el país y cuya producción representa el 79 % del consumo interno (Chiroque & Mutuberría, 2009; MADR, 2020)**, como sucede en los municipios de Natagaima (Tolima) y Acandí (Chocó). Al respecto, se debe destacar que en Natagaima el plátano es uno de los principales cultivos de tradición productiva para las comunidades rurales, que están fuertemente caracterizadas por los conocimientos, las sabidurías, las prácticas, las creencias y los materiales vegetales heredados de una larga tradición construida por los indígenas Pijao que habitaron el valle central del río Magdalena (Acevedo-Osorio, 2016). Este es el caso de los habitantes del resguardo de Pueblo Nuevo, con quienes AGROSAVIA validó opciones tecnológicas relacionadas con el uso eficiente de recursos naturales, el cual forma parte de los objetivos de la Política de Crecimiento Verde. Asimismo, en cuanto al municipio de Acandí, se ha determinado que el plátano es un producto clave para garantizar el sistema alimentario de sus comunidades, el cual, a su vez, está basado en la tríada alimentaria: pescado, como alimento proteico principal, y arroz y plátano como fuente energética (Pérez & Alcaraz, 2007).





**Ambientalmente, el cultivo de plátano es un sistema productivo agroecológico**, debido a que en muchas zonas productoras se suple su consumo de agua mediante la precipitación (agua lluvia) y se utilizan pocos productos fitosanitarios en su producción. Además, retorna al suelo aproximadamente el 76 % de los nutrimentos que extrae (nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, entre otros) en los residuos de cosecha (Aranzazu et al., 2002).

**El plátano se puede sembrar en ambientes con temperaturas entre 14 °C y 35 °C, precipitaciones anuales de entre 1.200 y 1.500 milímetros (mm) y ubicados en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros (m)** (Aranzazu et al., 2002). El ciclo de cultivo dura entre 11 y 18 meses, pero esto depende de la variedad, la calidad de la semilla y de las condiciones ambientales, debido a que este se prolonga y los rendimientos se reducen cuando se siembra a mayor altitud (Aranzazu et al., 2002). Por ejemplo, entre los clones más cultivados en Colombia se encuentran:

- **Dominico hartón:** es el clon con mayor distribución en el país. Desde el punto de vista económico, la altitud óptima sugerida para establecerlo es 1.300 m.s.n.m. (Belalcázar, 1991).
- **Dominico:** este clon está adaptado a zonas desde el nivel del mar hasta los 2.000 m.s.n.m. (Belalcázar, 1991).
- **Hartón:** clon cultivado principalmente en climas cálidos entre 0 y 1.000 m.s.n.m. (Aranzazu et al., 2002).

En cuanto a los **requerimientos edáficos**, se consideran suelos óptimos para el cultivo aquellos con pendientes de entre 0 % y 1 %, permeables y bien drenados, de textura media entre franco



## Glosario

### Requerimientos edáficos:

son los requisitos nutricionales de las plantas dependiendo de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales deben ser conocidas y entendidas para mejorar el manejo del suelo, la productividad y la calidad de los cultivos (Aranzazu et al., 2002).



arenosa y franco arcillo arenosa, con profundidades efectivas superiores a 60 cm, pH de 5.5 a 7.2 y ricos en materia orgánica y potasio (Aranzazu et al., 2002; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2009).

Técnicamente, las prácticas del cultivo involucran inicialmente la selección de un buen material de siembra y su establecimiento en campo, la fertilización integrada y el manejo integrado de plagas. Asimismo, el sistema productivo incluye el manejo de arvenses, el descoline o deshije, el desguasque, el **destronque** y el repique, las resiembras y el apuntalamiento, así como prácticas de precosecha tales como desbellote o desbacote, **desmane**, encintado, embolsado y, finalmente, la cosecha de racimos (Aranzazu et al., 2002; Belalcázar, 1991; Bolaños-Benavides, 2012; Rodríguez-Yzquierdo et al., 2018).



## Glosario

### **Desmane:**

desprendimiento de las manos del racimo haciendo un corte profundo con un instrumento afilado.

### **Destronque:**

eliminación del seudotallo de las plantas cosechadas.





Base para desarrollar las actividades productivas

# Proteja el capital natural



Conserve  
los suelos

Reúse la biomasa  
residual en el  
sistema productivo

¿Cómo contribuyen estas  
recomendaciones a proteger el capital  
natural en el cultivo de plátano?



**E**l uso sostenible de los recursos naturales es uno de los retos que enfrentan los sistemas agroalimentarios en el país, entre otras cosas porque el mejoramiento de los índices de pobreza y malnutrición se basa en gran medida en la conservación de dichos recursos (capital natural).

**En el caso específico del cultivo de plátano y sus sistemas diversificados, la conservación de los suelos y el reúso de la biomasa residual del cultivo generan diferentes servicios ecosistémicos**, como la restauración de las funciones del suelo, la captura de carbono y la regulación del ciclo hidrológico, los cuales a su vez representan beneficios ambientales y socioeconómicos, de tal manera que se convierten en sistemas productivos más sostenibles (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2019).

Al respecto, es importante señalar que en Colombia los campesinos y pequeños productores pueden acceder a Pagos por Servicios Ambientales (PSA) mediante las opciones que ofrecen las empresas del sector privado.



## Glosario

**Servicios ecosistémicos:** beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre sus diversos componentes, estructuras y funciones, y de los cuales depende directa e indirectamente el desarrollo de todas las actividades humanas (CONPES 3934 de 2018).



## Conserve los suelos

La conservación de suelos busca mantener, mejorar o incrementar la capacidad productiva de la tierra en áreas afectadas o propensas a la degradación, para lo cual se aplican tecnologías que conserven las características físicas, químicas y microbiológicas de este recurso (Asakawa et al., 2012). **Entre las principales prácticas para la conservación de suelos que puede implementar en su predio se destacan:**

- Construcción de drenajes.
- Siembra en curvas a nivel.
- Conservación de la cobertura vegetal.
- Diseño y ejecución de un plan de fertilización integrada.

A continuación, se describen brevemente estas prácticas y se remite a información complementaria con la que puede profundizar en cada una de ellas.

### Implemente drenajes

**Diseñe y construya zanjas o canales (figura 2) que le permitan evacuar grandes cantidades de agua del suelo,** especialmente en zonas con altas precipitaciones y suelos poco permeables; en general, el cultivo requiere canales primarios, secundarios y terciarios.





La construcción de estos drenajes permite la remoción de sales del suelo, controla el **nivel freático** y promueve la evacuación de **aguas de escorrentías** (Corporación PBA, 2012), lo cual ayuda a preservar los suelos porque disminuye su pérdida por erosión y lavado de nutrientes. En este sentido, el uso sostenible del suelo a partir de prácticas como la implementación de drenajes es una estrategia clave de la Política de Crecimiento Verde para mejorar el desempeño del sector agropecuario, dado que es una alternativa para afrontar la baja eficiencia en el uso del suelo que presenta el país en comparación con otras naciones (CONPES 3934 de 2018).



**Nivel freático:** límite subterráneo entre la superficie del suelo y el área donde el agua subterránea satura sus espacios porosos.

**Agua de escorrentía:** es el agua de lluvia que escurre sobre la superficie del suelo y que se mueve rápidamente aguas abajo. Esta agua de lluvia, que hubiera podido contribuir a la producción de cultivos y a reabastecer los aguas subterráneas, con frecuencia causa inundaciones, daña los caminos y las tierras agrícolas o erosiona el suelo, que es arrastrado hacia los ríos y estanques (Shaxson & Barber, 2005).



**Figura 2.** Canales de drenaje en plantaciones de plátano.




## Siembre en curvas a nivel

Siembre las plantas en contra de la pendiente teniendo en cuenta la topografía del terreno (figuras 3 y 4). Para esto puede emplear un nivel tipo “(A)” o “caballete”, los cuales puede construir artesanalmente en su finca. Esta práctica se emplea principalmente en dos circunstancias:

1. Cuando se busca reducir la velocidad del agua superficial y favorecer su infiltración.
2. Cuando se tienen que crear terrazas, zanjas de infiltración o barreras vivas, necesarias para conservar el suelo independientemente de si su uso y/o vocación es para la producción agrícola, pecuaria, forestal o de conservación (FAO & MADS, 2018).



### Información complementaria

Construcción de “agronivel o aparato A”, cálculo de la pendiente y hallazgo de curvas de nivel 



**Figura 3.** Para sembrar en curvas a nivel puede usar un nivel tipo A o caballete.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 4.** Perspectiva de cultivo de plátano en curvas a nivel.

## Conserve la cobertura vegetal

Procure sembrar y conservar permanente o temporalmente especies vegetales benéficas que protejan el suelo contra factores físicos que lo erosionan y afectan sus características productivas (figura 5). Entre los criterios de implementación y/o evaluación de la práctica que debe tener presente se encuentran los siguientes aspectos:

- El porcentaje de área con cobertura y su permanencia a través del tiempo.
- La presencia de cercas vivas.
- El uso de abonos verdes.
- Las plantas acompañantes al cultivo principal (FAO & MADR, 2018).



Foto: Valentina Ramírez-Valencia

**Figura 5.** Cobertura vegetal en el cultivo de plátano para proteger el suelo.



Algunas de las especies recomendadas para la cobertura de suelos cultivados con musáceas son leguminosas fijadoras de nitrógeno como kudzú (*Pueraria phaseoloides*), centrosema (*Centrosema* spp.), frijol terciopelo o mucuna (*Stizolobium* spp.), canavalia (*Canavalia* spp.), Stylo (*Stylosanthes guianensis*), soja forrajera (*Neonotonia wightii*) y frijolillo (*Galactia striata*). También se recomiendan otras **arvenses**, como enredadera (*Teramnus volubilis*), bejuco o melón de monte (*Melothria guadalupensis*), golondrina (*Drymaria cordata*), besito (*Impatiens* sp.), pasto amargo (*Brachiaria decumbens*), *Vigna peduncularis*, *Callisia cordifolia*, *Cleome rutidosperma* y *Evolvulus nummularius* (ProMusa, 2016).

No obstante, debe tener en cuenta el estado de desarrollo del cultivo principal con el fin de evitar competencia por luz, agua y nutrientes con la vegetación acompañante (arvenses), así como la disponibilidad de dichas especies en las zonas productoras de plátano.

## Diseño y ejecute un plan de fertilización integrada

La fertilización integrada se refiere a la aplicación de los nutrimentos que requiere el cultivo de plátano y los cuales se encuentran en bajas proporciones en el suelo (figura 6). Para realizarla, **diseñe un plan de fertilización con base en los resultados del análisis de suelo y la aplicación de fuentes químicas, orgánicas compostadas y biofertilizantes**, como hongos formadores de micorrizas arbusculares, bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fosfatos y promotores de crecimiento.



### Glosario

**Arvenses:** cualquier planta ajena a un cultivo de interés, sin discriminar si su establecimiento es positivo o negativo; algunas compiten por agua, luz y nutrientes con las plantas del cultivo, y pueden ser hospederos alternos de insectos plaga y enfermedades, por lo que se hace necesario realizar un manejo integrado de estas (Bolaños-Benavides et al., 2020).



### Información complementaria

Para facilitar el análisis de suelos, consulte:

Laboratorio de Suelos de Agrosavia





“ La fertilización integrada permite desarrollar un modelo productivo sostenible que potencia el crecimiento verde del país ”

**Figura 6.** Fertilización integrada aplicada en la gotera de las plantas de plátano, según el plan definido.

La fertilización integrada en el cultivo de plátano permite desarrollar un modelo productivo sostenible que potencia el crecimiento verde del país al fomentar la agricultura ecológica y el manejo sostenible de la tierra. **Esta práctica mejora el rendimiento del cultivo y la conservación del suelo, el cual se ve directamente afectado por el uso excesivo de insumos químicos en las actividades agrícolas (CONPES 3934 de 2018).**



## Reúse la biomasa residual en el sistema productivo

Puede reusar los residuos orgánicos (biomasa residual) generados en el cultivo de plátano para elaborar abonos orgánicos y plásticos biodegradables, así como para extraer celulosa y almidón, entre otros. **La transformación de este material orgánico le permite explorar alternativas del mercado y generar mayores ingresos mediante la venta de estos recursos y, paralelamente, reducir la contaminación que genera la biomasa no utilizada (Haro-Velasteguí et al., 2017).** En Colombia existen actualmente varias iniciativas en el marco de la economía-agricultura circular que hacen uso de la biomasa residual para producir abonos tipo compost, lombricompost, entre otros.

Tenga en cuenta que después de la cosecha de racimos de plátano, se genera entre 70 % y 80 % de biomasa rica en nitrógeno (N= 76 %), fósforo (P= 80 %) y potasio (K= 90 %) (Aranzazu et al., 2002), la cual es una fuente importante de materia prima para la elaboración de abonos orgánicos, que usted puede integrar al sistema productivo de plátano utilizándolos en el predio o comercializándolos con un enfoque **bioeconómico**.

Específicamente, **para reutilizar la biomasa residual en la producción de fertilizantes orgánicos debe transformarla en condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno) y propiciar la intervención de microorganismos para producir fertilizantes compostados (figura 7)**, los cuales deben tener las siguientes relaciones o partes de carbono:nitrógeno (C/N) iniciales de 35/1 a 40/1 y de 20/1 a 25/1 cuando estén listos para ser usados (Luna-Geller & Bolaños-Benavides, 2007).



### Glosario

**Reúso de biomasa residual:** reutilización de residuos obtenidos en actividades agropecuarias y forestales para la obtención de productos.

**Bioeconomía:** economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación (Biointropic, 2018).



Fotos: William Andrés Cardona



**Figura 7.** Fabricación de fertilizantes orgánicos mediante el reúso de la biomasa residual. a. Aplicación de microorganismos a los residuos de cosecha; b. Pila de compost obtenida de los residuos de cosecha; c. Pila de compost cubierta.



**Información  
complementaria**

*Producción de  
abonos orgánicos  
de buena calidad*





## ¿Cómo contribuyen estas recomendaciones a proteger el capital natural en el cultivo de plátano?

Establecer el cultivo de plátano aplicando las **prácticas de conservación del suelo** mencionadas (canales de drenaje, siembra en curvas a nivel, uso de coberturas vegetales y el manejo integrado de la fertilización) le permite disminuir la saturación del agua en los poros del suelo y, en consecuencia, reducir la acumulación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), compuestos tóxicos y la pérdida de nutrientes minerales solubles necesarios para las plantas.

Además, con estas prácticas reduce la velocidad del agua de escorrentía y, por ende, disminuye en más de 50 % el volumen de pérdida de suelo (Cardona et al., 2019) (figura 8).

**Figura 8.** Cultivo de plátano con cobertura vegetal (a) y suelo erosionado sin cobertura vegetal (b).





Con **la conservación del suelo** se reduce la contaminación de las aguas subterráneas y la pérdida de los fertilizantes por lixiviación (López & Espinosa, 1995). Adicionalmente, disminuye la emisión de gases de efecto invernadero al permitir que el suelo capture hasta 100 % de metano y que se reduzca 20 % la emisión de óxido nitroso (Asakawa et al., 2012).

En el marco de la Política de Crecimiento Verde, **la protección del capital natural en el cultivo de plátano** genera un bienestar económico y social a los productores a largo plazo debido a estos factores:

- **Aumenta la competitividad** del sector en el mercado.
- **Optimiza los recursos e insumos** que se compran o producen en los predios.
- **Incorpora nuevas ofertas** tecnológicas.
- **Fortalece las producciones agropecuarias sostenibles** que podrán adquirir los recursos que la política destinará para estas (CONPES 3934 de 2018).



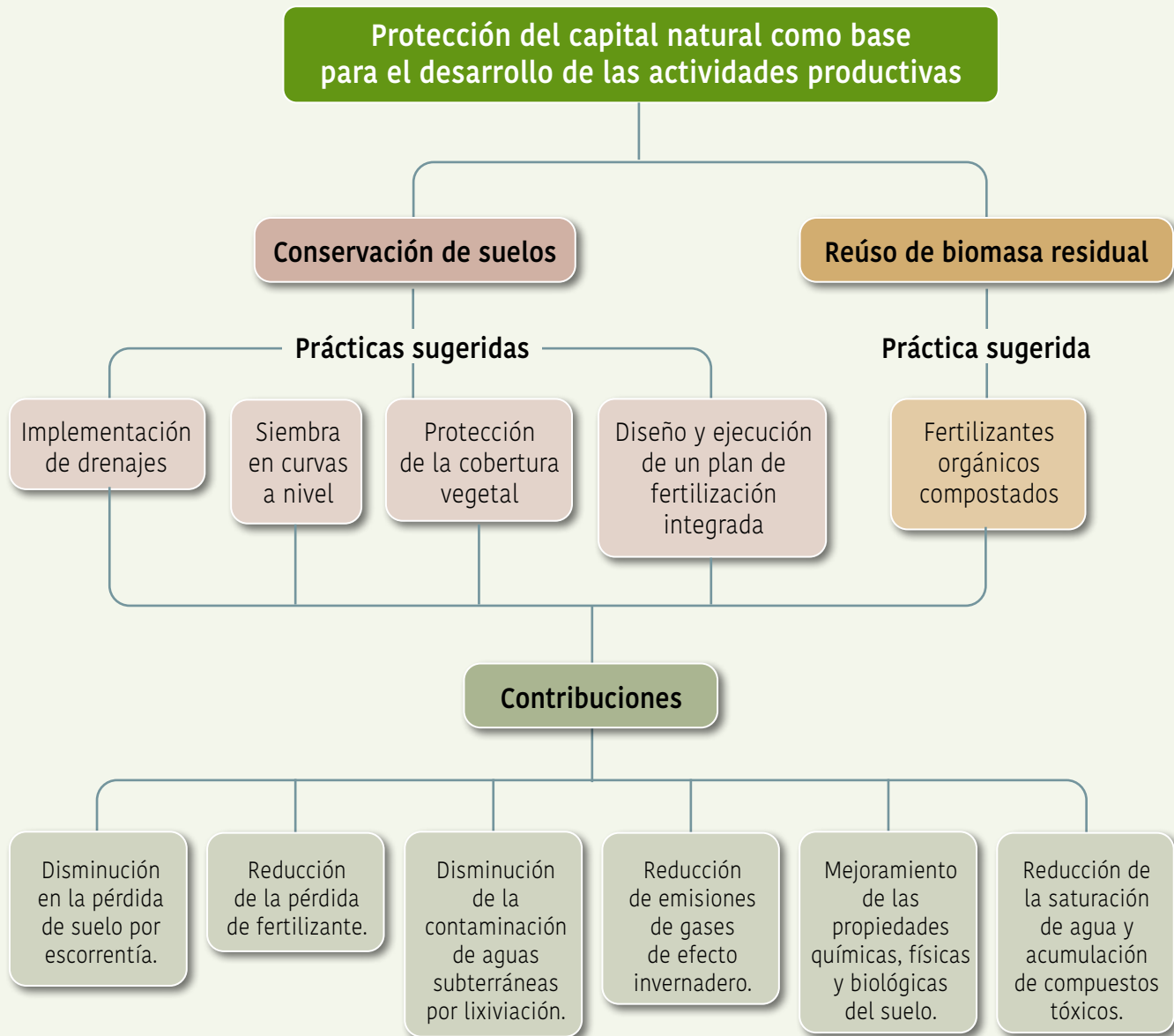


También se debe tener presente que **conservar los suelos** favorece la infiltración del agua y mejora las propiedades del suelo, genera mayor macroporosidad, permite el reciclaje de elementos como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), boro (B), magnesio (Mg) y azufre (S), y genera una mayor actividad biológica y enzimática.

En este contexto, **la utilización de la biomasa residual obtenida en el cultivo de plátano** en forma de abonos puede contribuir a crear el portafolio nacional de bioproductos (Mundobiotec, 2020) propuesto por el Plan Nacional de Desarrollo (PND), desde un enfoque de biotecnología blanca o biotecnología industrial (Chaparro-Giraldo et al., 2013). En este contexto, según el Ministerio de Minas y Energía (2010), el sector agropecuario primario se destaca como generador de biomasa residual en términos de toneladas/año, aportando 71'943.162 t/año a partir de actividades agrícolas, 3'446.348 t/año en bovinas, 2'803.111 t/año en porcinas y 105'418.066 t/año en avícolas (Ministerio de Minas y Energía, 2010). Las cifras anteriores demuestran el potencial que tiene el país para implementar la política de crecimiento verde, relacionada con el reúso de biomasa residual.

Por lo anterior, **se propone la reutilización de la biomasa residual del cultivo de plátano como una alternativa que promueva dichas oportunidades y que, paralelamente, sea una práctica que genera grandes beneficios ambientales.** En general, las recomendaciones tecnológicas que contribuyen a la protección del capital natural en el sistema productivo de plátano se resumen en la figura 9.

“Transformar la biomasa residual le permite explorar otros mercados, generar ingresos y reducir la contaminación”



**Figura 9.** Principales recomendaciones tecnológicas que contribuyen a la protección del capital natural en sistemas productivos de plátano.

**Fuente:** Elaboración propia



Lograr más con menos: productividad y competitividad en el mercado

## Maximice la eficiencia en el uso de recursos

Fraccione  
la fertilización

Gestione y use de  
manera eficiente  
el recurso hídrico

¿Cómo contribuyen  
estas recomendaciones  
a la eficiencia en  
el uso de los recursos  
en el sistema productivo  
de plátano?





## Fraccione la fertilización integrada

Con base en los resultados del análisis de suelo que haya obtenido, los requerimientos nutricionales y la fenología del cultivo, **establezca un plan de fertilización que tenga en cuenta los siguientes aspectos:**

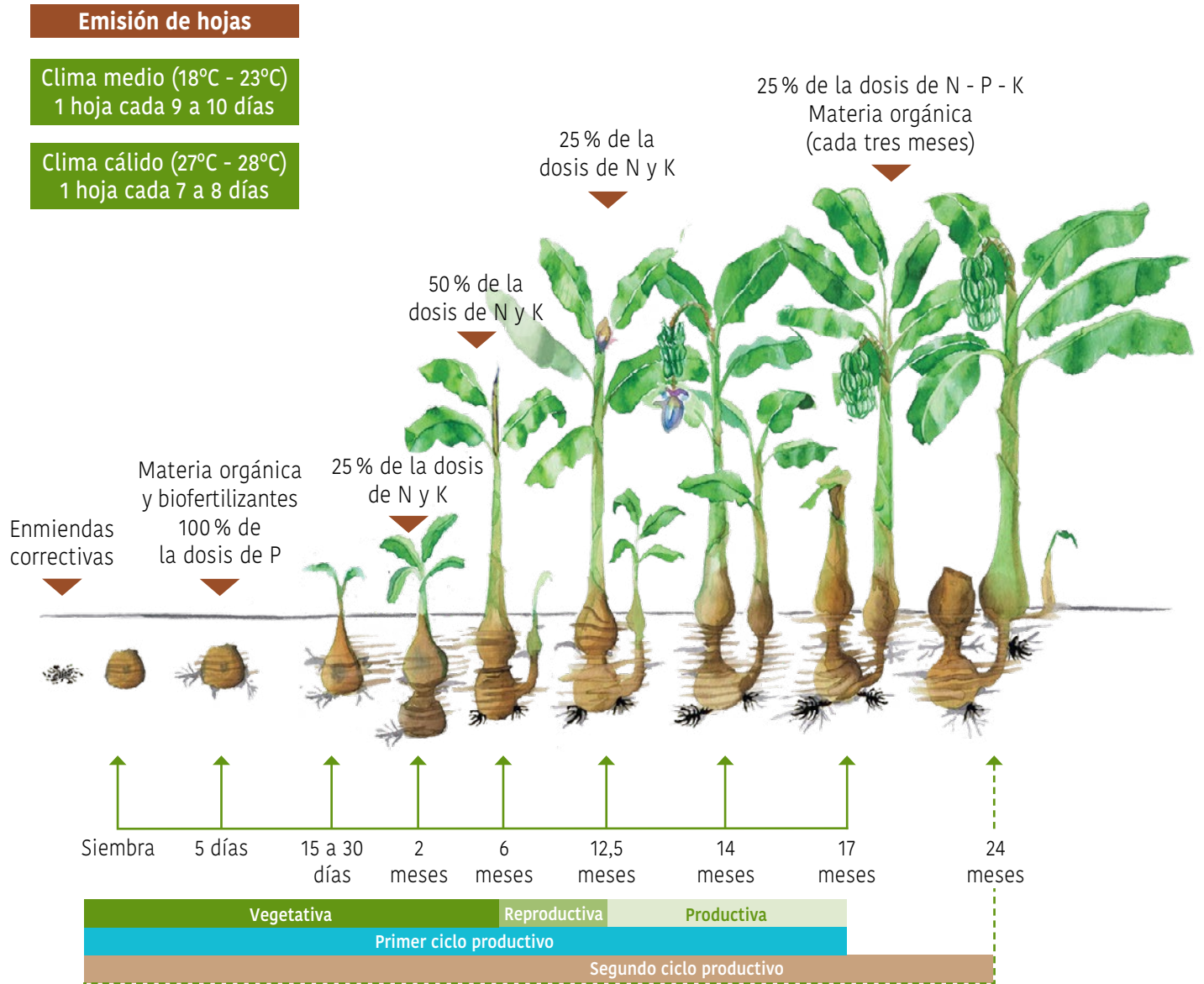
- 1 En el momento de la siembra, aplique fertilizantes orgánicos compostados, biofertilizantes y el 100 % de la dosis de fósforo (P).
- 2 Dos meses después de la siembra, aplique el 25 % de la dosis de nitrógeno (N) y potasio (K).
- 3 Seis meses después de la siembra, aplique el 50 % de la dosis de nitrógeno (N) y potasio (K).
- 4 El 25 % de la dosis restante de nitrógeno (N) y potasio (K) debe aplicarla al momento del belloteo.
- 5 Posteriormente, se recomienda aplicar el 25 % de la dosis total de los nutrientes (N, P, K) y el aporte de fertilizantes orgánicos compostados cada tres meses como sostenimiento del cultivo (figuras 10 y 11).



### Glosario

**Bellota:** inflorescencia de las musáceas de forma ovoide y coloración violácea, la cual conduce después de varios procesos fisiológicos a la formación del racimo.

**Desbacote:** eliminación de la bellota del racimo.



**Figura 10.** Fraccionamiento de la fertilización integrada según la etapa fenológica del plátano.

**Fuente:** Adaptada de Belalcázar (1988) en Bolaños-Benavides (2012).



### Nitrógeno

- Contribuye al buen desarrollo de la planta
- Da color verde a las hojas
- Promueve el desarrollo vegetativo

### Magnesio

- Principal elemento de la estructura de la clorofila

### Zinc

- Componente de enzimas y promotor del crecimiento
- Ayuda en la absorción de agua

### Potasio

- Ayuda al desarrollo de la planta
- Formación deseudotallos fuertes y vigorosos
- Llenado de frutos
- Incrementa la tolerancia al ataque de bacteriosis

### Boro

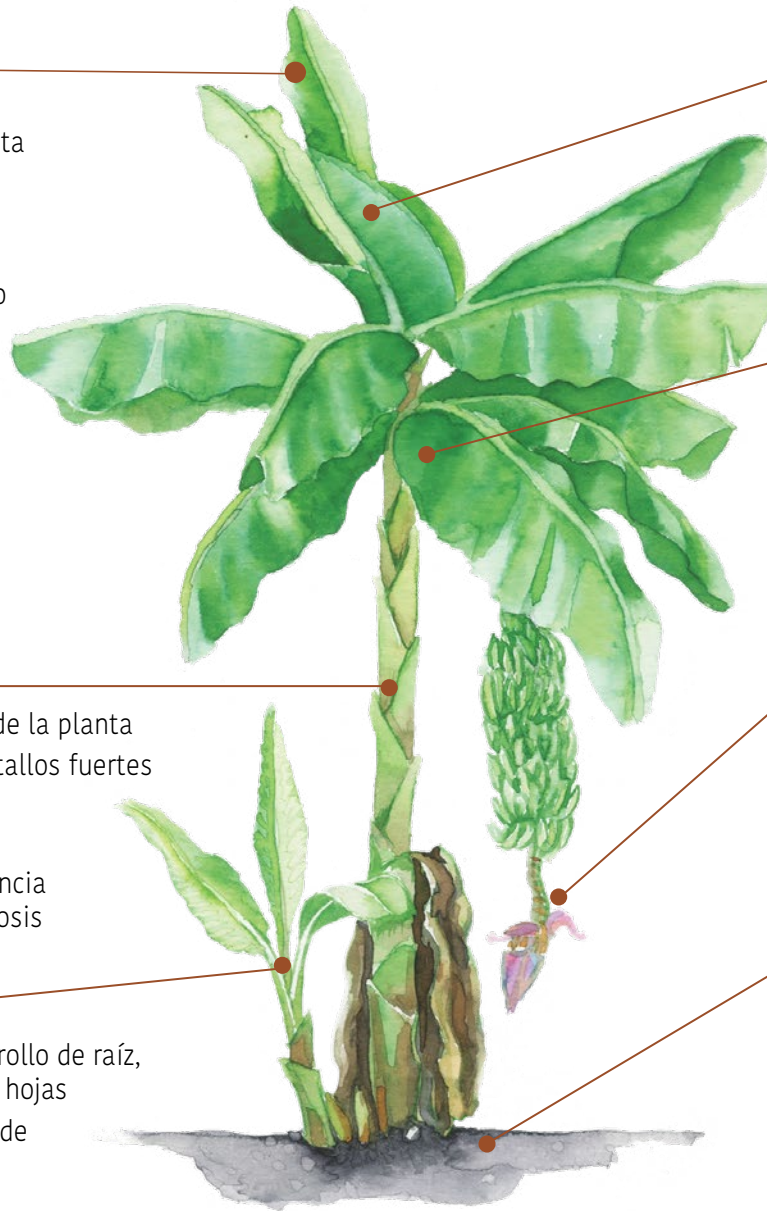
- Floración y transporte del potasio y calcio en la planta

### Calcio

- Participa en el desarrollo de raíz,seudotallo, colinos y hojas
- Facilita la absorción de nutrientes del suelo

### Fósforo

- Nutriente principal para formar raíces fuertes y abundantes
- Estimula la floración y procesos reproductivos



**Figura 11.** Principales funciones de los nutrientes en la planta.

**Fuente:** Cardona et al. (2020, p. 65)



Tenga en cuenta que **para fraccionar la fertilización debe tener presente la zona donde está establecido el cultivo**, ya que las plantas de plátano sembradas en ambientes con temperaturas inferiores a 18 °C y altitudes superiores a 1.300 m.s.n.m. retrasan la emisión de sus hojas, incrementan su ciclo vegetativo y disminuyen sus rendimientos (Aranzazu et al., 2002; Bolaños-Benavides, 2012; Cardona et al., 2020).

Dados los beneficios ambientales y económicos que la fertilización fraccionada genera en la producción de plátano, y de acuerdo con los criterios de la Política de Crecimiento Verde, se propone esta práctica como una opción que aumenta la rentabilidad de la producción y, por ende, la competitividad de los productores en el mercado. Algunos de los grandes aportes de esta práctica son:

- **Reduce la pérdida de fertilizantes** porque no se consume más de lo necesario según la etapa del cultivo y los nutrientes disponibles.
- **Disminuye la contaminación de aguas subterráneas** por lixiviación de elementos de síntesis química al reducir las cantidades aplicadas (Aranzazu et al., 2002).

En este contexto, la Política de Crecimiento Verde favorecerá económica y tributariamente a los productores que promuevan dichas prácticas mediante estrategias para financiar y desarrollar proyectos de Gestión Integral del Recurso de Suelos e Hídrico (GIRH) (CONPES 3934 de 2018).



### Información complementaria

*Recomendaciones tecnológicas sobre el manejo de densidades de siembra, fertilización y picudos del cultivo de plátano con destino a los mercados especializados.*



*El cultivo de plátano, manual técnico.*





## Gestione y use de manera eficiente el recurso hídrico

El consumo de agua tiene gran importancia en el sector agropecuario y, de hecho, en algunas zonas del mundo puede representar hasta el 80 % del uso total (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2012). Por esta razón, **es necesario promover la gestión y uso eficiente del agua mediante las siguientes acciones:**

- **Proteja** los manantiales o fuentes hídricas.
- **Implemente** tecnologías de captación y almacenamiento de agua.
- **Reutilice** el agua.
- **Mejore** las tecnologías para distribuir el recurso con fines agropecuarios (Global Water Partnership, 2013).



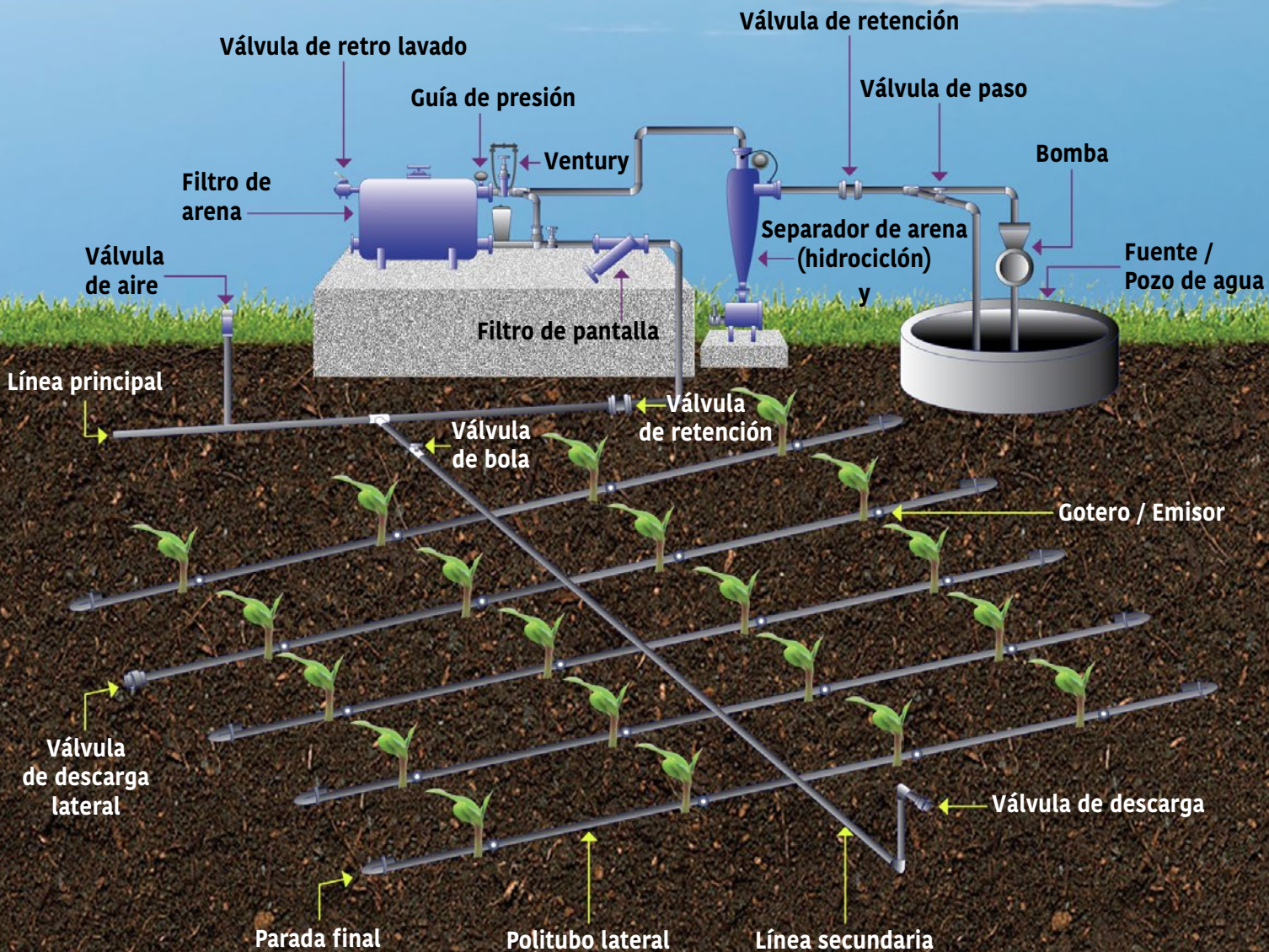


En Colombia, la Política de Crecimiento Verde priorizó el cultivo de plátano porque la producción de los racimos en el país emplea gran cantidad de agua (938,3 millones de m<sup>3</sup>) (DNP, 2019). En este sentido, antes de que seleccione cualquier tipo de riego para su cultivo (gravedad o superficie; aspersión y microaspersión; localizado, por goteo o subirrigación), es importante que conozca con anticipación las condiciones topográficas del terreno, la demanda hídrica del cultivo, la infraestructura necesaria para llevar a cabo el riego y las características propias de cada sistema (Vázquez-Valdivia et al., 2004).

Uno de los principales sistemas que se utiliza en el cultivo de plátano es el riego por aspersión, que consiste en la aplicación uniforme de agua simulando gotas de lluvia mediante aspersores ubicados a baja altura o por debajo de las láminas foliares de las plantas (subfoliar). Usted puede emplear este sistema en diversos cultivos, siempre y cuando las condiciones físicas le permitan ubicar los aspersores y cuente con información sobre los requerimientos de la especie vegetal, las propiedades físicas del suelo, la oferta climática, el volumen de agua en fuente y los requerimientos técnicos para la instalación de los equipos necesarios (figura 12).

“ Para elegir un tipo de riego, es importante conocer primero la topografía del terreno, la demanda hídrica del cultivo, la infraestructura necesaria y las características de cada sistema ”





**Figura 12.** Algunos equipos y diseño del sistema de riego.

**Fuente:** Adaptado de Jisl (2006)



## ¿Cómo contribuyen estas recomendaciones a la eficiencia en el uso de los recursos en el sistema productivo de plátano?

Fraccionar la fertilización integrada en el cultivo de plátano le permite lograr aumentos notables en la productividad y la calidad de los racimos. Así lo evidencia la implementación de esta práctica en los municipios de la Zona Bananera en el departamento de Magdalena y San Juan de Urabá en Antioquia, donde se obtuvo:

- **Incrementos** del 5 % en el rendimiento por hectárea (t/ha), además de una mejor calidad de los frutos debido a la mayor longitud y calibre de los dedos (Corpoica, 2017), características que permiten mayor competitividad en el mercado.
- **Reducción** de hasta 30 % en la cantidad de insumos aplicados.
- **Disminución** de la contaminación de aguas subterráneas por lixiviación.
- **Reducción** en la pérdida de fertilizante (Bolaños-Benavides, 2012).

Asimismo, partiendo de la importancia que tiene el agua en los períodos de floración, cuajamiento y llenado de los frutos en zonas con restricciones de agua en los suelos, **al implementar el riego por aspersión en el cultivo de plátano se logra:**

- **Incrementos** en la producción con mayor eficiencia en el ahorro del recurso hídrico.





- **Reducción** del lavado de nutrientes por lixiviación.
- **Disminución** de la incidencia de enfermedades (Bautista-Montealegre et al., 2018).

Así se constató en cultivos ubicados en los municipios de Curumaní (Cesar), Natagaima (Tolima) y Dibulla (La Guajira), donde la aplicación de esta recomendación tecnológica representó incrementos en el peso de los racimos de 3,1 kg, 2,6 kg y 0,12 kg, respectivamente, comparado con el manejo convencional de los cultivos en dichas zonas (Corpoica, 2017).

Adicionalmente, al comparar la eficiencia del sistema mediante el volumen de agua aplicada y la cantidad consumida para la producción de un kilogramo de plátano (Índice de Productividad de Agua [IPA]), **el riego por aspersión permite hacer ahorros importantes del recurso respecto a otros métodos**. En este sentido, tomando como referencia los resultados observados en los municipios de Dibulla y Natagaima, se observó un ahorro del uso del agua de 65,8 % y 20 %, respectivamente, comparado con el riego por inundación empleado comúnmente en dichas zonas productoras (Corpoica, 2017) (figura 13).





Fotos: Nicolás Fegeant / UGPBAN (2011) / MusaRama

**Figura 13.** Contraste entre dos sistemas de riego en el sistema productivo de plátano.  
a. Sistema de riego por goteo; b. Riego por inundación.

En Colombia, actualmente se presenta un bajo nivel de implementación de proyectos del uso y reúso del agua en zonas rurales (DNP, 2019). En este contexto y específicamente en el sistema productivo de plátano, los productores que adopten prácticas como las mencionadas se podrán beneficiar de la Política de Crecimiento Verde, ya que esta presenta estrategias para fortalecer la gestión del sector agua y



facilitará la implementación de proyectos de uso eficiente del agua y la transferencia de buenas prácticas, al tiempo que ajustará la Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales (CONPES 3934 de 2018).

Asimismo, en el marco de la Política de Crecimiento Verde (CONPES 3934 de 2018), **el fraccionamiento de la fertilización integrada y la gestión del recurso hídrico son actividades que se pueden enfocar en los modelos productivos como referentes en el país.** Los predios donde se practiquen pueden obtener recursos indirectos al estimular la actividad turística científica y apoyar el desarrollo de proyectos regionales de turismo de la naturaleza, donde los visitantes podrán conocer el modelo productivo de plátano con estándares de producción sostenible.

Como parte de la Política de Crecimiento Verde en el país, especialmente en las estrategias planteadas para mejorar la eficiencia en el uso del agua, se propone “incorporar lineamientos sobre nuevas tecnologías de tratamiento de aguas residuales y el aprovechamiento de subproductos y energía” (CONPES 3934 de 2018). En este contexto, **la gestión y el uso eficiente del recurso hídrico en el sistema productivo de plátano mediante el riego por aspersión compagina con los lineamientos del uso del recurso hídrico y permite el desarrollo de dichas tecnologías.**

A continuación, la figura 14 resume las recomendaciones tecnológicas que contribuyen a maximizar el uso de recursos en el sistema productivo de plátano.





**Figura 14.** Recomendaciones tecnológicas que contribuyen a maximizar el uso de los recursos en el sistema productivo de plátano.

**Fuente:** Elaboración propia



Estrategias que favorecen la resiliencia y la productividad

## Mejore la adaptación a la variabilidad y el cambio climático

Establezca barreras rompeviento y apuntale las plantas

Haga un Manejo Integrado de Plagas (MIP)

¿Cómo contribuyen estas recomendaciones al fortalecimiento de la adaptación del sistema productivo de plátano a la variabilidad y el cambio climático?





**E**l cultivo de plátano es un renglón productivo que puede presentar menor vulnerabilidad a los efectos negativos del **cambio climático** si se aplican las estrategias existentes para favorecer la resiliencia y el desempeño productivo del cultivo (Belalcázar, 1991).

En términos generales, el cambio climático es entendido como la alteración de las condiciones climáticas predominantes. Específicamente en Colombia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ha proyectado recientemente que en el 2090 la temperatura aumentará entre 1 °C y 4 °C, y que se generará una variación significativa (entre el 15 % y el 30 %) en la precipitación (IDEAM, 2020).

Frente a este escenario, **la adaptación al cambio climático disminuye la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios y aumenta su capacidad de recuperarse de los efectos de la variabilidad climática y el clima actual o estimado**. Para ello es necesario plantear prácticas agrícolas que tengan en cuenta los requerimientos de los sistemas productivos y su vulnerabilidad a las condiciones restrictivas en los diferentes territorios, tales como la presencia de fuertes vientos, las altas precipitaciones, el déficit hídrico y las heladas, entre otras.

En el cultivo de plátano, el viento puede ocasionar el desgarre de las hojas cuando hay velocidades superiores a 28,4 km/h, y la



## Glosario

### **Cambio climático:**

cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (ONU, 1992).

### **Variabilidad climática:**

variaciones del promedio de variables meteorológicas (temperatura, precipitación, humedad relativa, brillo solar) en escalas espaciales y temporales (IPCC, 2013).



pérdida de las unidades productivas por el doblamiento o desenraizado de las plantas si la velocidad es superior a 50 km/h (Belalcázar, 1991).

Adicionalmente, cuando las plantas afrontan largos períodos de lluvias y humedad ambiental, tienen problemas fitosanitarios ocasionados por hongos, bacterias, nematodos, entre otros, mientras que, en épocas de baja precipitación, la actividad y los daños de los insectos plaga tienden a incrementarse.

Como el cambio climático es un fenómeno que afecta directamente el sistema productivo de plátano, es importante adoptar medidas que ayuden a mitigar los estragos que genere y que fortalezcan la adaptación a las condiciones cambiantes, como la utilización de barreras rompevientos, el **apuntalamiento** de las plantas y el manejo integrado de insectos plaga y enfermedades (MIP) (figura 15).

“ Las prácticas agrícolas deben tener en cuenta los requerimientos del cultivo y su vulnerabilidad a los fuertes vientos, las altas precipitaciones, el déficit hídrico, las heladas, entre otras condiciones ”

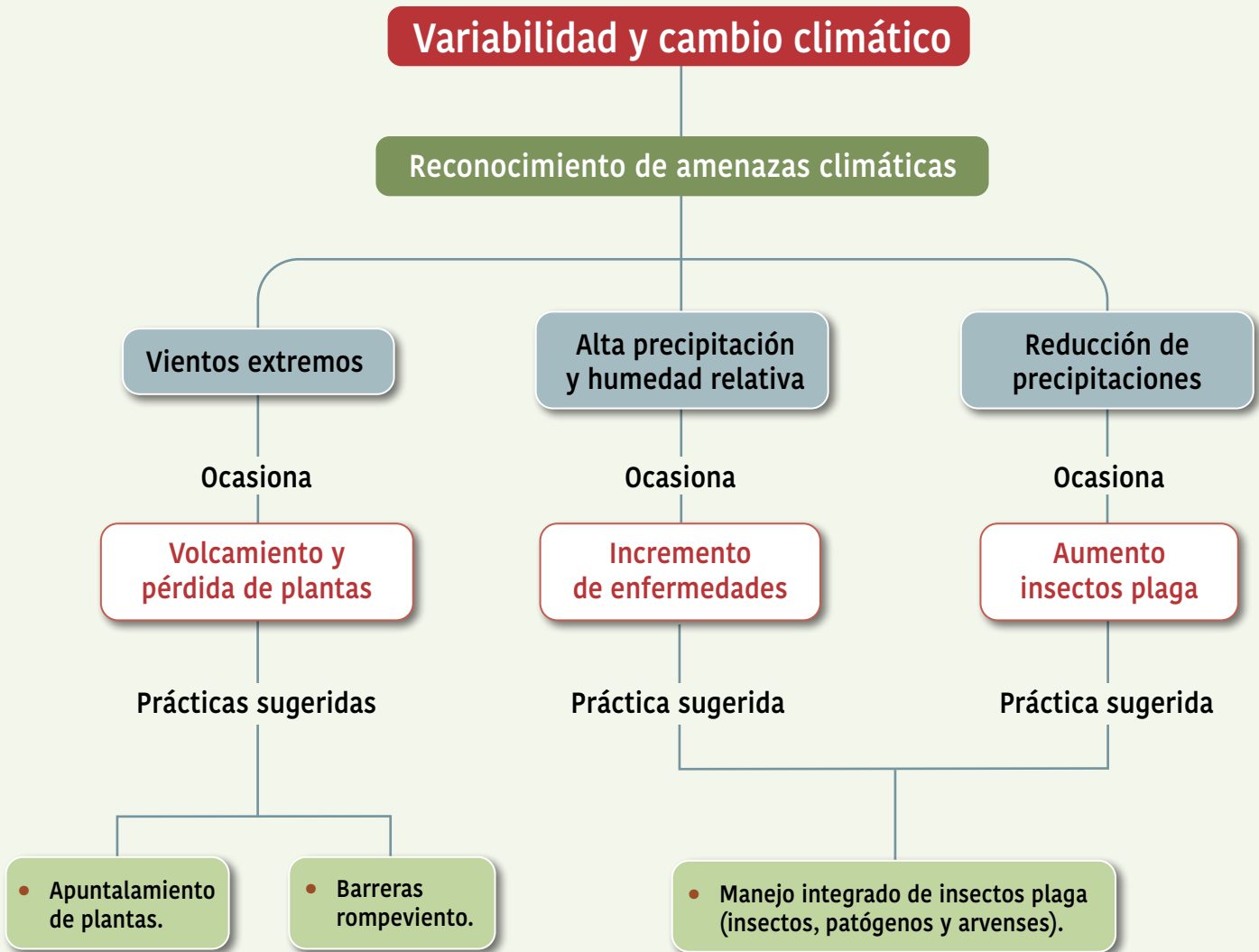
Foto: Banco de fotos AGROSAVIA



## Glosario

### **Apuntalamiento:**

consiste en colocar puntales o sunchos para asegurar las plantas con racimos en desarrollo y evitar el volcamiento de las plantas madre.



**Figura 15.** Planteamiento de algunas recomendaciones tecnológicas que contribuyen a fortalecer la adaptación del cultivo de plátano a la variabilidad y el cambio climático.

**Fuente:** Elaboración propia

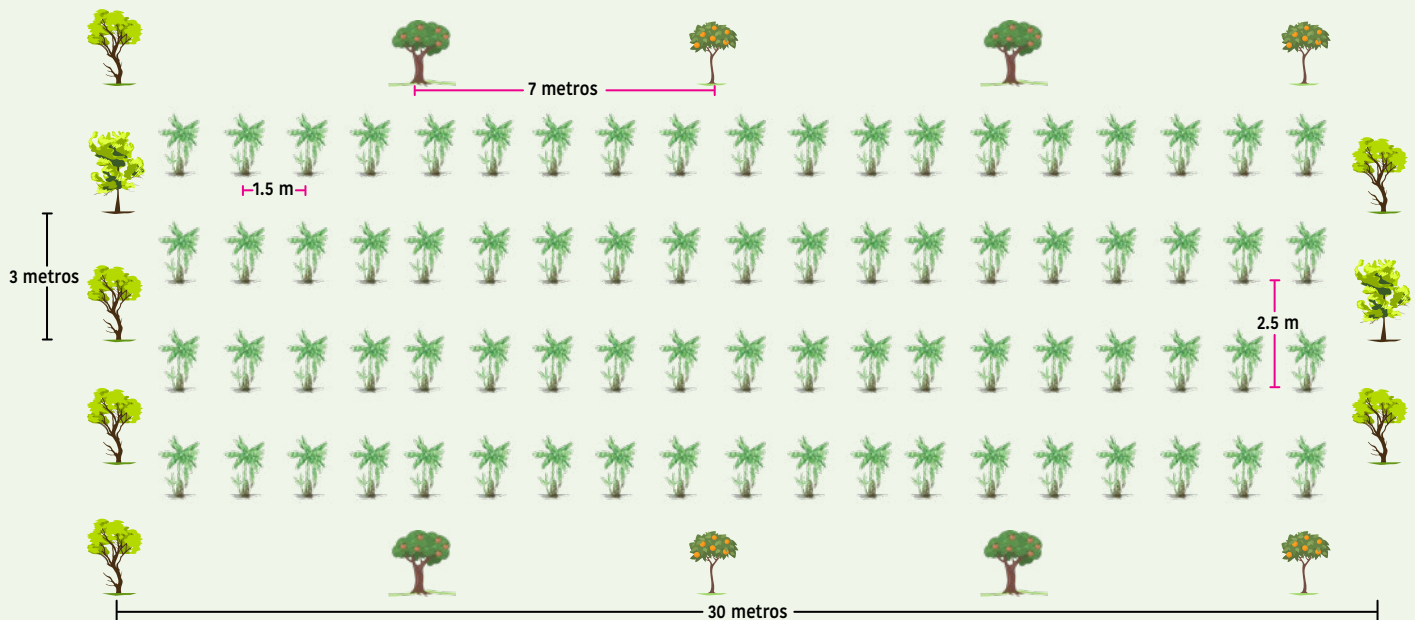
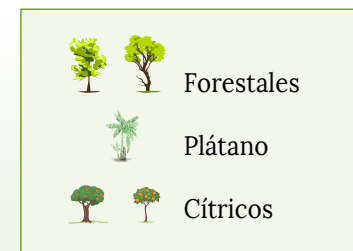
## Establezca barreras rompeviento y apuntale las plantas

Establecer barreras rompevientos consiste en sembrar plantas arbóreas de diferentes portes rodeando el área cultivada. Para hacer estas barreras permanentes debe tener presente tres aspectos principales:

- 1 La dirección y velocidad del viento.
- 2 El tipo de material vegetal que va a emplear.
- 3 Planificar con anticipación las siembras de acuerdo con la dinámica de crecimiento de las especies vegetales y, en especial, las distancias de siembra, ya que una barrera de 10 m de altura protegerá una distancia de 150 m lineales o aproximadamente 50 hileras de plátano sembradas a 3 m (Corpoica, 2017) (figura 16).

**Figura 16.** Distribución de especies arbóreas como barreras rompevientos en el cultivo de plátano.

**Fuente:** Adaptado de Aranzazu et al. (2002)





Por su parte, apuntalar las plantas consiste en amarrarlas con cuerdas de polipropileno a otra planta o a una estaca enterrada en el suelo; este amarre siempre debe hacerse por el lado opuesto al que cuelga el racimo para compensar parte del peso de este. Para realizar el apuntalamiento debe tener muy en cuenta el régimen de lluvias y las poblaciones de **nematodos fitoparásitos** en el suelo, para lo cual se recomienda realizar la labor semanalmente desde que la inflorescencia se descuelga (Belalcázar, 1991) (figuras 17 y 18). Esto último debido a que el exceso de lluvias contribuye al incremento de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en el suelo, los cuales, al afectar el sistema de raíces de las plantas, debilitan su anclaje e inducen su caída y pérdida de sitios.



**Nematodos fitoparásitos:** son animales microscópicos (filiformes) con cuerpo más o menos transparentes parecidos a lombrices. Su ataque debilita la planta y le causa clorosis, defoliación, aumento del ciclo vegetativo, disminución de la altura y el rendimiento, volcamiento, y baja respuesta a la fertilización. Además, contribuyen al desarrollo de enfermedades como la bacteriosis y el moko de plátano.

Foto: Valentina Ramírez-Valencia



**Figura 17.** Apuntalamiento de plantas de plátano para evitar el volcamiento por efecto de corrientes de viento extremas. Implementación de la práctica en el Urabá antioqueño.



Fotos: Martha Marina Bolaños-Benavides

**Figura 18.** Apuntalamiento de plantas de plátano para evitar el volcamiento por efecto de corrientes de viento extremas. Implementación de la práctica en la región Caribe.



**Información  
complementaria**

*Manejo integrado  
de plagas en el  
cultivo plátano  
(Musa ABB).*





## Haga un Manejo Integrado de Plagas (MIP)

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). En el cultivo de musáceas, como son el plátano y el banano, se reportan diversos problemas fitosanitarios causados principalmente por hongos de follaje, corno, pseudotallo y frutos; bacterias; fitoplasmas; virus; nematodos fitoparásitos (Jones, 2018) e insectos plaga.

En concordancia con lo anterior, en las principales zonas productoras de Colombia se reportan los insectos plaga mosca blanca espiral (*Aleurodicus floccissimus*), gusano cabrito (*Opsiphanes* sp. y *Caligo* sp.), morrocoyita del fruto (*Colaspis* sp.), mapaiteiro o tierrera (*Trigona* sp.), gusano tornillo (*Castniomera humboldti*), cochinilla harinosa y el complejo de picudos compuesto por los picudos negro (*Cosmopolites sordidus*), rayado (*Metamasius hemipterus*) y amarillo (*M. hebetatus*); así como las enfermedades sigatoka negra y amarilla (*Mycosphaerella fijiensis* y *M. musicola*), bacteriosis (*Dickeya* sp.), moko de plátano (*Ralstonia solanacearum* [Smith] Raza 2), virus del mosaico del pepino (Cucumber Mosaic Virus - CMV), virus rayado del banano (Banana streak virus - BSV), elefantiasis (*Candidatus Phytoplasma asteris*), nematodos fitoparásitos (*Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae* y *Helicotylenchus multicinctus*) (AGROSAVIA, 2021; Bautista-Montealegre et al., 2020) y, recientemente restringida al departamento de La Guajira, la marchitez de las musáceas por *Fusarium* (ICA, 2019).

Una de las principales medidas preventivas es sembrar material vegetal adquirido en viveros registrados ante el ICA y utilizar materiales de siembra que estén libres de plagas



### Información complementaria

AGROSAVIA. (2021).  
Modelo productivo  
de plátano.





Para que realice un manejo integrado de plagas en su predio debe tener presente la combinación de diversos métodos de protección económica y ecológicamente justificables, así como buscar el menor impacto sobre la salud humana y el medio ambiente. Cabe resaltar que **una de las principales medidas preventivas para manejar cualquier problema fitosanitario es sembrar material vegetal adquirido en viveros registrados ante el ICA y utilizar material de siembra libre de plagas**; con la realización de esta acción usted evitará la diseminación de plagas hacia y en su predio y conservará la sanidad de los cultivos.

En los siguientes apartes, se describen brevemente dos de las principales plagas que atacan las plantas de plátano y las recomendaciones generales enmarcadas en la Política de Crecimiento Verde para tratarlas.

## **Manejo de sigatoka negra y amarilla**

En Colombia, la sigatoka negra y la sigatoka amarilla, causadas por los hongos foliares *Mycosphaerella fijiensis* Morelet y *M. musicola* Leach, respectivamente, se encuentran entre las principales enfermedades que afectan la producción de plátano debido al deterioro del área foliar y la disminución de la capacidad fotosintética de las plantas. **A continuación, se describe para cada una los principales síntomas que producen en la planta de plátano:**

- Las plantas afectadas por sigatoka negra presentan al inicio lesiones pequeñas inferiores a 1 mm de color amarillo en el envés de las hojas, las cuales cambian a café negro y, posteriormente, crecen formando manchas grises rodeadas por un anillo negro definido y un halo amarillo.



- La sigatoka amarilla causa estrías amarillas o parduscas, estas toman una coloración café oscuro y se rodean por un halo amarillo, las cuales se unen finalmente y causan la muerte del tejido (Bautista-Montealegre et al., 2020) (figura 19).



Fotos: Luis Gabriel Bautista-Montealegre



**Figura 19.** Síntomas de sigatoka negra (a) y sigatoka amarilla (b).



**Información  
complementaria**

*Manejo integrado  
de plagas en el  
cultivo plátano  
(Musa ABB).*





Para hacer el manejo integrado de esta plaga se recomiendan las siguientes prácticas:

- 1 Monitoree las plantas, inspeccione y verifique el estado fitosanitario del cultivo** para detectar la aparición de síntomas y plantear estrategias efectivas para controlarla (Bautista-Montealegre et al., 2020).
- 2 Implemente labores del cultivo** como: siembra de material vegetal libre de plagas, prácticas de conservación de suelos, control sobre la densidad de población de plantas, fertilización integrada, control de arvenses, **deshije, desguasque** y repique de plantas cosechadas (Bautista-Montealegre et al., 2020).
- 3 Cuando identifique las plantas que presentan la enfermedad, elimine el tejido afectado por el hongo** mediante despunte, cirugía, deslamine y deshoje (figura 20). Debe desarrollar esta actividad mensualmente en los meses de menor precipitación y cada 15 días en temporada de lluvias (Orozco-Santos et al., 2008).



## Glosario

**Descoline o deshije:** eliminación selectiva de los colinos débiles, mal ubicados o sobrantes, para mantener una población constante de plantas y conservar la producción.

**Desguasque:** desprendimiento del material que va perdiendo la vida útil alrededor del seudotallo. ►

**Deshoje:** eliminación de las hojas dobladas, afectadas por sigatokas y secas.





**Figura 20.** Eliminación de tejido afectado. a. Despunte; b. Cirugía; c. Deslamine.

**Fuente:** Bautista-Montealegre et al. (2020)

En cultivos tecnificados y semitecnificados de amplias extensiones, puede emplear el control químico siempre y cuando las aplicaciones se realicen en épocas de alta precipitación y temperaturas superiores a 23 °C (Álvarez et al., 2013), incluyendo la rotación de ingredientes activos con registro ICA para su uso en el cultivo de plátano y con la supervisión de un profesional.



## Manejo integrado de picudos

El complejo conformado por los picudos negro (*Cosmopolites sordidus*) (figura 21), rayado (*Metamasius hemipterus*) (figura 22) y amarillo (*M. hebetatus*) (figura 23), cuyas larvas (gusanos) consumen los tejidos de los cormos y pseudotallos (figura 24), **causan desarrollo limitado, reducción del vigor y rendimiento, aumento de la susceptibilidad a enfermedades y hasta el volcamiento y la muerte de las plantas.**



**Figura 21.** Ejemplar de un adulto de picudo negro.

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



**Figura 22.** Ejemplar de un adulto de picudo rayado.

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



**Información complementaria**

**“Manejo integrado del complejo de picudos en el cultivo de plátano”**





**Figura 23.** Ejemplar de un adulto de picudo amarillo.

**Fuente:** Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, n.º cat.: 142 (AGROSAVIA, 2017)



Foto: Luis Gabriel Bautista-Montealegre

**Figura 24.** Daño causado por larvas de picudo negro.



Para hacer el manejo integrado de este grupo de insectos plaga se recomiendan las siguientes prácticas:

- 1 Realice labores del cultivo durante las etapas vegetativa, reproductiva y productiva**, que permiten evitar el aumento de las poblaciones de picudos, tales como la siembra de material vegetal libre de la plaga, deshije, desguasque y repique de plantas cosechadas (Cardona et al., 2020).
- 2 Instale trampas** tipo cuña, disco o cepa sencillo, bisagra o cepa modificada, sándwich o trampas de fermentación, que puede construir con seudotallos de plantas cosechadas o de bajo vigor (Cardona et al., 2020).
- 3 Realice monitoreo, captura y destrucción de los insectos** cada dos o tres días a partir de la instalación de las trampas y, posteriormente, cada semana durante un período no mayor a un mes.

Si captura más de cinco adultos por trampa, debe tratar las trampas con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y, en caso extremo, con insecticidas de contacto e ingestión de baja categoría toxicológica, registrados ante el ICA para su uso en el cultivo de plátano en Colombia.





## ¿Cómo contribuyen estas recomendaciones al fortalecimiento de la adaptación del sistema productivo de plátano a la variabilidad y el cambio climático?

**Establecer barreras vivas y apuntalar las plantas** le permite reducir la cantidad de plantas volcadas por efecto de vientos extremos, como se encontró en una investigación realizada en el municipio de Acandí (Chocó). Allí, en condiciones de exceso hídrico en el suelo y alta velocidad del viento, con dichas prácticas se presentó solo el 4,5 % de volcamiento respecto al manejo tradicional empleado por los productores, en el cual el volcamiento fue de 23 %. Esta disminución significativa del volcamiento de plantas cobra importancia desde el punto de vista económico, ya que puede representar incrementos de hasta 19,4 % en el rendimiento (Corpoica, 2017).

En el caso de **la utilización de barreras vivas forestales**, a parte de las ventajas que presentan en la disminución del volcamiento de plantas, el aumento de la biodiversidad del predio y la riqueza paisajística que los árboles generan, los productores de plátano podrán obtener ingresos extras al promover el sector forestal del país y obtener los apoyos técnicos y económicos que ofrece la Política de Crecimiento Verde para todos aquellos que promuevan la investigación, la innovación, la educación y la formación en el sector (CONPES 3934 de 2018). En este contexto, en el 2021 Minagricultura anunció una línea de crédito para financiar proyectos de recuperación en zonas con deforestación, como lo es la Línea Especial de Crédito (LEC) “Sostenibilidad



Agropecuaria y Negocios Verdes”, a la cual podrán acceder pequeños, medianos y grandes productores que quieran invertir en el mejoramiento y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios, piscícolas, apícolas, avícolas, forestales, acuícolas, de zootecnia y pesqueras (MADR, 2021).

Igualmente, **al realizar el deshoje fitosanitario** disminuye significativamente la severidad de las sigatocas y, por ende, permite una mayor producción de las hojas necesarias para la fotosíntesis de las plantas (figuras 25 y 26), ya que se elimina total o parcialmente el tejido foliar afectado y, junto con este, las estructuras reproductivas del hongo (Bautista-Montealegre et al., 2018).

**Figura 25.** Cultivo de plátano sano ubicado en el Eje Cafetero.





Foto: Banco de fotos AGROSAVIA



Esta recomendación se basa en la experiencia que se desarrolló, por una parte, en el municipio de Zona Bananera (Magdalena), donde **la implementación del deshoje** en el cultivo aumentó a nueve el promedio de hojas funcionales a cosecha (fotosintéticamente activas), respecto a las cinco producidas por las plantas en las que no se realizó esta práctica. Por otra parte, en los municipios de Curumaní (Cesar), Dibulla (La Guajira) y Natagaima (Tolima), el Promedio Ponderado de Infección (PPI) —índice que mide la severidad de sigatokas— estuvo por debajo del nivel crítico (2,5) comparado con las parcelas sin manejo fitosanitario, las cuales sobrepasaron dicho umbral (Corpoica, 2017).

**Figura 26.** Hoja afectada por sigatoka.



En cuanto al manejo integrado de picudos en estos mismos municipios, se encontró que la población de los insectos plaga estuvo por debajo de los cinco individuos por trampa, lo cual es de suma importancia desde el punto de vista productivo, ya que la **integración de trampas (figura 27) y la aplicación del controlador biológico *B. bassiana* (figura 28) generan incrementos de hasta 1,3 toneladas de plátano por hectárea** (Aranzazu et al., 2003).



Foto: Bolaños-Benavides et al. (2020)

**Figura 27.** Trampa tipo sándwich para la captura de picudos.



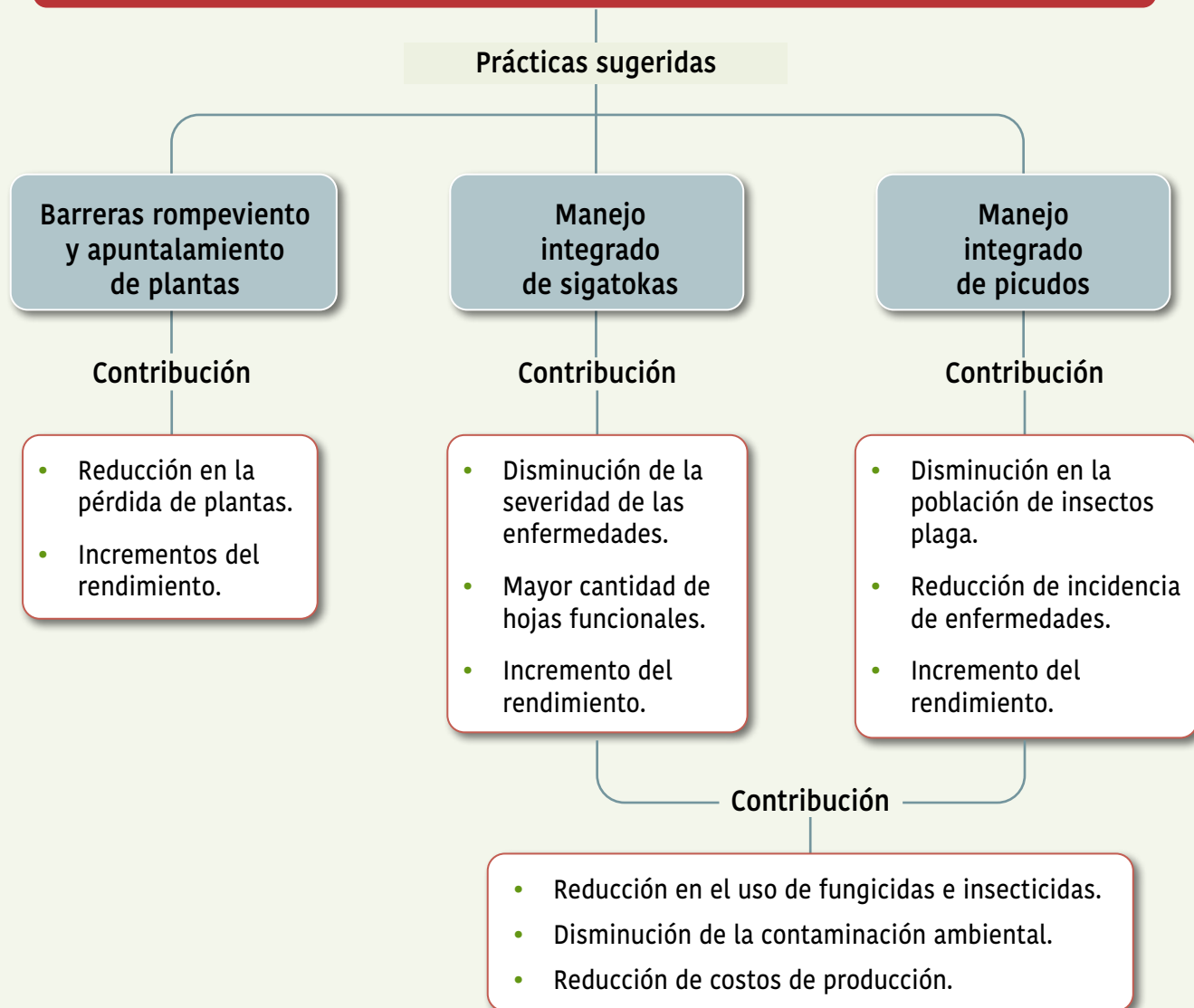
Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

**Figura 28.** Adultos de picudo negro parasitados por *B. bassiana*.

Finalmente, además de las contribuciones mencionadas, **el Manejo Integrado de Plagas (MIP) propuesto para las sigatokas y los picudos contribuye a la conservación del capital natural y al mejoramiento en la eficiencia en el uso de los recursos** porque permite reducir el uso de fungicidas e insecticidas de síntesis química y, por ende, disminuye la contaminación del medio ambiente, a la vez que permite reducir los costos de producción. A continuación, la figura 29 resume de manera general algunas recomendaciones tecnológicas que contribuyen a fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el sistema productivo de plátano.



## Fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático



**Figura 29.** Recomendaciones tecnológicas que contribuyen a fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el sistema productivo de plátano.

**Fuente:** Elaboración propia



## Consideraciones finales

En el marco de la Política de Crecimiento Verde (CONPES 3934 de 2018), las recomendaciones tecnológicas relacionadas con el establecimiento del cultivo de plátano siguiendo los lineamientos de conservación del suelo, el reúso de la biomasa residual, el fraccionamiento de la fertilización integrada, el uso eficiente del recurso hídrico, el empleo de barreras rompevientos, el apuntalamiento de las plantas y el manejo integrado de insectos plaga y enfermedades, constituyen estrategias para optimizar el uso de los recursos naturales y fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático.

La promoción e inclusión en el cultivo de plátano de tecnologías sostenibles, integrando conceptos de agricultura climáticamente inteligente, permiten mejorar la capacidad de adaptación del cultivo, mejorar la calidad de vida de los productores y aportar a la seguridad alimentaria de los territorios.

Las principales oportunidades de bionegocios que se generan del cultivo de plátano con los criterios sugeridos se encaminan a la ampliación del portafolio nacional de bioproductos y el aumento de la competitividad de los productores y la rentabilidad de la producción. Adicionalmente, estimulan la actividad turística científica y permiten generar proyectos regionales de turismo.

Actualmente, el país enfrenta nuevos retos ambientales que hacen necesario equilibrar los recursos naturales con el desarrollo económico. Teniendo en cuenta las condiciones agroecológicas y sociales en las que se cultiva actualmente el plátano en el país, como se describió al inicio del presente documento (Agronet, 2020; Aranzazu et al., 2002; Chiroque & Mutuberría, 2009; DNP, 2019; MADR, 2010, 2014, 2018, 2020), es muy importante potenciar la productividad implementando tecnologías con enfoque de crecimiento verde, que permitan incrementar el crecimiento económico y la competitividad del país conservando principalmente el capital natural que surte el sector agropecuario (DNP, 2019).





## Referencias

- Acevedo-Osorio, Á. (2016). La multifuncionalidad de los sistemas tradicionales de producción de agricultores familiares en el Sur del Tolima. En Á. Acevedo-Osorio, & J. Martínez-Collazos (Comps.), *La agricultura familiar en Colombia: Estudios de caso desde la multifuncionalidad y su aporte a la paz* (pp. 185-210). Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia; Corporación Universitaria Minuto de Dios; Agrosolidaria. <http://dx.doi.org/10.16925/9789587600476>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2012). *Towards efficient use of water resources in Europe* [EEA Report N.º 1/2012]. EEA. <https://www.eea.europa.eu/publications/towards-efficient-use-of-water>
- Agronet. (2020). *Evaluaciones Agropecuarias del Sector Agropecuario (EVA) y Anuario Estadístico del Sector Agropecuario* [Reporte]. Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario de Colombia-Agronet.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L., & Ceballos, G. (2013). *La sigatoka negra en plátano y banano: Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Acuerdo de Apoyo CIAT/FAO. <https://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>
- Aranzazu, F., Valencia, J., Arcila, M., Castrillón, C., Bolaños, M., Castellanos, P., Pérez, J., & Rodríguez, J. (2002). *El cultivo de plátano, manual técnico*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/6983?show=full>



- Aranzazu, F., Valencia, J., Zuluaga, E., Castrillón, C., Castellanos, P., Bolaños, M., & Arcila, M. (2003). *Validación y ajuste de tecnología para el manejo integrado de Sigatoka amarilla y negra del cultivo de plátano, en el Eje Cafetero, bajo la modalidad de parcelas en coautoría con productores e instituciones* [Boletín técnico]. Corpoica; Pronatta.
- Asakawa, N., Bolaños, B. M., Cardona, W., & Castilla, L. (2012, abril 16-20). *Calidad de suelo y aire en el cultivo de bananito (Musa AA)* [Presentación de póster]. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/Calidad%20de%20suelo%20y%20aire%20en%20el%20cultivo%20de%20bananito%20\(Musa%20AA\).pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Calidad%20de%20suelo%20y%20aire%20en%20el%20cultivo%20de%20bananito%20(Musa%20AA).pdf)
- Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2019). ¿Por qué el capital natural es fundamental para el desarrollo económico? <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/por-que-el-capital-natural-es-fundamental-para-el-desarrollo-economico/>
- Bautista-Montealegre, L. G., Cardona, W. A., & Ospina-Parra, C. E. (2020). *Manejo integrado de plagas (MIP) en el cultivo de plátano (Musa AAB)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404449>
- Bautista-Montealegre, L., Morales-Osorno, H., Rodríguez-Fonseca, C., & García-Guzmán, S. (2018). *Manejo integrado de enfermedades en el cultivo de plátano en el departamento de Cundinamarca* [Informe final de subproyecto: Validación de estrategias tecnológicas disponibles para los cultivos de plátano y yuca, mediante la implementación de la metodología PIPA en el departamento de Cundinamarca. Convenio Especial de Cooperación Derivado 2, Corredor Tecnológico Agroindustrial-CTA]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA.
- Belalcázar, S. (1991). *El cultivo del plátano (Musa AAB Simmonds) en el trópico* [Manual de Asistencia Técnica N.º 50]. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12434>



- Biointropic. (2018). *Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia - Fase II: Análisis de la situación y recomendaciones de política bioeconomía*. Biointropic; Universidad EAFIT; SILO. <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%202/1> (FAO), *Proceedings of the Global Symposium on Soil Erosion 2019. Rome* (pp. 328-333). FAO. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA5582EN/>
- Bolaños-Benavides, M. (2012). *Modelo productivo para el cultivo de plátano en la zona central cafetera de Colombia: Paquete tecnológico*. Corpoica. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13760/75487\\_65805.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13760/75487_65805.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chaparro-Giraldo, A., Cardona-Alzate, C., Orrego-Alzate, C., Yepes-Rodríguez, F., Serna-Cock, L., & Ospina-Sánchez, S. (2013). *Plan Global de Desarrollo 2010-2012: Prospectiva UN - Agendas de conocimiento: Agenda: Biotecnología*. Universidad Nacional de Colombia. [http://plei2034.unal.edu.co/fileadmin/Documentos/Agends\\_de\\_conocimiento/03.\\_Biotecnologia.pdf](http://plei2034.unal.edu.co/fileadmin/Documentos/Agends_de_conocimiento/03._Biotecnologia.pdf)
- Chiroque, H., & Mutuberría, V. (2009). Procesos de construcción de otras alternativas: Desarrollo y planteamiento de la Economía Social Comunitaria en América Latina. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 66, 147-163. <https://www.redalyc.org/pdf/174/17413043007.pdf>
- CONPES 3934 de 2018. “Política de Crecimiento Verde”. República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- CONPES 3935 de 2018. “Estrategia para el fortalecimiento de la acción comunal en Colombia”. República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3955.pdf>
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF]. (2018). *Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias - NIMF N.º 5: Glosario de términos fitosanitarios*. FAO. [https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM\\_05\\_2018\\_Es\\_2018-07-10\\_PostCPM13.pdf](https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM_05_2018_Es_2018-07-10_PostCPM13.pdf)
- Corpoica. (2017). *Planes de manejo agroclimático integrado*. Corpoica. [https://www.researchgate.net/publication/327832739\\_Planes\\_de\\_manejo\\_agroclimatico\\_integrado\\_en\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/327832739_Planes_de_manejo_agroclimatico_integrado_en_Colombia)



- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. (2017). Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luis María Murillo, n.º cat.: 140.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. (2021). *Modelo productivo de plátano*. <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/modelos-productivos/modelo-productivo-platano>
- Corporación PBA. (2012). *Cartilla manejo tecnológico del cultivo del plátano*. Ecopetrol; Corporación PBA. <http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Manejo%20tecnol%C3%B3gico%20del%20cultivo%20de%20pl%C3%A1tano.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2019). *Misión de crecimiento verde: Documento síntesis de los resultados de estudios técnicos*. <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Resultados/DNP%202020%20-%20S%C3%ADntesis%20Misi%C3%B3n%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf>
- Global Water Partnership [GWP]. (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático*. GWP; FAO. [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/tecnologias-para-el-uso-sostenible-del-agua.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/tecnologias-para-el-uso-sostenible-del-agua.pdf)
- Haro-Velasteguí, A. J., Borja-Arévalo, A. E., & Triviño-Bliosse, S. Y. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dom. Cien.*, 3(2\_esp.), 506-525. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325873>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2020). Cambio climático. <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley (Eds.), *Cambio Climático: Bases físicas* [Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático]. Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)



- Jisl. (2006). Drip Irrigation Layout and its parts [Ilustración]. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dripirrigation.png>
- López, A., & Espinosa, J. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano: Una visión práctica del manejo de la fertilización*. International Plant Nutrition Institute; Corporación Bananera Nacional. [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf)
- Luna-Geller, L., & Bolaños-Benavides, M. (2007). *Producción de abonos orgánicos de buena calidad*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2167>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2010). *Acuerdo de competitividad cadena productiva de plátano*. Consejo Nacional de la Cadena de Plátano - CNCP. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Normatividad/D.C.%202010%20Diciembre%20-%20Acuerdo%20de%20competitividad.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2014). *Caracterización de la cadena productiva de plátano en Colombia* [Documento de trabajo N.º 10]. <http://repiica.iica.int/docs/B0040E/B0040E.PDF>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018). *Indicadores e instrumentos cadena plátano: Octubre 2018* [Diapositivas]. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-10-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2020). *Cadena de plátano: Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2020-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2021). *Minagricultura anuncia línea de crédito para financiar proyectos de recuperación en zonas con deforestación*. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/lnea-de-crEdito-para-financiar-proyectos-de-recuperacion-en-zonas-con-deforestacion.aspx>



- Ministerio de Minas y Energía. (2010). *Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia*. Bogotá D.C.
- Mundobiotec. (2020). Portafolio bio. <https://mundobiotec.com/portafolio-bio-miniciencias/> Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático-CMNUCC*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (4.ª ed.; Ronald Vargas Rojas, Trad.). FAO. <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. FAO; MADS. <https://www.fao.org/3/i8864es/i8864ES.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2014). *Estudios de la OCDE de las Políticas de Innovación: Colombia* [Resumen ejecutivo]. <https://www.oecd.org/sti/inno/colombia-innovation-review-assessment-and-recommendations-spanish.pdf>
- Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., Pérez-Zamora, O., Manzo-Sánchez, G., Farias-Larios, J., & Da Silva-Moraes, W. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, 33(3), 186-196. <https://www.scielo.br/j/tpp/a/sfk79TX5GLKJHFYH6ymrVTB/?format=pdf&lang=es>
- Pérez, F. T., & Alcaraz, G. M. (2007). Transiciones y nostalgias: El sistema alimentario de los moradores de Acandí, Colombia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 25(2), 65-74. <https://www.redalyc.org/pdf/120/12025209.pdf>
- ProMusa. (2016). Cultivos de cobertura. <https://www.promusa.org/Cultivos+de+cobertura>



Rodríguez-Yzquierdo, G., Becerra-Campiño, J., Betancourt-Vásquez, M., Miranda-Salas, T., Alzate-Henao, S., Pisco-Ortiz, Y., & Sandoval-Contreras, H. (2018). *Modelo productivo para la producción de plátano en los Llanos Orientales*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/30>

Vázquez-Valdivia, V., Pérez-Barraza, M. H., & Osuna-García, J. A. (2004). El riego y fertilización sobre el vigor y rendimiento del plátano (*Musa* sp.) 'FHIA-01'. *Chapingo Serie Horticultura*, 10(2), 153-157. <https://revistas.chapingo.mx/horticultura/?section=articles&subsec=issues&numero=10&articulo=156>



*Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de plátano (Musa AAB)* es una publicación virtual, de fácil consulta, perteneciente a la colección *Crecimiento Verde*, creada como alternativa encaminada a la producción agropecuaria sostenible.

Elaborada entre enero y abril de 2022.



