



PLÁTANO

Multiplicación
de plantas de
plátano 'Hartón
Llanero'

AGROSAVIA



GOBERNACIÓN DE
ARAUCA



SGR

Más para Todos



**Multiplicación
de plantas de
plátano ‘Hartón
Llanero’**

PLÁTANO

Multiplicación de plantas de plátano “Hartón Llanero”. / Diana Mayerly Mateus Cagua [y otros cuatro] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2025.

27 páginas (Colección Prácticas Agropecuarias)

Incluye gráficos y tablas.

ISBN: 978-958-740-832-4

ISBN e-Book: 978-958-740-834-8

1. *Musa* (plátano) 2. Propagación de las plantas 3. Semilla 4. Costo de producción 5. Bioestimulante 6. Producción de semillas. I. Mateus Cagua, Diana Mayerly II. Miranda Salas, Tatiana Camila III. Becerra Campiño, Julio Jairo IV. Useche, Miguel Ángel V. Arango Argoti, Miguel Andrés.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

AGROSAVIA

Centro de Investigación La Libertad.
Kilómetro 17 vía Puerto López, Meta.

Sede Central. Kilómetro 14, vía Mosquera,
Bogotá.

Centro de Investigación La Selva. Kilómetro 7, vía Rionegro - Las Palmas, Sector Llanogrande, Rionegro, Antioquia.

Esta publicación hace parte de los resultados del proyecto “Fortalecimiento de la seguridad alimentaria a través del desarrollo de sistemas de producción de plátano, yuca y maíz en el departamento de Arauca”, ejecutado por La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, el cual fue financiado con recursos públicos del Sistema General de Regalías del departamento de Arauca,

BPIN 2018000100117.

Colección: Prácticas Agropecuarias
Tipología: Cartilla

ISBN: 978-958-740-832-4
E-ISBN: 978-958-740-834-8

Primera edición
Impreso en Bogotá, Colombia
Printed in Bogota, Colombia

Autores

Diana Mayerly Mateus Cagua
Investigador Máster

Tatiana Camila Miranda Salas
Evaluador de proyectos de dirección
de investigación y desarrollo

Julio Jairo Becerra Campiño
Profesional de Investigación

Miguel Ángel Useche
Profesional de Apoyo a la Investigación

Miguel Andrés Arango Argoti
Investigador PhD.

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA:
editorial@agrosavia.co

Dirección editorial:
Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Corrección de estilo:
Sarah Ángela Nieto Méndez

Diseño, diagramación e ilustración:
Kilka Diseño Gráfico

Impresión:
DGP editores

Citación sugerida:

Mateus Cagua, D. M., Miranda Salas, T. C., Becerra Campiño, J. J., Useche, M. A. & Arango Argoti, M. A. (2025). *Multiplicación de plantas de plátano ‘Hartón Llanero’*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7408348>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan 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 vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co

Esta obra circula según los preceptos de la licencia Creative Commons



**Multiplicación
de plantas de
plátano ‘Hartón
Llanero’**

PLÁTANO

AGROSAVIA



GOBERNACIÓN DE
ARAUCA



SGR

Más para Todos





Contenido

Introducción 11

Capítulo 1. Multiplicación de
semilla de plátano 12

Aspectos generales 12

Métodos de multiplicación
de semilla 13

Capítulo 2. Uso de bioestimulantes
en la producción de material vegetal 17

Aspectos generales 17

Principios para el uso de
bioestimulantes en la agricultura 17

Uso de productos bioestimulantes
en plátano 18

Reguladores de crecimiento
en plátano 19



Capítulo 3. Costos de producción	21
Establecimiento de huerto madre	21
Huerto de multiplicación intensiva (HMI)	22
Multiplicación por método explante	24
Conclusiones	25
Agradecimientos	26
Referencias bibliográficas	27



Introducción

Colombia es un importante productor de plátano en el mundo. En los Llanos Orientales, el plátano representa una parte significativa de la producción agrícola, ocupando un lugar significativo en la economía, agricultura y seguridad alimentaria, especialmente en los departamentos de Arauca y Meta. Debido a las altas densidades de siembra y al ciclo anual de producción, hay una gran demanda de semilla en esta región. Sin embargo, hay pocos viveros registrados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) que pro-

ducen semillas de calidad, lo que resalta la necesidad de difundir resultados de investigación y tecnología para mejorar y aumentar la producción de semilla de calidad en la región.

Esta cartilla tiene como objetivo presentar métodos claros y sencillos para multiplicar semillas de plátano, que pueden constituir de un modelo de negocio beneficioso para los viveristas, productores y asociaciones, y a promover altos estándares de calidad y desarrollo en la producción de plátano en Arauca.



Capítulo 1. Multiplicación de semilla de plátano

Aspectos generales

El cultivo de plátano es fundamental en Colombia, tanto por su importancia económica como por su papel prioritario en la seguridad alimentaria y nutricional, según el Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (Gobierno de Colombia, 2013). Por lo tanto, es crucial garantizar la producción de material vegetal de alta calidad para asegurar el suministro en las

áreas de cultivo del país que contribuyan al desempeño productivo.

Cuando nos referimos a la calidad del material vegetal, hablamos de cuatro dimensiones clave: sanitaria, física, genética y fisiológica (figura 1), las cuales son esenciales al seleccionar las plantas madre con características destacadas para los procesos de multiplicación de semilla.

10

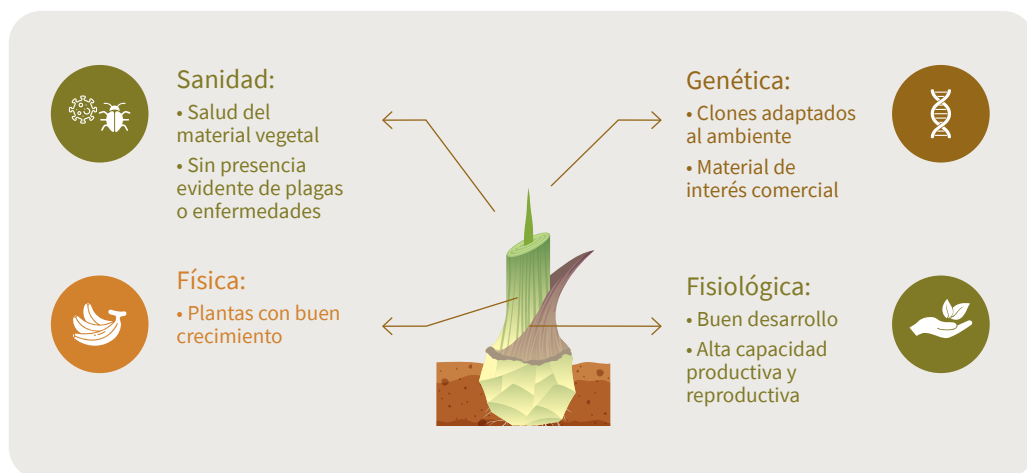


Figura 1. Criterios de calidad para la selección de plantas madre.

El criterio de sanidad se refiere a la salud de las plantas, sin presencia de daños por insectos ni signos de enfermedades; **la física** se relaciona con la robustez de la planta; **la genética** se enfoca en cumplir

con las características del clon seleccionado para la multiplicación; y por último, **la fisiológica** se centra en la capacidad de la planta para generar nuevos individuos (colinos).

Estos criterios son fundamentales al seleccionar las plantas madre de las cuales se obtendrán los colinos para iniciar el proceso de multiplicación del material vegetal.

Métodos de multiplicación de semilla

Para producir material vegetal de plátano, se pueden utilizar los métodos de multiplicación *in vitro*, huerto de multiplicación intensiva (HMI) o multiplicación por método explante (Becerra Campiño et al., 2019), que se adaptan al espacio disponible, los recursos financieros y los objetivos, ya sea para autoabastecimiento o para la venta.

Antes de comenzar la multiplicación de semilla a través de cualquiera de estos métodos, es crucial identificar plantas élitas que cumplan con altos estándares de calidad, incluyendo los cuatro criterios mencio-

nados anteriormente. Por lo tanto, **es necesario buscar cultivos sanos y seleccionar y marcar las plantas con las mejores características durante su etapa vegetativa** y, posteriormente, confirmar su selección durante la etapa productiva, asegurándose de que sean **vigorosas y productivas**. Este material puede ser destinado para iniciar el proceso directo de multiplicación; sin embargo, es recomendable un paso previo que implica el establecimiento del lote denominado **huerto madre** (HM) (figura 2). Los HM, permiten evaluar las características sobresalientes mediante un proceso de seguimiento y selección de plantas. Es recomendable realizar este proceso al menos por 2 o 3 ciclos, lo que garantizará la multiplicación de plantas con alto potencial productivo y con las características agronómicas deseadas a nivel comercial. Con la semilla obtenida del último ciclo del huerto madre, se podrá iniciar cualquiera de los métodos de multiplicación.



Figura 2. Cultivo de plátano.





Realizar este proceso garantizará que el material vegetal utilizado en cualquiera de los métodos de multiplicación cumpla con los criterios óptimos de calidad.

A continuación, se describen los métodos de multiplicación de material vegetal de plátano:

- **Multiplicación *in vitro*:** Este método se realiza en un laboratorio especializado con certificación para la multiplicación de semillas de plátano. Después de recibir el material vegetal, el laboratorio procede con la limpieza y extracción del meristemo para la propagación de la

semilla. Este proceso puede tomar hasta diez meses, dependiendo de varios factores como la capacidad del laboratorio, la calidad del material recibido y la cantidad de semilla requerida.

- **Huerto de multiplicación intensiva:** Este método se lleva a cabo directamente en condiciones de campo y requiere una mayor inversión de recursos humanos y financieros. El lote se establece con colinos del huerto madre siguiendo las distancias de siembra específicas de la figura 3, las cuales permiten ubicar hasta 6.666 plantas por hectárea (ha).

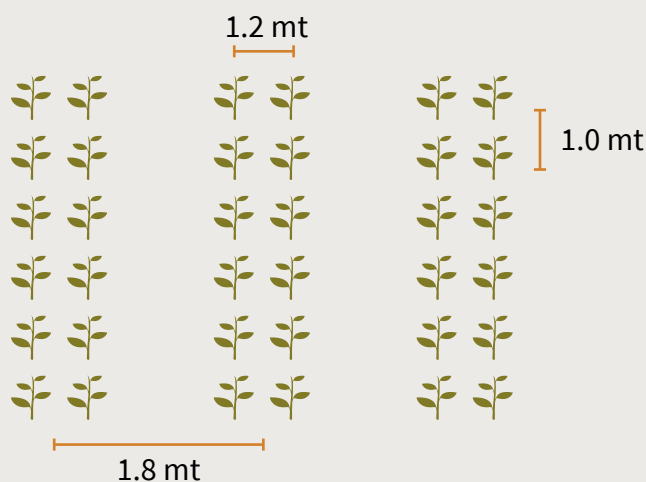


Figura 3. Distancias de siembra para el establecimiento del huerto de multiplicación intensiva.

Las labores de mantenimiento (fertilización y deshoje) se deben realizar hasta el quinto mes de desarrollo. Al completar los cinco meses, se elimina el pseudotallo de la planta a nivel del suelo y se fertiliza con el fin de estimular el crecimiento de las yemas laterales.

Dos meses después de la eliminación del pseudotallo, los colinos pueden ser extraídos del lote y llevados a un vivero para endurecimiento. Una vez completados 45 días en estas condiciones, pueden ser trasplantados directamente al campo.

La semilla producida mediante este método puede tener destinos diferentes a la producción de plátano comercial en campo:

1. Continuar a un segundo ciclo de multiplicación en campo.
2. Ser trasladada a una cámara térmica.
3. Continuar con la multiplicación por explante en un vivero.
4. Ser trasladada a túneles para su desarrollo.

- **Multiplicación por explante:** este es un método adecuado para espacios pequeños, incluso a partir de 144 m². Requiere una inversión financiera y de recursos humanos más baja, pero se necesita preparar un área tipo vivero. Este espacio debe tener al menos 12-14 camas de 1.20 m de ancho por 5 m de largo para producir alrededor de 14.200 semillas en un período de cinco meses. Además, se requiere una estructura de polisombra con un 65% de luz.

Antes de preparar la semilla, es necesario acondicionar el sustrato donde se van a establecer los cormos. Este sustrato consiste en cascarilla de arroz pre-humedecida, mediante inmersión en tanques con agua por 24 horas. Una vez lista, se acondicionan las camas ubicando la película de plástico negro perforado sobre la superficie para evitar el contacto directo de los colinos con el suelo, y luego se distribuye la cascarilla en las camas, sobre el plástico, hasta alcanzar una altura de aproximadamente 10-12 cm (figura 4).

Una vez preparadas las camas, se lleva a cabo el proceso de limpieza de la semilla obtenida de la siguiente forma: exposi-

ción de las yemas, eliminación de raíces, eliminación del pseudotallo, y, finalmente, rompimiento de la dominancia apical. En este momento, los cormos se llevan a las camas y se organizan dejando un espacio de 10-12 cm entre ellos, cubriéndolos con cascarilla de arroz con una capa de cerca de 3 cm.



Figura 4. Distribución de cormos en camas para la multiplicación de semilla por el método de explante.

Finalizado el establecimiento, se realizan las labores de mantenimiento. La cama debe regarse diariamente buscando mantener una humedad del 70%.

Aproximadamente tres meses después, el material vegetal ingresará a fase de endurecimiento para ser llevado directamente a campo.

Los datos suministrados de la ruta para la implementación de los métodos de multiplicación se presentan en la figura 5.





Selección de plantas madre sobresalientes



Establecimiento de huerto madre ciclo 1

12 meses



Establecimiento de huerto madre ciclo 2

12 meses



Establecimiento de huerto madre ciclo 3

12 meses

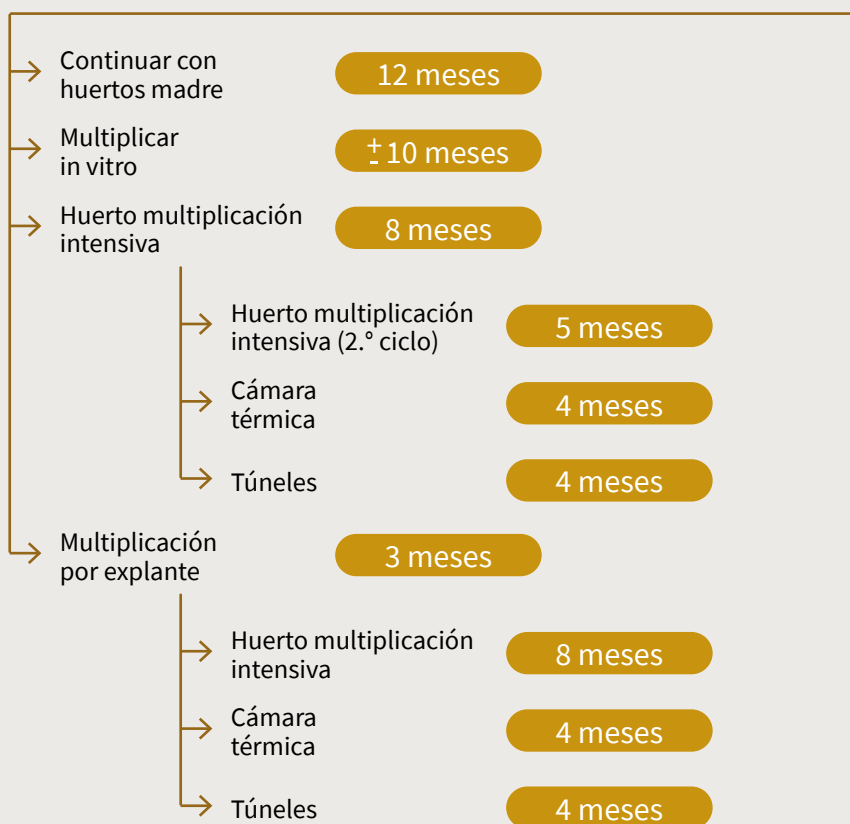


Figura 5. Ruta para la producción de semilla de calidad y métodos de multiplicación disponibles.



Capítulo 2. Uso de bioestimulantes en la producción de material vegetal

Aspectos generales

La agricultura convencional usualmente requiere una gran cantidad de fertilizantes y pesticidas para asegurar el crecimiento óptimo de las plantas. Sin embargo, se ha observado que este uso intensivo puede tener efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana, además de resultar costoso. Por esta razón, **se ha reconocido la importancia de adoptar prácticas que fomenten una producción sostenible y el uso eficiente de los recursos** (Du Jardin, 2015).

Los bioestimulantes son productos que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas de una manera que estas no podrían lograr por sí solas, lo que los convierte en una alternativa o complemento para abordar esta problemática de la agricultura (Kisvarga et al., 2022). Algunos de los efectos que estos productos pueden tener en las plantas, semillas, sustratos de crecimiento o la rizosfera, incluye mejorar la eficiencia en la absorción de nutrientes, proporcionar resistencia al estrés biótico o abiótico, influir en la calidad del cultivo y/o aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo o la rizosfera (EU2019/1009).

Principios para el uso de bioestimulantes en la agricultura

Los principios para el uso de bioestimulantes en la agricultura pueden variar según el país y la legislación local. A nivel nacional, la legislación aún no ha proporcionado una clasificación clara, y, a la fecha, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) cuenta con normatividad para productos fertilizantes y bioinsumos, definido este último como un

“Producto que se emplea con fines de manejo integrado de plagas o en la mejora de la productividad de los cultivos y el suelo, elaborado de forma masiva a partir de microorganismos vivos, virus, macroorganismos, productos de ocurrencia natural o productos bioquímicos. No se consideran bioinsumos los productos antibióticos, toxinas... organismos genéticamente modificados y los bioinsumos descritos como extrema y altamente tóxicos ...” (Resolución No. 068370, 2020).

Este aspecto se relaciona con la evolución que ha tenido la definición de la categoría de productos bioestimulantes en la historia, de tal forma que aún no hay un consenso global al respecto, lo



cual dificulta su legislación. Inicialmente, la palabra bioestimulantes se empleaba para describir materiales que promovían el crecimiento de las plantas mediante el uso de cantidades mínimas, a diferencia de los fertilizantes y enmiendas, que se utilizaban en cantidades significativas (Du Jardin, 2015).

A lo largo del tiempo, diferentes autores han desarrollado definiciones para este grupo de productos, lo que ha llevado a una variedad de categorías de productos dentro de los bioestimulantes. **Se menciona que estos productos pueden agruparse en hasta diez categorías diferentes, con una amplia gama de formulaciones e ingredientes** que pueden incluir ácidos húmicos y fúlvicos, extractos de algas y microalgas, hidrolizados de proteínas animales y vegetales, hongos micorrízicos arbusculares, bacterias fijadoras de nitrógeno, aceites vegetales, compuestos inorgánicos, hormonas, quitosano y rizobacterias promotoras del crecimiento (Albrecht 2019, Rouphael and Colla, 2018, Du Jardin, 2015, Calvo et al., 2014).

Uso de productos bioestimulantes en plátano

El estudio de los efectos de los bioestimulantes en diferentes especies y condiciones ha aumentado debido a su capacidad demostrada para mejorar la eficiencia en la nutrición, el crecimiento, los rasgos de calidad y la tolerancia al estrés biótico y abiótico (Monteiro et al., 2022). Se ha observado que el uso de bioestimulan-

tes puede aumentar la capacidad de respuesta de las plantas sometidas a estrés, reducir el uso de insumos convencionales mediante su implementación en el manejo integrado, y promover un mayor crecimiento y desarrollo (Rana et al., 2022; Sanó et al., 2022; Niu et al., 2022).

Debido a que el plátano es un cultivo que requiere una cantidad significativa de insumos y es susceptible a patógenos y factores abióticos que pueden afectar su crecimiento, desarrollo y productividad, en los últimos años ha aumentado el interés en Colombia y otros países por desarrollar investigaciones para evaluar la respuesta de las plantas a la aplicación de estos productos.

La aplicación de productos bioestimulantes a partir de rizobacterias como *Bacillus subtilis* ha demostrado inducir una mayor acumulación de biomasa seca y una mayor actividad fotosintética en plantas de plátano durante la fase de vivero en comparación con plantas manejadas de manera convencional (Mateus-Cagua y Rodríguez-Yzquierdo, 2019). Este efecto positivo también se ha observado en plantas tratadas con dióxido de silicio y *B. amyloliquefaciens*. El aumento en la acumulación de materia seca osciló entre el 21% y el 58% respecto a plantas no tratadas, lo que sugiere que su uso en el manejo rutinario durante la etapa de vivero podría reducir los días necesarios para el trasplante y fortalecer las plantas para enfrentar condiciones estresantes durante este proceso. Estos tratamientos se aplicaron cada 21 días según la dosis comercial recomendada.

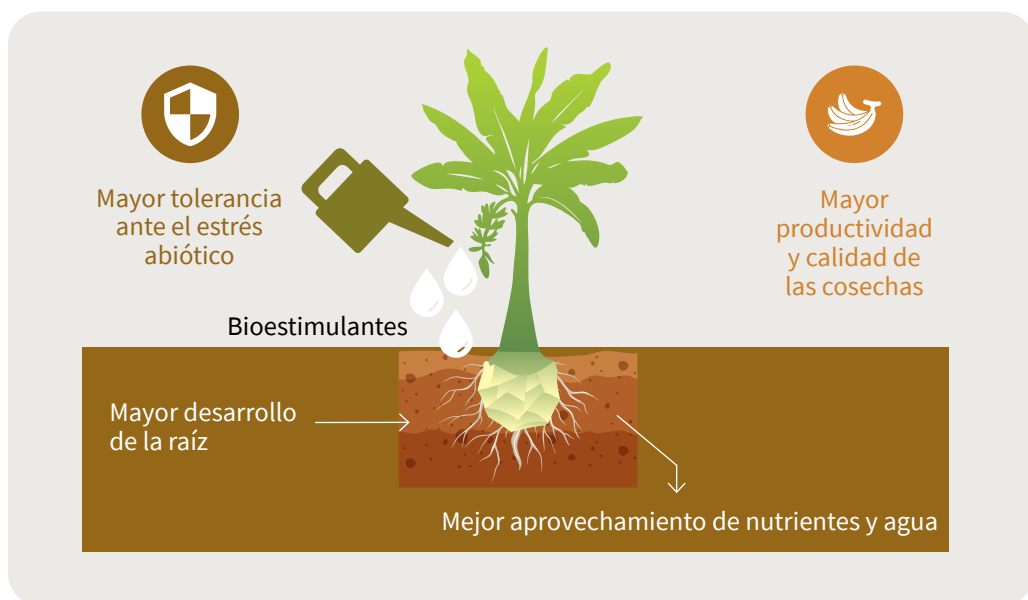


Figura 6. Efecto de los bioestimulantes.

En ensayos con plantas infectadas con moko, se observó que los tratamientos con *Trichoderma viride* y Ecoterra (una mezcla de microorganismos) lograron reducir las poblaciones de la bacteria patógena y mejorar el desarrollo de la planta (Ceballos et al., 2019). Esto sugiere que **estos productos podrían fortalecer la planta y mejorar las condiciones del suelo**, permitiendo que, en conjunto con otras prácticas de manejo integrado, las plantas puedan hacer frente al estrés causado por patógenos. Resultados similares se obtuvieron con el uso de metil jasmonato, ácido 3-aminobutanoico, quitosano y dióxido de silicio, los cuales redujeron la progresión de la enfermedad entre un 45% y un 75% (Ramírez et al., 2015; Mateus-Cagua et al., 2024).

Se ha reportado que la inoculación de *B. subtilis* en las raíces de las plantas de

plátano *in vitro* reduce significativamente la severidad de Sigatoka negra y, en condiciones de vivero, afecta positivamente la composición de las comunidades bacterianas del suelo, enriqueciendo su diversidad (García-Giraldo et al., 2022). Además, se encontró que algunos productos a base de microorganismos podían reducir el crecimiento del patógeno y el uso de fungicidas hasta en un 25% (Becker et al., 2021), lo que podría tener beneficios económicos y ambientales para la producción de plátano.

Reguladores de crecimiento en plátano

Los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos que afectan diversos procesos fisiológicos de las plantas, especialmente su crecimiento, diferenciación



y desarrollo (Wagle et al., 2022; Mateus, 2020). Algunos de estos compuestos se consideran bioestimulantes debido a su influencia en la planta.

En plátano, se han utilizado varios tipos de reguladores de crecimiento, como auxinas, giberelinas, citoquininas y etileno. Las auxinas, como el ácido naftalenacético (ANA), son importantes para la formación de hojas, el crecimiento del fruto y otros procesos como la elongación celular y la dominancia apical. El ácido indolacético (AIA) también juega un papel en el crecimiento y la maduración del fruto. Para la multiplicación *in vitro* de musáceas, se han utilizado combinaciones de ácido indolbutírico (AIB) y ANA para formar raíces adventicias y promover el crecimiento de las plantas (Hossain et al., 2016; Madhulatha et al., 2006). Por otro lado, los compuestos clorofenoxilados tienen efectos negativos y se usan principalmente para eliminar plantaciones de plátano.

Las giberelinas, como el GA3, estimulan la elongación del pseudotallo y

retrasan la maduración del fruto y la senescencia de las partes florales (Sathish et al., 2021). Se utilizan principalmente en plantas jóvenes para evitar su envejecimiento. Las citoquininas promueven la formación y desarrollo de yemas laterales, así como la formación de raíces en cultivos *in vitro* (Waman et al., 2016). El etileno, producido naturalmente durante la maduración del racimo, se usa para inducir una maduración uniforme en el momento de la comercialización, controlar el crecimiento de las plantas, regular la floración, aumentar el rendimiento y mejorar la calidad del racimo y la vida útil del fruto (Lahav y Gottreich, 1983).

Sin embargo, **el uso de reguladores de crecimiento en dosis inadecuadas puede causar malformaciones en hojas, tallos, flores y frutos, así como retrasos en la floración y la cosecha, e incluso la muerte de las plantas. Por lo anterior, es recomendable su uso bajo acompañamiento técnico.**

Capítulo 3. Costos de producción



La producción de material vegetal de plátano con altos estándares de calidad no solo ofrece beneficios técnicos, sino también socioeconómicos. Estas técnicas bien desarrolladas tienen el potencial de convertirse en un modelo de negocio rentable y alternativo para el sector agropecuario de Arauca. Esto no solo contribuiría al desarrollo y sostenimiento del sistema productivo en la región, sino también al crecimiento económico.

A continuación, se detallan los costos asociados a cada método de multiplicación de semilla, comenzando con la selección de colinos de huertos madre.

Establecimiento de huerto madre

Todo viverista que aspire a ser productor de material vegetal de plátano con registro ICA, debería considerar comenzar con el establecimiento de un huerto madre. Esto aseguraría la calidad sanitaria, fisiológica, física y productiva de su material, lo que aumentaría sus posibilidades de éxito en el negocio y contribuiría a mejorar la competitividad regional.

Es recomendable que los colinos utilizados para establecer huertos de multiplicación intensiva o para la multiplicación por explante provengan de huertos madre que hayan pasado por tres a cinco ciclos productivos de evaluación. Esto permitirá una selección minuciosa del material con un alto potencial productivo.

En la tabla 1 se detallan los costos asociados al establecimiento del huerto madre durante el primer ciclo, mientras que en la tabla 2 se presentan los costos para ciclos posteriores. **Los costos del primer ciclo son más altos debido a la necesidad de adquirir la semilla base y asumir el acondicionamiento del suelo y el terreno desde cero.** Los mayores rubros de inversión incluyen *otros* (como el sistema de riego y equipos agrícolas), fertilización y semilla. En los ciclos siguientes, la inversión tiende a reducirse, ya que se cuenta con el sistema de riego establecido y los colinos provienen del primer ciclo (autoabastecimiento). Este patrón se repite en los ciclos de selección subsiguientes en el huerto madre.



Tabla 1. Costos a 2023 del establecimiento de un huerto madre de 1 ha (ciclo 1)

Actividad	Costo	Porcentaje (%)
Preparación de terreno	\$ 1.220.000	2,69
Siembra (Jornales)	\$ 1.050.000	2,32
Semilla*	\$ 6.415.500	14,15
Enmiendas	\$ 355.000	0,78
Control de maleza	\$ 1.132.000	2,50
Fertilización	\$ 9.152.000	20,2
Control de plagas	\$ 1.544.000	3,4
Control de enfermedades	\$ 2.941.000	6,5
Cosecha y poscosecha (jornales)	\$ 560.000	1,2
Otros costos	\$ 20.983.000	46,3
TOTAL	\$ 45.352.500	100

*Para todos los casos se asume costo de compra y venta de semilla en \$3500.

Tabla 2. Costos a 2023 del establecimiento de un huerto madre de 1 ha (ciclo 2)

Actividad	Costo	Porcentaje (%)
Preparación de terreno	\$ -	0,0
Resiembra (jornales)	\$ 210.000	1,3
Semilla	\$ 584.500	3,6
Enmiendas	\$ -	0,0
Control de maleza	\$ 1.132.000	7,0
Fertilización	\$ 9.152.000	56,8
Control de plagas	\$ 1.544.000	9,6
Control de enfermedades	\$ 2.941.000	18,2
Cosecha y poscosecha (jornales)	\$ 560.000	3,5
Otros costos	\$ -	0,0
TOTAL	\$ 16.123.500	100

Después de haber completado al menos tres ciclos de evaluación y selección de material con alto potencial productivo, se avanza con el establecimiento del huerto de multiplicación intensiva. Este huerto proporcionará el material vegetal que se utilizará para la comercialización. Durante este proceso, se obtienen los racimos como producto comercial, que, a su vez,

son indicadores del comportamiento individual para la selección de plantas con alto potencial para su multiplicación.

Huerto de multiplicación intensiva (HMI)

Debido a la alta densidad de siembra utilizada en este lote, los costos presentados



en la tabla 3 aumentan significativamente en comparación con el establecimiento de una hectárea de huerto madre. Esto se debe a que en la categoría de otros costos (que representan el 48% de la inversión), se incluye la instalación del sistema de riego para 6.666 plantas. Además, en la tabla 3 se considera la compra de semillas, suponiendo que alguien podría no haber realizado previamente el proceso de esta-

blecimiento del huerto madre. Sin embargo, si se lleva a cabo este proceso, el costo total se reduciría al eliminar este ítem.

Al igual que en el caso del huerto madre, **un segundo ciclo de producción en el huerto de multiplicación intensiva reduciría considerablemente la inversión necesaria**, ya que algunas de las labores de mayor costo, como la instalación del riego, ya se habrían realizado (ver tabla 4).

Tabla 3. Costos a 2023 del establecimiento de un HMI (1 ha, ciclo 1)

Actividad	Costo	Porcentaje (%)
Preparación de terreno	\$ 1.220.000	1,1
Siembra (jornales)	\$ 2.380.000	2,2
Semilla	\$ 25.665.500	23,2
Enmiendas	\$ 355.000	0,3
Control de maleza	\$ 707.000	0,6
Fertilización	\$ 22.310.000	20,2
Control de plagas	\$ 1.628.000	1,5
Control de enfermedades	\$ 1.200.000	1,1
Cosecha y poscosecha	\$ 2.050.000	1,9
Otros costos	\$ 53.003.000	48,0
TOTAL	\$ 110.518.500	100

21

Tabla 4. Costos a 2023 del establecimiento de un HMI (1 ha, ciclo 2)

Actividad	Costo	Porcentaje (%)
Preparación de terreno	\$ -	0,0
Siembra	\$ -	0,0
Semilla	\$ -	0,0
Enmiendas	\$ -	0,0
Control de maleza	\$ 707.000	2,5
Fertilización	\$ 22.310.000	79,4
Control de plagas	\$ 1.628.000	5,8
Control de enfermedades	\$ 1.200.000	4,3
Cosecha y poscosecha	\$ 2.050.000	7,3
Otros costos	\$ 220.000	0,8
TOTAL	\$ 28.115.000	100



Considerando el proceso de selección propuesto y la calidad del material de siembra obtenido, el precio de venta por unidad de producto se incrementaría debido al valor agregado en potencial productivo del colino producido bajo este sistema. Sin embargo, si mantene- mos el mismo precio de compra y venta de colinos (según lo indicado en la tabla 1), en el primer ciclo la inversión realiza- da en un huerto de multiplicación inten- siva (es decir, 7 meses después de esta- blecido) no solo permitiría recuperar el presupuesto inicial, sino alcanzar una ganancia de hasta el 25% de la inversión realizada. Esta cifra aumentaría signifi- cativamente en ciclos subsiguientes de multiplicación, dado que la inversión requerida es mucho menor que en el pri-

mer ciclo y el tiempo de producción se reduce a cinco meses.

Multiplicación por método explante

El análisis de costos para el establecimien- to de **este método de multiplicación se realiza considerando la infraestructura necesaria para 1.250 colinos en una su- perficie de 144 m²** bajo cubierta. Como en los casos anteriores, se observa una re- ducción significativa en la inversión en los ciclos de producción subsiguientes, lo que conlleva a un aumento en las ganancias.

Este método requiere una inversión menor y ofrece un retorno en ganancias más rápido, ya que el tiempo total de ob- tención se reduce a 3 meses.

Actividad	Costo	Porcentaje (%)
Semilla	\$ 4.375.000	16,3
Infraestructura	\$ 4.773.265	17,8
Herramientas y materiales	\$ 14.439.000	53,9
Fertilización	\$ 1.520.000	5,7
Mano de obra	\$ 1.680.000	6,3
TOTAL	\$ 26.787.265	100



Conclusiones

- **Desarrollar programas de multiplicación de semilla mediante algunos de estos métodos es estratégico para proteger la salud productiva y sanitaria de los terrenos de cultivo**, especialmente en Arauca, donde los problemas sanitarios no son tan agudos como en otras regiones. Existe un riesgo potencial debido a la introducción de material vegetal desde otras áreas.
- Dada la inversión necesaria, **es factible que un pequeño inversor pueda establecer viveros con registro ICA para la multiplicación de plantas utilizando el método de explante**, mientras que un inversor con más capital podría optar por el método de huerto de multiplicación intensiva (HMI).
- **Una estrategia para alcanzar la producción de plantas con calidad sanitaria y fisiológica implica el uso de productos bioestimulantes**, ya que son económicos y promueven el desarrollo y crecimiento de las plantas. Estos productos suelen estar compuestos por ingredientes naturales o tener un bajo impacto ambiental, e incluso podrían contribuir a mejorar la salud del suelo dependiendo de su composición.



Agradecimientos

24

Los autores y La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-(AGROSAVIA) agradecen al Sistema General de Regalías, a la Gobernación de Arauca y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por la financiación de esta publicación. Asimismo, a los agricultores y técnicos, que abrieron sus puertas para el establecimiento de los ensayos, así como para participar en los espacios de retroalimentación; y al equipo técnico que apoyó el desarrollo de las actividades de investigación que hicieron posible generar este documento.



Referencias bibliográficas

Becerra Campiño, J. J., Rodríguez Yzquierdo, G. A., Alzate Henao, S. V., Miranda Salas, T. C., Tibaduiza Castañeda, L. P. y Cañar Sierra, D. Y. (2019). Manual técnico para la producción de semilla de plátano Hartón Llanero en los Llanos Orientales. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

25

Becker, P., Esker, P., & Umaña, G. (2021). Incorporation of microorganisms to reduce chemical fungicide usage in black sigatoka control programs in Costa Rica by use of biological fungicides. *Crop Protection*, 146, 105657.

Ceballos, G., Álvarez, E., & Bolaños, M. M. (2014). Reducción de poblaciones de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith) en plátano (Musa AAB Simmonds) con aplicación de extractos de *Trichoderma* sp.(Alexopoulos y Mims) y bacterias antagonistas. *Acta agrónomica*, 63(1), 80-87.

Council of the European Union. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Laying Down Rules on the Making Available on the Market of CE Marked Fertilizing Products and Amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009-Analysis of the Final Compromise Text with a View to Agreement. 2018. Available online: <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15103-2018-INIT/en/pdf> (accessed on 20 December 2018).



- García-Giraldo, G., Posada, L. F., Pérez-Jaramillo, J. E., Carrion, V. J., Raaijmakers, J. M., & Villegas-Escobar, V. (2022). *Bacillus subtilis* EA-CB0575 inoculation of micropropagated banana plants suppresses black Sigatoka and induces changes in the root microbiome. *Plant and Soil*, 479(1-2), 513-527.
- Gobierno de Colombia. 2013. Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutrición I (PNSAN) 2012 – 2019. 68 pág.
- Hernández, C., & Bedoya, G. (2014). Rol del Etileno en la maduración de los frutos: Ensayos de Etileno con Plátano. Bedoya, G. Universidad Católica Sedes Sapientiae Centro de Investigación Biológica-Ancón.
- Hossain, M.A., Rubel, M.H., Nasiruddin, K.M. and Evamoni, F.Z. (2016). Influence of BAP and NAA on in vitro plantlet regeneration of local and exotic banana cultivars. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 6(2): 553-564.
- Lahav, E., & Gottreich, M. (1984). The effect of growth hormones on bananas: A review. *Plant Growth Regulation*, 2, 15-30.
- Mateus Cagua, D. M. (2020) Respuesta fisiológica inducida por bioestimulantes en plantas de plátano (*Musa AAB*) sometidas a estrés bióticos (*Ralstonia solanacearum*) en condiciones de vivero (Master dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Mateus-Cagua, D. M., González-Almarino, A., Betancourt-Vásquez, M., & Rodríguez-Yzquierdo, G. A. (2024). Physiological response induced by biostimulants on plantain plants (*Musa AAB*) under *Ralstonia solanacearum* race 2 stress. *Revista Ceres*, 71, e71019.
- Mateus-Cagua, D., & Rodríguez-Yzquierdo, G. (2019). Effect of biostimulants on dry matter accumulation and gas exchange in plantain plants (*Musa AAB*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(2), 151-160.
- Monteiro, E., Gonçalves, B., Cortez, I., & Castro, I. (2022). The role of biostimulants as alleviators of biotic and abiotic stresses in grapevine: A review. *Plants*, 11(3), 396.
- Niu, C., Wang, G., Sui, J., Liu, G., Ma, F., & Bao, Z. (2022). Biostimulants alleviate temperature stress in tomato seedlings. *Scientia Horticulturae*, 293, 110712.
- Ramírez G, J. G., Muñoz A, M., Patiño H, L. F., & Morales O, J. G. (2015). Banana Moko disease management with resistance inducers and chlorine dioxide. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 194-202.
- Rana, V. S., Sharma, S., & Rana, N. (2022). Sustainable production through biostimulants under fruit orchards. *CABI Agric Biosci* 3: 1–10.
- Rodríguez Yzquierdo, G. A., Becerra Campiño, J. J., Betancourt Vásquez, M., Mi-

randa Salas, T. C., y Alzáte Henao, S. V. (2019). Modelo productivo tecnologías eficientes para la producción de semilla de plátano en los Llanos Orientales. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

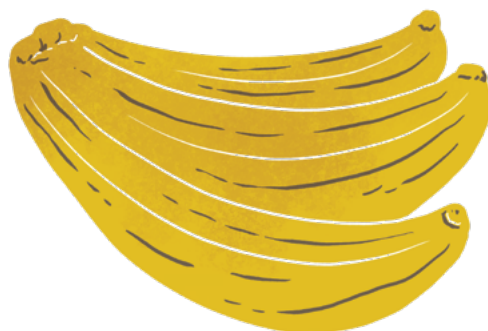
Sanó, L., de Oliveira, L. L. B., Leão, M. D. M., Dos Santos, J. E. D. Á., de Medeiros, S. C., Schneider, F., ... & da Silva, C. D. F. B. (2022). *Trichoderma longibrachiatum* as a biostimulant of micropropagated banana seedlings under acclimatization. *Plant Physiology and Biochemistry*, 190, 184-192.

Madhulatha, P., Kirubakaran, S. I., & Sakthivel, N. (2006). Effects of carbon sources and auxins on in vitro propagation of banana. *Biologia plantarum*, 50, 782-784.

Waman, A. A., Bohra, P., & Sathyanarayana, B. N. (2016). Effect of various cytokinins and auxins on in vitro regeneration of plantlets from isolated bud clumps of Silk Banana var. Nanjanagud Rasabale (Musa AAB). *Indian Journal of Plant Physiology*, 21, 64-69.

Wagle, N., Sharma, S., Bhattarai, K., Khatri, D., & Dutta, J. P. (2022). Effect of post-shooting bunch spray of growth hormone and fertilizer on yield attributing characters of banana: Effect of growth hormone and fertilizer on banana. *SAARC Journal of Agriculture*, 20(1), 157-169.

Sathish, B.R., Yalles Kumar, H.S., Ganapathi, M. and Narayana Swamy, M. (2021). Effect of bunch feeding and bunch spraying on vegetative and yield parameters of tissue culture banana CV. Ney Poovan. *Pharma Innovation*, 10(9): 1301-1306.





AGROSAVIA



GOBERNACIÓN DE
ARAUCA



SGR | *Más para Todos*

