



Biofertilización para el cultivo de maíz en el Valle Cálido del Alto Magdalena y el Caribe Colombiano

AGROSAVIA
EDITORIAL



Fosfotal®



monibac

Biofertilización para el cultivo de maíz en el

Valle Cálido del Alto Magdalena
y el Caribe Colombiano

Autoría

José Isidro Beltrán Medina | Jose Jaime Tapia Coronado
Liliana Margarita Atencio Solano | Emiro Andrés Suárez Paternina
José Luis Contreras Santos | Jonathan Alberto Mendoza Labrador
Jenny Milena Moreno Rodríguez | Lady Rocío Molano Chávez
Germán Andrés Estrada Bonilla | Ruth Rebeca Bonilla Buitrago

Biofertilización para el cultivo de maíz en el Valle Cálido del Alto Magdalena y el Caribe Colombiano. / José Isidro Beltrán Medina [y otros nueve] – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2025.

52 páginas (Colección Prácticas Agropecuarias)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-837-9

ISBN e-Book: 978-958-740-838-6

- | | | | |
|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1. Zea mays | 2. Biofertilizante | 3. Cultivo | 4. Costos de producción |
| 5. Consumo | 6. Aplicación de abono | 7. Córdoba (Colombia) | 8. Bolívar (Colombia) |
| 9. Sucre (Colombia) | 10. Tolima (Colombia) | 11. Huila (Colombia). | |

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

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

Centro de Investigación Nataima. Kilómetro 9 vía Espinal-Ibagué, Tolima. Código postal 733520, Colombia

Esta publicación es resultado del proyecto "Plan de vinculación de la oferta tecnológica de biofertilizantes y bioestimulantes de AGROSAVIA para cultivos de interés económico y agroalimentario" (ID-1002878) y su publicación fue financiada gracias a los recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

Colección: Prácticas Agropecuarias

Tipología: Cartilla

Fecha de recepción: 3 de febrero de 2025

Fecha de evaluación: 14 de abril de 2025

Fecha de aceptación: 10 de junio de 2025

Primera edición impresa y digital:

septiembre 2025

Tiraje: 200 ejemplares

Impresión: DGP Editores S.A.S.

Editorial AGROSAVIA

Dirección editorial:

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición:

Jorge Enrique Beltrán Vargas

Corrección de estilo

Mario Andrés Cruz Marroquín

Adecuación pedagógica:

Nathalia Castañeda Aponte

Diseño editorial y diagramación:

Mónica Cabiativa Daza

Ilustración

Luz Patricia Colorado Correa y Vecteezy.com

Fotografías

José Isidro Beltrán, Jose Jaime Tapia, Emiro Andrés Suárez y Banco de fotos AGROSAVIA.

Citación sugerida: Beltrán Medina, J. I., Tapia Coronado, J. J., Atencio Solano, L. M., Suárez Paternina, E. A., Contreras Santos, J. L., Mendoza Labrador, J. A., Moreno Rodríguez, J. M., Molano Chávez, L. R., Estrada Bonilla, G. A., & Bonilla Buitrago, R. R. (2025). *Biofertilización para el cultivo maíz en el Valle Cálido del Alto Magdalena y el Caribe Colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7408386>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la 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, 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 con relación a 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:

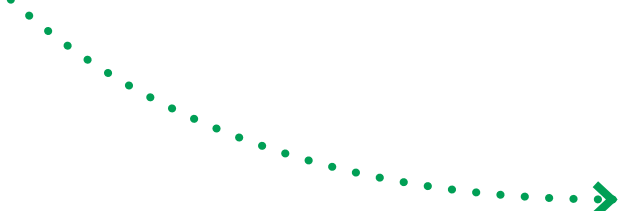
018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co

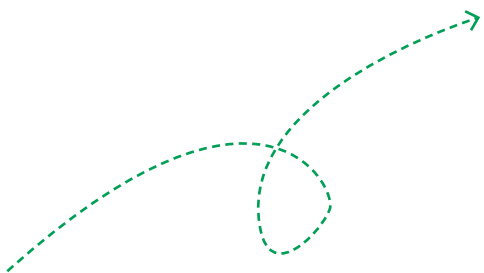


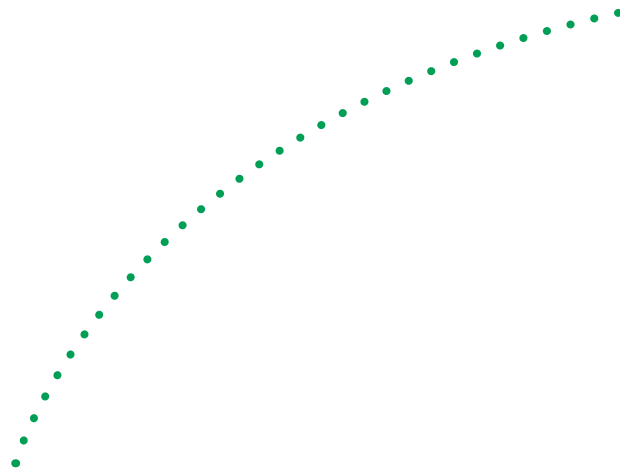
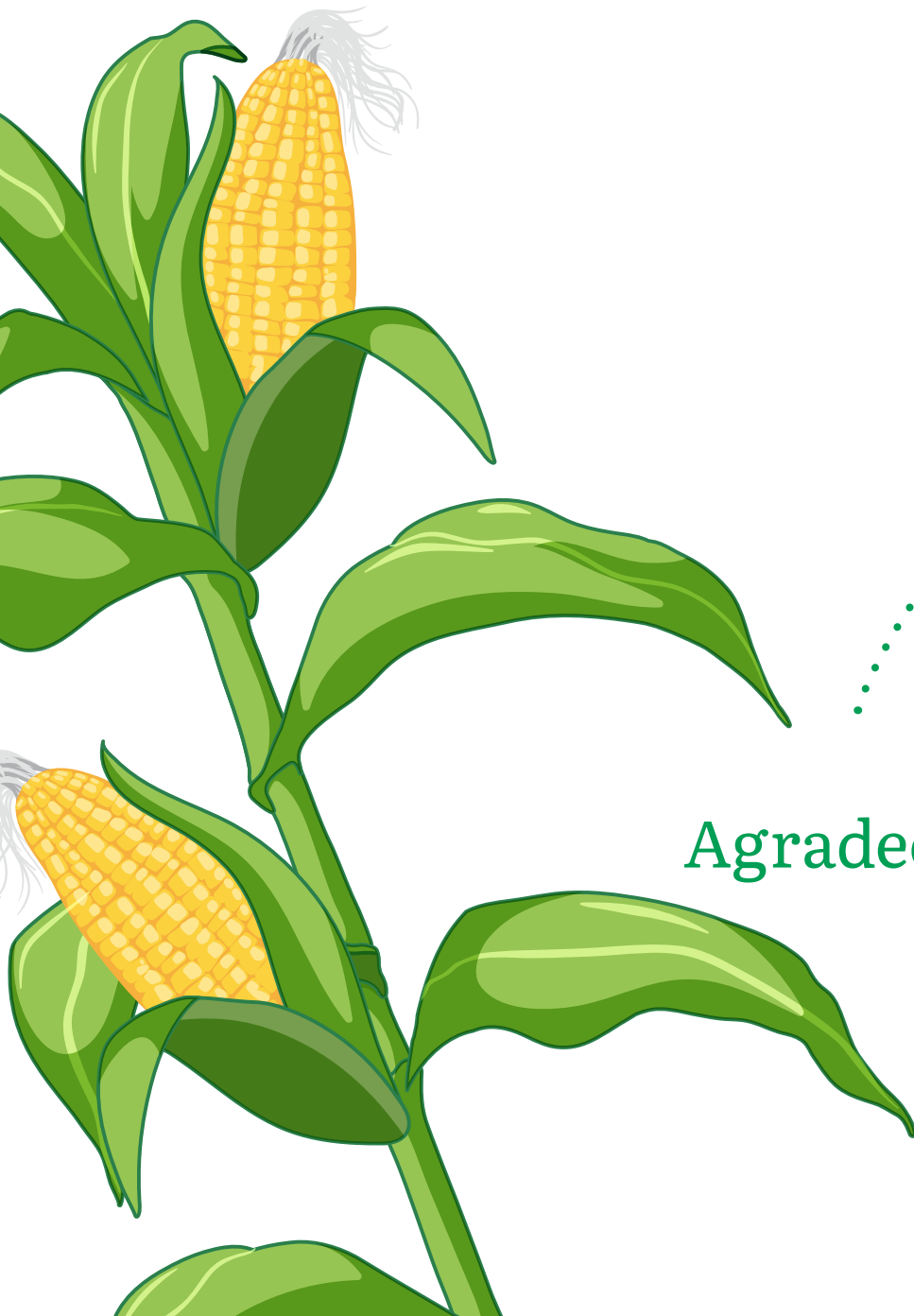
<https://co.creativecommons.net/tipos-de-licencias/>



Contenido

4	Agradecimientos
6	Presentación
8	Biofertilizantes para la vida
12	¿Cómo se desarrolla un biofertilizante?
15	La importancia de la biofertilización en el cultivo de maíz
17	Monibac®
18	Fosfotal®
19	Recomendaciones para la aplicación de biofertilizantes
21	Ajuste de las dosis de fertilizantes nitrogenados y fosfatados
21	¿Cuándo aplicar biofertilizantes?
22	Consideraciones para la aplicación
26	Experiencias en campo
27	Resultados en El Espinal, Tolima
30	Resultados en Cereté, Córdoba
32	Resultados en El Carmen de Bolívar, Bolívar
33	Costos de producción asociados al cultivo de maíz con el uso de biofertilizantes
37	El panorama de los biofertilizantes para maíz en Colombia
39	Consumo Bioinsumo
45	Bibliografía
46	Autoría





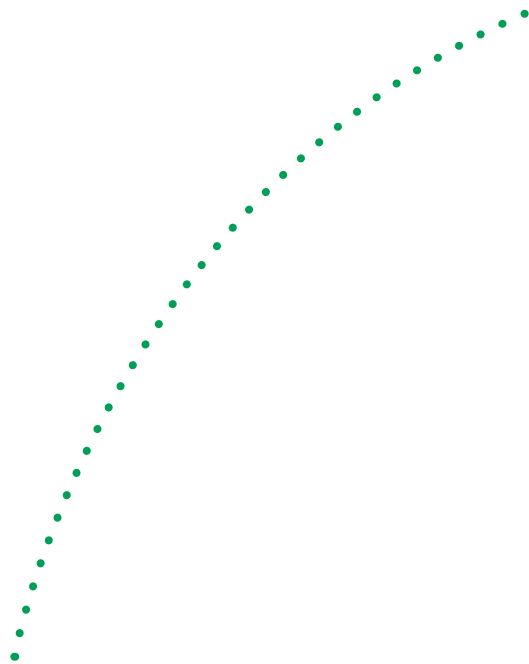
Agradecimientos



A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), financiada con recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), dentro del “Plan de vinculación de la oferta tecnológica de biofertilizantes y bioestimulantes de AGROSAVIA para cultivos de interés económico y agroalimentario” (ID-1002878).

También, a los centros de investigación de Tibaitatá, Turipaná y Nataima; a la Dirección de Vinculación y a la editorial de AGROSAVIA por el apoyo durante el proceso de edición y publicación.





Presentación

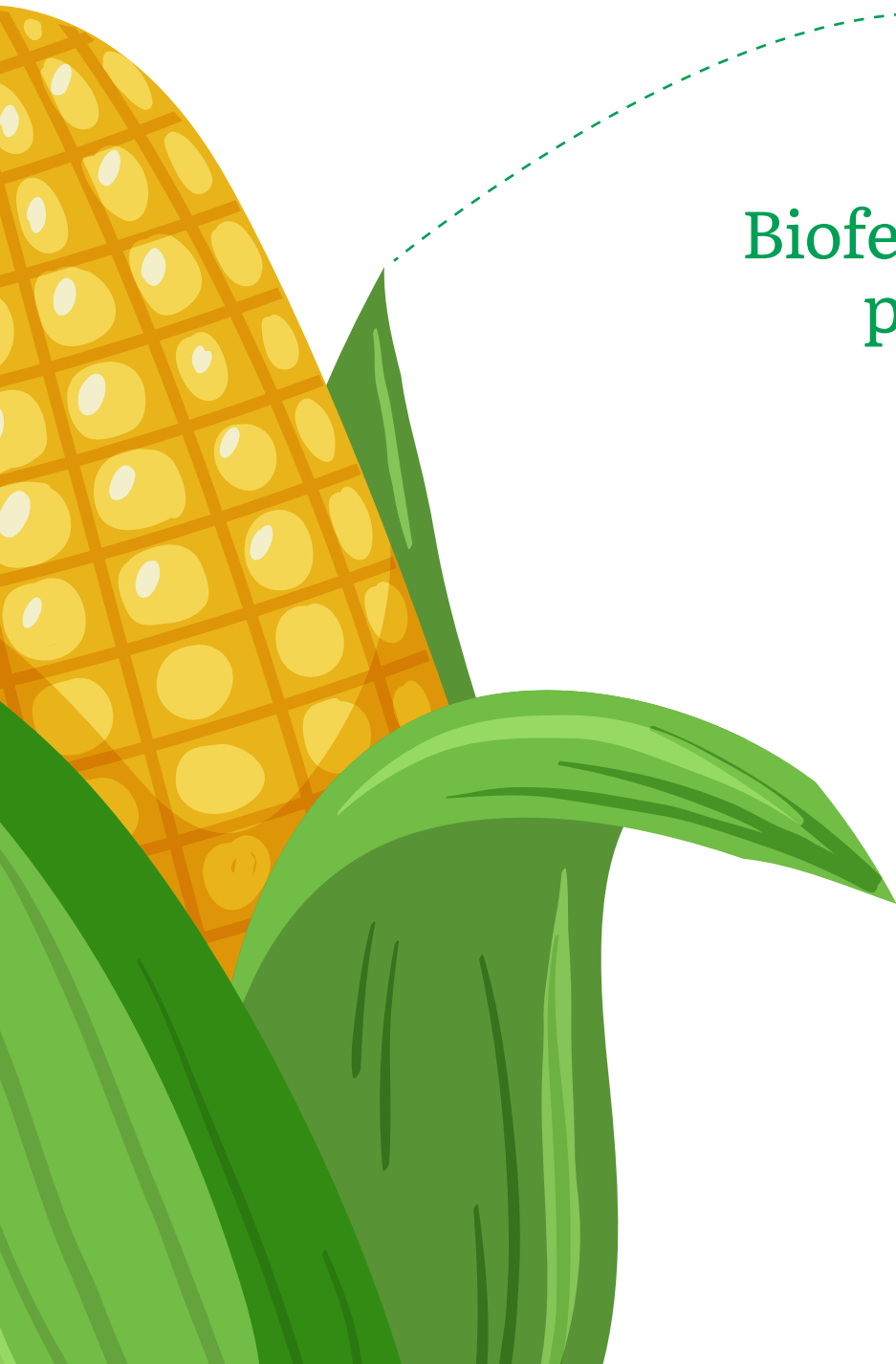


El contenido de esta cartilla destaca la importancia del cultivo de maíz para regiones como la Costa Caribe Colombiana y el Valle Cálido del Alto Magdalena, donde este producto es reconocido como fuente de alimentación ancestral y como base de la seguridad alimentaria. De igual manera, resalta las acciones para fortalecer las condiciones del cultivo a través del uso de herramientas biotecnológicas, como los biofertilizantes. Se abordan aspectos fundamentales como la caracterización de estos bioinsumos y recomendaciones técnicas para su aplicación en campo, y se comparten experiencias y resultados obtenidos en parcelas demostrativas con las tecnologías validadas en campo, mediante la demostración de métodos como actividades de transferencia de tecnología con productores y el acompañamiento durante el desarrollo del cultivo. De esta manera, se espera que este material contribuya a la promoción de estos bioinsumos y complemente los componentes del modelo productivo de maíz.

Con los biofertilizantes Fosfotal® y Monibac®, AGROSAVIA reafirma su compromiso con la innovación y el desarrollo de soluciones tecnológicas sostenibles para el sector agropecuario colombiano. Al integrar bioinsumos en los sistemas productivos no solo se mejora la productividad agrícola, sino que también se protege el medioambiente, pues se minimizan los impactos negativos asociados al uso indiscriminado de agroquímicos.

Esto representa un paso adelante hacia una agricultura más responsable y eficiente que beneficie tanto a los agricultores y consumidores como a la salud del suelo y la biodiversidad, lo que promueve la producción de alimentos más saludables, inocuos y seguros. Su adopción puede contribuir a reducir los costos de producción en el rubro de fertilización, ya que la mayoría de estos insumos son importados. Esperamos que las recomendaciones aquí descritas sean de gran utilidad para productores, asistentes técnicos, estudiantes y toda la cadena productiva del cultivo de maíz.





Biofertilizantes
para la vida

Bajo el lema “**Una sola salud**”, los sistemas de agricultura sostenible buscan producir cultivos con la **menor cantidad de agroquímicos de síntesis** sin afectar su productividad, para así promover la salud de suelos, plantas, animales y seres humanos.

El **maíz** es un cultivo de suma relevancia por su aporte a la seguridad alimentaria, que se emplea tanto para el consumo humano directo como para la producción de forrajes y concentrados de uso animal. Sin embargo, el 70 % de este cereal es importado.



Benito, siendo el maíz tan importante, ¿de qué manera los biofertilizantes pueden contribuir al plan de “Una sola salud”?

Es que, Rosita, nuestra biodiversidad es una herramienta de gran valor, pues, debidamente identificada y caracterizada, sirve como insumo para el desarrollo de biofertilizantes que contribuyen a reducir la utilización de nitrógeno y fósforo de síntesis y a promover el crecimiento vegetal.



Los procesos de investigación y vinculación han demostrado que la aplicación de biofertilizantes es eficiente como **complemento de la fertilización convencional** de cultivos como maíz, arroz, soya, algodón, hortalizas y pasturas, en algunos casos, con reducciones de hasta el 50 % de fertilización de síntesis química.

En Colombia, el **maíz** es uno de los cultivos que más ha influenciado los sistemas productivos y la seguridad alimentaria. Representa la principal actividad económica de más de 200.000 pequeños productores que cultivan este cereal.

Actualmente, a nivel nacional se siembran alrededor de **534.000 hectáreas de maíz**, principalmente en la región **Caribe**, de las cuales el 30 % es cultivado en los departamentos de **Bolívar, Córdoba y Sucre**.

El maíz es una fuente de alimento ancestral cultivado por comunidades **indígenas, campesinas y mestizas**, lo que ha permitido el desarrollo de una gran variedad de maíces criollos y ha posicionado a la región Caribe de Colombia como una de las de mayor diversidad de este cultivo en el país.

Existen dos **sistemas de producción** bien marcados: tecnificado y tradicional.



La mayoría de la producción de maíz se destina al autoconsumo. Algunos excedentes se comercializan en mercados informales y con intermediarios.



En el **sistema tradicional**, se ubican los pequeños productores, que basan su economía en la producción de maíz, ñame, yuca, frijol y plátano, tanto en monocultivo como cultivos asociados.

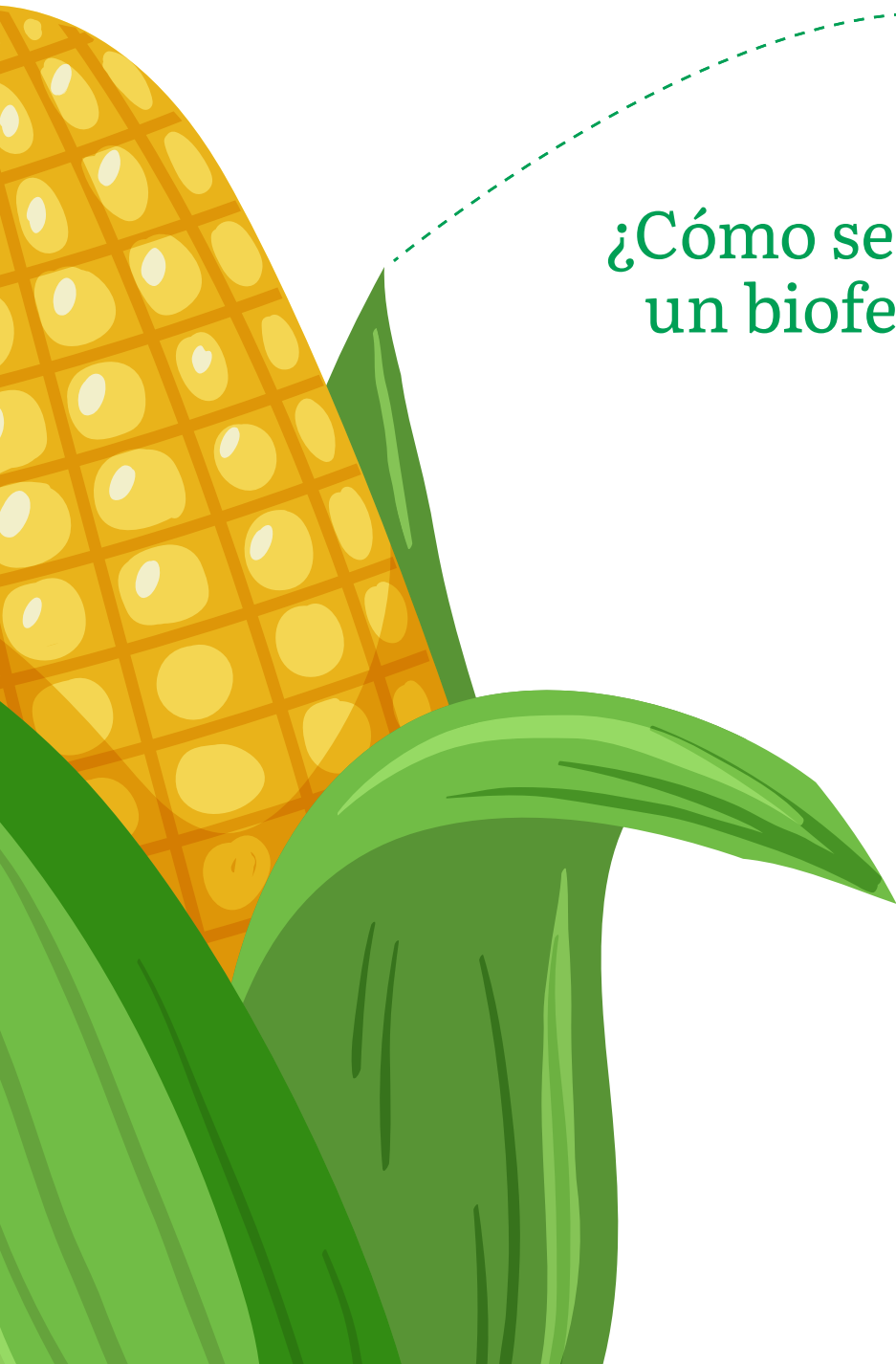
Este sistema es de gran relevancia en la región **Caribe**, debido a que el área sembrada es superior a 161.000 hectáreas, de las cuales el 58 % corresponde a **maíz amarillo** y el 42 % a **maíz blanco**. Sin embargo, a pesar del área sembrada, este cultivo presenta **bajos rendimientos de grano** que no superan en promedio las 2 t/ha.

Si bien las formas de siembra y producción se han adaptado a las diversas condiciones ambientales, se conservan dos épocas de siembra definidas: el primer semestre, entre abril y agosto, y el segundo semestre, entre agosto y diciembre.

En contraste, la región del Valle Cálido del Alto Magdalena, compuesto por los departamentos de Tolima y Huila, contribuye con 13,6 % a la producción nacional de maíz, principalmente, mediante sistemas de **siembra tecnificada** de alto rendimiento (63 %), con una producción promedio de 6,31 t/ha.

Endospermo: Zona más importante de almacenamiento de los carbohidratos y de las proteínas sintetizadas por el maíz. Es, además, la fuente de energía de la semilla (grano); contiene principalmente almidón.





¿Cómo se desarrolla
un biofertilizante?

Los **bioinsumos constituyen un pilar esencial para el desarrollo de la bioeconomía**, que plantea una forma diferente de ver la conexión entre los agricultores, los consumidores, la academia y las empresas, lo que promueve un modelo de crecimiento sustentable.

Los bioinsumos se dividen en dos grandes grupos: **biofertilizantes** y **bioplaguicidas**. Estos, a su vez, se clasifican según su actividad biológica.

Un **biofertilizante** es una tecnología basada en el uso de microorganismos capaces de transformar nutrientes y hacerlos disponibles para las plantas. Estos microorganismos desempeñan funciones clave, como la fijación biológica de nitrógeno, la solubilización de fosfatos y la producción de fitohormonas, lo que contribuye al **crecimiento y desarrollo vegetal**. Estas son la etapas que sigue el **desarrollo de un bioinsumo**:





▲ Fases para el desarrollo de un bioproducto





La importancia de la biofertilización en el cultivo de maíz

Bioinsumos: Productos naturales o bioquímicos elaborados de forma masiva a partir de microorganismos vivos, virus o macroorganismos.

Los **biofertilizantes** son un tipo de **bioinsumos** que se utilizan para mejorar la calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Surgieron como una **herramienta biotecnológica** que contribuye a **reducir la dependencia de fertilizantes químicos**, que a menudo son costosos y pueden generar impactos negativos en la salud, el medioambiente y en la biodiversidad.

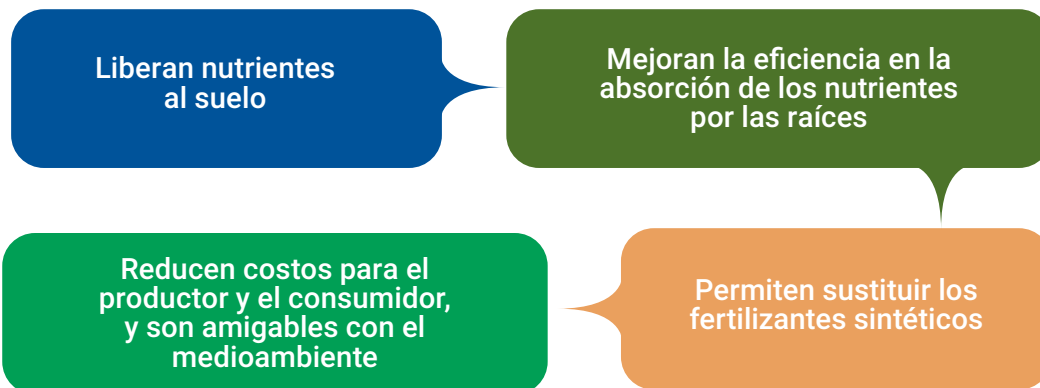


Eso de los biofertilizantes yo lo escuché hace rato. ¿Por qué se volvieron famosos ahora, Benito?

Rosita, porque en los últimos años se reforzó la necesidad de una agricultura más sostenible y que contribuya a la seguridad alimentaria.



Por acción de los **microorganismos**, que son sus principios activos, los biofertilizantes:



La aplicación de los biofertilizantes **Monibac®** (basado en bacterias del género *Azotobacter chroococcum*) y **Fosfo-tal®** (*Rhizobium pusense*), junto con una dosis reducida de fertilización inorgánica (**N y P**), ha contribuido a mejorar los indicadores de producción en el cultivo de maíz. El uso de estos bioinsumos puede **mejorar la producción de fotoasimilados**, lo que respalda la **eficiencia en el crecimiento vegetal**.

Elongación celular:

Proceso mediante el cual una célula vegetal se alarga, lo que contribuye al crecimiento de la planta.

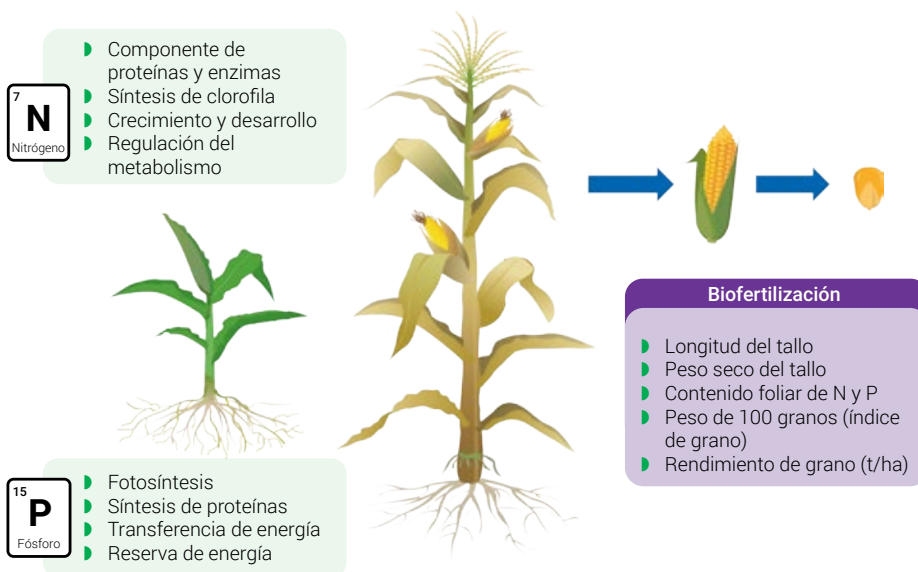
Monibac®

Contribuye a la fijación biológica de nitrógeno, que genera un mayor **vigor del sistema radicular** y facilita una **mejor captura de nutrientes** del suelo. También se asocia principalmente con la superficie de las raíces, donde produce **fitohormonas** que regulan diversos procesos de crecimiento y desarrollo, tales como la **elongación celular** y la formación de raíces secundarias.



Fosfotal®

Su aplicación ha mostrado una mejora en la **longitud del tallo** entre 28 % y 30 %, así como en su peso, entre 9,8 % y 12 %. Su uso ha evidenciado un incremento en el **rendimiento de grano** en 696 kg/ha al utilizar hasta el 50 % de la dosis recomendada de fertilizante de síntesis química fosfatada en el cultivo de maíz en condiciones de campo.



▲ Funciones del N y el P en la planta de maíz y efecto de la aplicación de biofertilizantes

En general, el uso de estos biofertilizantes en este cereal **aumenta la disponibilidad de nutrientes esenciales**, como nitrógeno y fósforo, lo que favorece diversas funciones clave para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esto permite optimizar la **eficiencia en el uso de fertilizantes de síntesis química**, mejorar la **productividad del cultivo** y promover la **sostenibilidad del sistema agrícola** de manera integral.



Recomendaciones para la aplicación de biofertilizantes

Para asegurar resultados positivos en el cultivo de maíz mediante la práctica de biofertilización, se deben seguir las siguientes **recomendaciones**:

Estados fenológicos de aplicación

Solubilización
de fósforo (P)



Fosfotal[®] +



monibac

Fijación de
nitrógeno (N)

500 mL/ha

500 mL/ha



Reducción
del 30 % de N y P
requeridos

Dosis en mezcla
por aplicación

2.ª aplicación
(reinoculación)

1.ª aplicación
(inoculación)

V1

V2

V5

V6



Ajuste de las dosis de fertilizantes nitrogenados y fosfatados

Con el fin de reducir la fertilización del cultivo en un 30 %, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Revisar los **planes de fertilización**.
- ✓ Conocer el **contenido de N y P en el suelo** mediante análisis químico.
- ✓ Determinar los **requerimientos nutricionales** del cultivo. Esto debe realizarse preferiblemente bajo la supervisión de un asistente técnico.
- ✓ Determinar las **fuentes** que pueden ser de naturaleza **sintética** o, preferiblemente, **mineral y orgánica**.

¿Cuándo aplicar los biofertilizantes?

Se deben realizar dos aplicaciones:

Primera aplicación	Segunda aplicación
Entre los estados fenológicos V1–V2 (una o dos hojas expandidas), empleando una dosis comercial de 500 mL/ha de cada uno de los biofertilizantes (Fosfotal® y Monibac®).	Entre los estados fenológicos V5–V6 (cinco o seis hojas expandidas), con la misma dosis de 500 mL/ha de cada uno de los biofertilizantes (Fosfotal® y Monibac®).



Consideraciones para la aplicación

La aplicación debe ser dirigida a la **zona radicular de la planta** para garantizar los beneficios de los microorganismos en asocio con las raíces más próximas, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Consideraciones para la aplicación

1. Equipos de aplicación

- ▶ Limpieza
- ▶ Calibración
- ▶ Volumen



2. Suelo

- ▶ Humedad
- ▶ Coberturas

3. Condiciones de clima

- ▶ Hora de aplicación
- ▶ Temperatura
- ▶ Pronóstico de lluvia



4. Preparación

- ▶ Instrucciones
- ▶ Compatibilidad
- ▶ Orden de mezcla



Equipos de aplicación

Independiente del sistema productivo (monocultivo o en asocio), área de siembra y equipos para la aplicación con los que se cuente, se debe tener la precaución de realizar una **limpieza o lavado con detergente neutro** de los equipos, con el fin de evitar que residuos de otros agroquímicos afecten la viabilidad o concentración de los microorganismos que se tienen en la formulación. **Se recomienda utilizar una bomba específicamente para la aplicación de productos biológicos.**

También es necesario **calibrar las bombas de espalda manuales o de motor** y las **pulverizadoras multisurcos mecánicas**. Se debe tener una presión de entre 40 y 120 PSI con boquillas de abanico plano o cono hueco con un tamaño de gota de 250 a 350 micras. Esto asegura el volumen de aplicación recomendado en la etiqueta, que debe estar entre 150 y 200 L/ha.

La condición del suelo es uno de los factores más importantes para tener en cuenta al momento de aplicar los biofertilizantes. Por eso, hay que verificar que el suelo no esté “ni muy seco, ni muy saturado”.

Condiciones del suelo

Principalmente, se recomienda realizar la aplicación del biofertilizante teniendo en cuenta el **contenido de humedad**. También, debe encontrarse en un estado de **preparación uniforme**, sin gran cantidad de “terrones” o coberturas como malezas o abundantes residuos de cosecha que impidan la penetración del bioproducto a la zona radicular.



Lixiviación: proceso por el cual se pierden nutrientes del sustrato debido al arrastre.

Condiciones del clima

Las condiciones de clima asociadas a la humedad del suelo pueden limitar el establecimiento de los microorganismos, debido a que las altas temperaturas y la radiación uv afectan la viabilidad de los microorganismos que se encuentran en la formulación. Por ello, se recomienda realizar las aplicaciones en **días nublados con temperaturas por debajo de los 28 °C**. En el caso de que el pronóstico de temperaturas del día sea muy alto, se recomienda realizar las aplicaciones en **horas muy tempranas**, preferiblemente entre las 6 y las 9 a. m., o en **horas de la tarde**, entre 4 y 6 p. m.

De igual forma, es preciso **evitar aplicaciones si existe un alto porcentaje de pronóstico de lluvia** que pueda afectar la inoculación por exceso de agua y conlleve a **lixiviación y escorrentía** de los biofertilizantes aplicados.

Preparación

Antes del uso de los biofertilizantes, es importante **leer las instrucciones en la etiqueta**.

Se debe tener en cuenta que, aunque se recomienda **no mezclar Fosfotal® y Monibac® con agroquímicos ni aplicarlos simultáneamente con plaguicidas**, son **compatibles con las siguientes moléculas y fertilizantes** empleados en los cultivos de maíz y arroz:



- ✓ Azoxistrobin
- ✓ Carboxin
- ✓ Cloruro de potasio (KCl)
- ✓ Difenconazol
- ✓ Diuron
- ✓ Fosfato diamónico (DAP)
- ✓ Glifosato
- ✓ Glufosinato de amonio

- ✓ Imidacloprid
- ✓ Lambda-cihalotrina
- ✓ Lufenuron
- ✓ S-metolacoloro
- ✓ Thiram
- ✓ Tiametoxam
- ✓ Tiodicarb
- ✓ Urea

En todos los casos se debe ajustar el pH entre 6 y 7.





Experiencias
en campo

En pruebas de campo se validaron los efectos de la aplicación de los biofertilizantes **Monibac®** y **Fosfotal®** sobre la respuesta productiva del cultivo de maíz tanto en el municipio de El Espinal (Tolima), ubicado en el **Valle Cálido del Alto Magdalena** como en la región del Caribe húmedo, principalmente, en los departamentos de **Córdoba** y **Bolívar**. Ambas regiones pertenecen a la zona agroecológica de bosque seco tropical con **suelos Inceptisoles** que presentan bajos contenidos de materia orgánica.

Suelos Inceptisoles: suelos caracterizados por un desarrollo inicial de horizontes, pero menos avanzados que otros órdenes de suelos.

Resultados en El Espinal, Tolima

En el municipio de El Espinal, Tolima, se establecieron parcelas comerciales en las que se implementaron dos estrategias de fertilización: **biofertilizantes** (Monibac® y Fosfotal®, con una reducción del 30 % en el uso fertilizantes químicos) y **fertilización convencional** (100 % química).

El objetivo fue determinar el rendimiento con relación al sistema productivo convencional, en el que se emplean altas dosis de fertilizantes nitrogenados y fosfatados para la nutrición del cultivo de maíz. Para ello, se emplearon parcelas demostrativas de una hectárea para cada estrategia de fertilización en lotes de producción de agricultores aliados de AGROSAVIA.





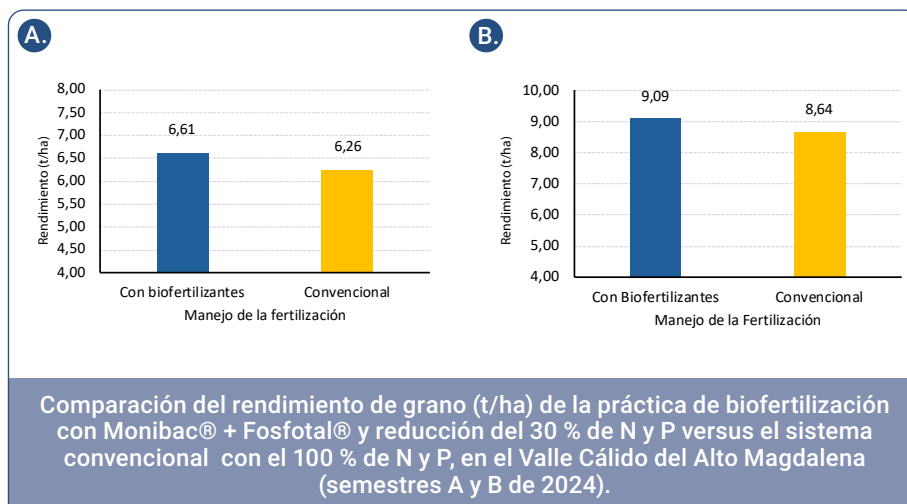
Parcelas demostrativas con Monibac® y Fosfotal®
en Tolima, semestre B - 2024.



En las pruebas se emplearon los **híbridos comerciales de maíz de endospermo blanco** P3966WVYHR (Semestre A - 2024) y **endospermo amarillo** 30F35-30F35VYHR (Semestre B - 2024), con densidades de siembra que oscilaron entre las 70.000 y 75.000 plantas por hectárea bajo el esquema de **fertilización edáfica**, en el que se emplearon 200 kg/ha de N y 90 kg/ha de P_2O_5 .

Se redujo en un 30 % la dosis de los nutrientes y se aplicaron las dosis de **1 L/ha de Monibac® y Fosfotal®**, de acuerdo con las recomendaciones para la aplicación en campo descritas anteriormente.

Dentro de los resultados más relevantes se pudo establecer que las parcelas en las que se aplicó Monibac® y Fosfotal® presentaron un mayor **rendimiento de grano**: 6,61 t/ha en el primer ciclo de siembra (A - 2024) y 9,09 en el segundo ciclo (B - 2024). Esta diferencia, en términos de cantidad fue estimada en 350 kg para el **híbrido de endospermo blanco** en el semestre A - 2024, mientras que, para el **híbrido de endospermo amarillo** en el semestre B - 2024 fue estimado 440 kg.



Variables de rendimiento en cada ciclo de siembra con biofertilizantes (Diferencias establecidas en % con respecto a la fertilización convencional)		
Semestre año 2024	A - 2024	B - 2024
Peso mazorca (%)	12,3	11,3
Longitud mazorca (%)		5,4
Hileras por mazorca (%)		3,0
Granos por hilera (%)		6,2
Peso de 100 granos (%)	10	2,3

Resultados en Cereté, Córdoba

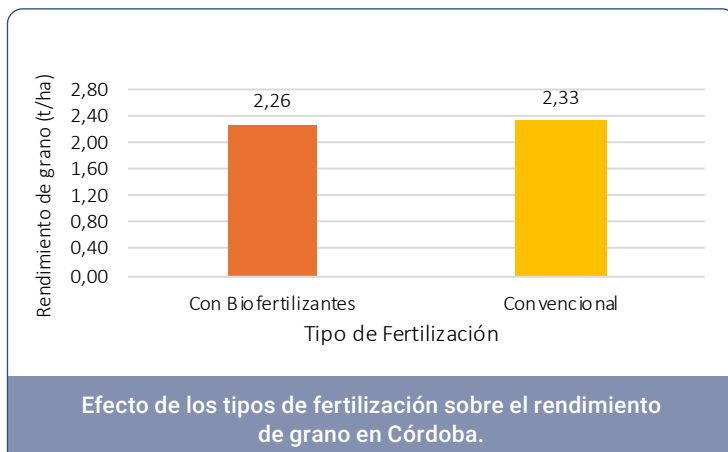
En las parcelas establecidas en el municipio de **Cereté, Córdoba**, se implementaron dos estrategias de fertilización:

Convencional	Con base en los requerimientos nutricionales del cultivo. Se aplicó DAP como fuente de fósforo y urea como fuente de nitrógeno.
Con Biofertilizantes	Se redujo el 50 % de la fertilización química, complementándola con la biológica.

Para estas pruebas se sembró una variedad de maíz de grano amarillo convencional (Agrosavia V-117), dirigida a pequeños y medianos productores y de amplia adaptación en esa zona, utilizando una densidad de siembra de 50.000 plantas por hectárea.

El rendimiento de grano de la variedad fue mayor cuando se realizó la fertilización convencional (2,33 t/ha). Sin embargo, con biofertilizantes se obtuvieron promedios de rendimiento de grano de 2,26 t/ha, lo que representa una diferencia de 70 kg con respecto a la fertilización química.





Benito, ¿esos resultados qué indican?



Rosita, demuestran que el uso de biofertilizantes puede ser una estrategia efectiva para optimizar los nutrientes en el suelo.



¡Ah, ya! O sea que los biofertilizantes contribuyen a la reducción de costos de producción al disminuir la necesidad de fertilizantes nitrogenados y fosfatados en el cultivo y mejorar la calidad del suelo.

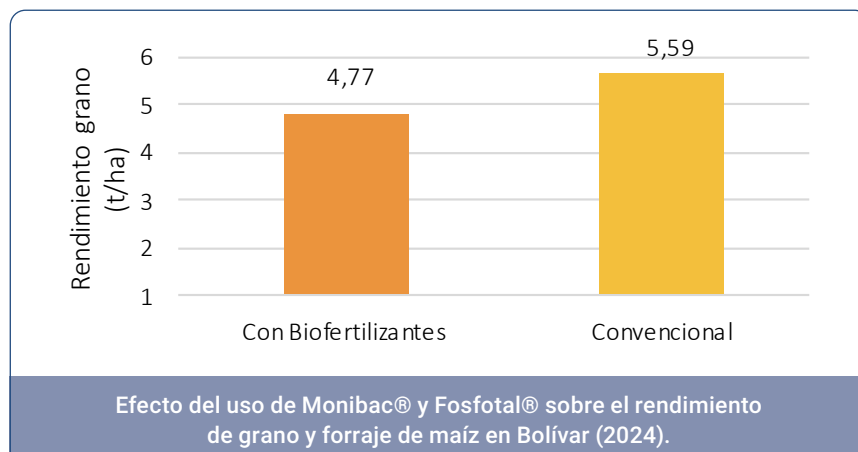


El uso de biofertilizantes como **Monibac®** y **Fosfotal®** influye positivamente en el rendimiento, puesto que favorece la optimización de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno. Aunque con la fertilización química se obtenga más rendimiento, este tipo de estrategias incrementan la inversión de los recursos financieros de los productores que dependen de la compra de fertilizantes sintéticos e importados como la urea y el DAP.



Resultados en El Carmen de Bolívar, Bolívar

Bajo las condiciones agroecológicas de esta localidad, el **rendimiento del grano** fue mayor con la fertilización convencional, con un promedio de 5,59 t/ha, seguido de la aplicación de biofertilizantes, con un promedio de 4,77 t/ha. Aunque existe una diferencia de 820 kg con respecto a la fertilización convencional, la aplicación de bioinsumos genera un efecto residual que se puede ver reflejado en las siguientes cosechas.



¿Y esos resultados
qué muestran?

Rosita, muestran que los
biofertilizantes son una alternativa
sostenible para la producción de
grano, con potencial para su uso en
alimentación humana y animal.





Costos de producción asociados al cultivo de maíz con el uso de biofertilizantes



Establecer los costos de producción y el ahorro que representa esta práctica es importante para asegurar la adopción de la biotecnología.

Benito, para ayudar a nuestros amigos lectores, mostremos un ejercicio que cuantifique el valor de los beneficios económicos obtenidos, con respecto a los costos de la estrategia de biofertilización.



Costos de producción con el uso de Monibac® + Fosfotal® comparado con la fertilización convencional					
Región		Valle Cálido del Alto Magdalena		Caribe	
Fertilización		Convencional	Con biofertilizantes ^a	Convencional	Con biofertilizantes ^b
Costos directos	Insumos	\$ 5.459.000	\$ 5.382.000	\$ 2.822.168	\$ 2.384.368
	Mano de obra	\$ 1.580.000	\$ 1.580.000	\$ 1.888.453	\$ 1.785.387
Costos indirectos	Otros gastos	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 750.000	\$ 750.000
COSTO TOTAL		\$ 8.239.000	\$ 8.162.000	\$ 5.460.621	\$ 4.919.755



Costos de producción con el uso de Monibac® + Fosfotal® comparado con la fertilización convencional				
Región	Valle Cálido del Alto Magdalena		Caribe	
Fertilización	Convencional	Con biofertilizantes ^a	Convencional	Con biofertilizantes ^b
Rendimiento (kg/ha)	6.260	6.610	5.590	4.770
Costo unitario (\$/kg)	\$ 1.316	\$ 1.329	\$ 976	\$ 1.031
Precio promedio de venta maíz amarillo 2024	\$ 1.419	\$ 1.419	\$ 1.550	\$ 1.550
Ingreso total (\$/kg)	\$ 8.882.940	\$ 9.379.590	\$ 8.664.500	\$ 7.393.500
Utilidad (\$/ha)	\$ 644.780	\$ 1.216.240	\$ 3.203.879	\$ 2.473.745

a Con Monibac® + Fosfotal® y reducción del 30 % de fertilizantes químicos

b Con Monibac® + Fosfotal® y reducción del 50 % de fertilizantes químicos



Los costos asociados a la producción de grano pueden experimentar variaciones significativas dependiendo de la cantidad y el tipo de fertilización aplicada. Además, hay que tener en cuenta que el costo de la semilla en el sistema de maíz tecnificado es superior al del sistema tradicional.

Así es, Benito. El uso exclusivo de fertilizantes inorgánicos convencionales puede incrementar los costos totales de producción con relación a aquellos que incluyan planes de biofertilización y el uso de productos alternativos como los biofertilizantes.



El aumento en los costos de la fertilización convencional se debe principalmente al precio más elevado de los fertilizantes de síntesis química, ya que estos provienen de procesos industriales complejos y de fuentes no renovables.

Los resultados sugieren que **la biofertilización no solo es rentable, sino también sostenible**, debido a la función que ejercen los microorganismos en el suelo, relacionada con la disponibilidad de nutrientes. En el caso de los fertilizantes químicos, estos pueden presentar mayores pérdidas por volatilización, lixiviación y escorrentía, por lo cual es necesario realizar aplicaciones más frecuentes y con mayores cantidades de producto para lograr mantener los rendimientos deseados, lo que conlleva el aumento de los costos a largo plazo.





El panorama de los biofertilizantes para maíz en Colombia

Aunque en Colombia existen más de 400 bioinsumos registrados, solo 11 de estos son biofertilizantes para maíz. Este número es bajo comparado con la cantidad de agroquímicos disponibles en el mercado. Sin embargo, son cada vez más las iniciativas que buscan promover el desarrollo, uso y apropiación de los bioinsumos. Así, con **Fosfotal® y Monibac®, entre otros, AGROSAVIA contribuye al desarrollo del sector agropecuario en el país.**

Una vez demostrados los beneficios de aplicar biofertilizantes en el cultivo de maíz, es necesario proponer estrategias para masificar su uso. La campaña **Consumo Bioinsumo** es una iniciativa liderada por AGROSAVIA para incentivar el uso de estas biotecnologías como alternativas sostenibles para el aprovechamiento de la diversidad propia del país y la disminución del impacto ambiental, social y económico.





CON\$UM
BIOINSUM



Consumo Bioinsumo es una campaña cuyo objetivo es dar a conocer los **bioinsumos**, sus características, beneficios y formas de acción, para que los productores de todo el país cuenten con información oportuna para tomar decisiones frente al manejo de la fertilización, de insectos plaga y de enfermedades en sus cultivos.

De esta manera, se busca incentivar el uso de estas **biotecnologías** como **alternativa sostenible** para el aprovechamiento de la diversidad propia del país, y disminuir el impacto ambiental y los riesgos en la salud.

Con sumo cuidado elijo productos que han sido
obtenidos preservando el medioambiente



- ✓ La aplicación de fertilizantes en exceso al suelo puede contaminar el agua con nitratos y fosfatos.
- ✓ El uso excesivo de fertilizantes puede alterar la fertilidad del suelo al aumentar su acidez.
- ✓ Los fertilizantes contribuyen en gran medida a la emisión de gases de efecto invernadero.

Sumo a mi salud cuando prefiero aplicar productos a mi cultivo que no afectan mi salud ni la de los trabajadores



- ✓ El uso de plaguicidas puede causar riesgos para la salud como cáncer y enfermedades crónicas, especialmente en niños.
- ✓ Los nitratos y otras sustancias presentes en los fertilizantes pueden afectar las aguas subterráneas y las que se usan para beber.
- ✓ Algunos fertilizantes pueden aportar cantidades significativas de metales pesados, como el cadmio o el mercurio.

Sumo al medioambiente y contribuyo significativamente a la mitigación y adaptación de la agricultura al cambio climático



- ✓ Los bioplaguicidas no afectan a los polinizadores.
- ✓ Impactan positivamente en la biodiversidad del suelo.



- ✓ Son biorremediadores de metales pesados como cadmio, plomo y arsénico.
- ✓ Generan respuestas positivas al cambio climático al aliviar el estrés abiótico.

Sumo a mi bolsillo y uso tecnologías más precisas,
que ayudan a mejorar la productividad



- ✓ Al usar bioinsumos, se reduce el costo asociado a la aplicación de agroquímicos.
- ✓ Hay mayores rendimientos, superiores al 30 % en diversos de cultivos.



Sumo valor con una agricultura limpia, que permite
que mis productos ingresen a nuevos mercados



- ✓ Acceso a certificaciones ambientales.
- ✓ No hay contaminación poscosecha, lo que permite aumentar las exportaciones.
- ✓ Contribución con agricultura orgánica y con el comercio justo.
- ✓ Productos sustentables más valorizados.



Bibliografía

- Beltrán-Medina, I., Romero-Perdomo, F. Molano-Chávez, L., Gutiérrez A. Y., Silva A. M. M., & Estrada-Bonilla, G. (2023). Inoculation of phosphate-solubilizing bacteria improves soil phosphorus mobilization and maize productivity. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 126, 21-34. <https://doi.org/10.1007/s10705-023-10268-y>
- Dibut, B. (2000). *Obtención de un bioestimulador del crecimiento y el rendimiento para el beneficio de la cebolla (Allium cepa)* [Tesis de doctorado, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical]. La Habana, Cuba.
- Obando, M., Rivera, D., & Bonilla, R. (2013). Respuesta fisiológica a la fertilización por *Azotobacter chroococcum* AC1 y fertilización nitrogenada de síntesis sobre el maíz (*Zea mays* L.) en Invernadero. *Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A. C.*, 17(1), 11-22. https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2013_V17_N1.pdf
- Pedraza, R. O., Estrada, G. A., & Bonilla, R. (2021). Los biofertilizantes y su relación con la sostenibilidad agrícola. En R. Bonilla Buitrago, E. González de Bashan, & R. Osvaldo Pedraza (Eds.), *Bacterias promotoras de crecimiento vegetal en sistemas de agricultura sostenible* (pp. 32-45). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7405019>



Autoría

José Isidro Beltrán Medina

jibeltran@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-3395-4877>

Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad del Tolima y magíster en Fisiología Vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Actualmente, trabaja como investigador máster en el Centro de Investigación Nataima de AGROSAVIA. Cuenta con experiencia en las áreas de ecofisiología, mejoramiento genético, nutrición mineral y estrés abiótico (metales pesados) en cultivos de lima ácida, cacao y cultivos transitorios como arroz, sorgo forrajero, algodón y maíz. Además, posee un amplio conocimiento de la relación suelo-planta-agua a través de las respuestas fisiológicas y bioquímicas de las plantas y cómo estas afectan los componentes de rendimiento de los cultivos.

Jose Jaime Tapia Coronado

jtapia@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-3621-5316>

Ingeniero agrónomo y magíster en Ciencias Agronómicas de la Universidad de Córdoba, Colombia. Cuenta con más de 15 años de ejercicio profesional en AGROSAVIA, en los cuales ha dirigido proyectos de investigación y transferencia de tecnología relacionados con el desarrollo de nuevos cultivares de maíz, algodón, soya, sorgo y pasturas en Colombia. Las principales áreas de investigación son el



mejoramiento genético vegetal; la fisiología de cultivos; la producción de semillas; y los modelos productivos sostenibles.

Liliana Margarita Atencio Solano

latencio@grosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-8425-1621>

Ingeniera agrónoma y magíster Ciencias Agronómicas de la Universidad de Córdoba, Colombia. Es investigadora en AGROSAVIA, donde se ha enfocado en programas de mejoramiento de cultivos como maíz, sorgo, arracacha, pastos y forrajes. Además, ha trabajado en proyectos relacionados con las propiedades y atributos de la semilla, principalmente de maíz en la región Caribe húmedo y arracacha en la región Andina, con el fin de fortalecer asociaciones de pequeños productores para la producción de semilla de calidad. Ha sido líder y coejecutora de proyectos en ganadería y especies menores, transitorios, raíces y tubérculos. Ha contribuido en la obtención de ofertas tecnológicas, como Agrosavia La 22 (arracacha), Agrosavia Sabanera (pastura), Corpoica V-159, Corpoica V-115 dulce y Agrosavia V-116 Hawaii dulce (maíces), así como en la línea de recomendaciones, protocolos y metodologías, como las recomendaciones de manejo para la producción de semilla de calidad de arracacha y el modelo de producción sostenible de carne en el Caribe húmedo.

Emiro Andrés Suárez Paternina

esuarez@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-2271-7160>

Zootecnista de la Universidad de Sucre y magíster en Ciencias Veterinarias del Trópico con énfasis en alimentación y nutrición de rumiantes de la Universidad de Córdoba, Colombia. Se dedica a investigar en las áreas de alimentación; nutrición y producción de grandes y pequeños rumiantes; evaluación y manejo de gramíneas tropicales; conservación de cultivos





forrajeros para la suplementación animal en el Caribe húmedo; y, recientemente, en el área de ganadería sostenible. Es investigador máster en AGROSAVIA.

José Luis Contreras Santos

jlcontreras@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-8179-3430>

Ingeniero agrícola y magíster en Ciencias Agronómicas, con especialización en Ciencias del Suelo. Con más de 10 años liderando proyectos de investigación relacionados con el manejo y la conservación de suelos, ha estimado servicios ecosistémicos en diferentes sistemas de producción agropecuarios, como sistemas silvopastoriles, agroforestales, silvícolas y agrícolas. Asimismo, su equipo de trabajo ha desarrollado investigaciones sobre estrategias de mitigación y cuantificación de gases de efecto invernadero (GEI) en sistemas de producción ganaderos. En la actualidad, trabaja como investigador máster adscrita a la Red de Cultivos Permanentes en el Centro de Investigación Turipaná, perteneciente a AGROSAVIA.

Jonathan Alberto Mendoza Labrador

jamendoza@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-5863-6365>

Magíster en Ciencias y Microbiología de la Universidad Nacional de Colombia, con pregrado como ingeniero biotecnológico de la Universidad Francisco de Paula Santander. Su cargo actual es investigador máster del Centro de Investigación Tibaitatá de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Cuenta con más de 10 años de experiencia en el área de investigación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal y ha participado en el desarrollo de bioproductos como Fosfotal® y TriEstimul®.

Jenny Milena Moreno Rodríguezjmoreno@agrosavia.co<https://orcid.org/0000-0002-3444-4836>

Química industrial y magíster en Ingeniería de Producción, cuenta con un MBA en Gestión de Negocios y Mercados y es especialista en Logística. Su trayectoria laboral en I+D+i en el sector agropecuario está basada en investigación de mercados; formulación y dirección de proyectos; generación de estrategias de transferencia de tecnología; planes de mercadeo para bioinsumos y servicios; y desarrollo de nuevas tecnologías. Además, ha trabajado en control de calidad; laboratorios; estrategias para la reducción de pérdidas; poscosecha; aprovechamiento de subproductos; y optimización de cadenas de abastecimiento agroalimentarias.

Lady Rocío Molano Chávezlmolano@agrosavia.co<https://orcid.org/0000-0002-8640-4051>

Administradora de empresas con especialización en Agronegocios. En la actualidad se desempeña como profesional de apoyo en investigación en AGROSAVIA. Tiene más de 15 años de experiencia en el seguimiento administrativo y financiero de proyectos de investigación a nivel nacional y de cooperación técnica internacional asociados al uso de herramientas biotecnológicas para el desarrollo de biofertilizantes. Cuenta con conocimientos en redacción científica; elaboración de inventarios de colecciones bacterianas; montajes experimentales en laboratorio-invernadero-campo; revisión de artículos sobre bacterias promotoras de crecimiento vegetal; y proceso de obtención de registros ICA. Ha participado en el desarrollo de bioproductos como Fosfotal® y TriEstimul®.



Germán Andrés Estrada Bonilla

gaestrada@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-8742-5957>

Doctor en Agronomía, con énfasis en suelos y nutrición de plantas de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de São Paulo, Brasil; magíster en Ciencias Agropecuarias (Fitotecnia) de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro y microbiólogo de la Pontificia Universidad Javeriana; investigador en el área de microbiología de suelos en AGROSAVIA; y presidente de la Asociación Latinoamericana de Rizobiología (ALAR) en Colombia. Desarrolla proyectos en el área de suelo-microorganismo-planta-ambiente, buscando mejorar la eficiencia de la fertilización y modular la respuesta de los cultivos al estrés abiótico. Tiene experiencia en el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB, por su sigla en inglés) y de residuos orgánicos en cultivos agroindustriales. Ha participado en el desarrollo de bioproductos como Monibac®, Fosfotal® y TriEstimul®.

Ruth Rebeca Bonilla Buitrago

rbonilla@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-2542-0194>

Ph. D. en Ciencias Agrícolas con énfasis en microbiología de suelos de la Universidad de Agricultura de Varsovia; magíster en Química Agrícola de la misma universidad; y licenciada en Química y Biología. Actualmente es investigadora emérita de AGROSAVIA. Cuenta con más de 35 años de experiencia en el área de investigación de biofertilizantes con base en principios activos de microorganismos nativos asociados a cultivos de interés económico del país. Ha formulado y desarrollado proyectos de investigación y transferencia nacionales e internacionales. Tiene más de 60 publicaciones en revistas de alto impacto y ha generado productos que son patrimonio



social del sector agropecuario y productos biotecnológicos, como Monibac®, Fosfotal® y TriEstimul®. Ha sido tutora de numerosos trabajos de investigación; es revisora de varias revistas científicas de prestigio internacional (*Springer* y *Frontiers*, entre otras); y es integrante del Comité Científico de Porkcolombia.





Biofertilización para el cultivo maíz en el Valle Cálido del Alto Magdalena y el Caribe Colombiano se terminó de imprimir en los talleres de DGP Editores S.A.S., el 29 de septiembre, de 2025, en la ciudad de Bogotá, Colombia.



El propósito de esta cartilla es promover el uso de biofertilizantes entre los productores de maíz en la región Caribe y en el Valle Cálido del Alto Magdalena (al igual que en otras zonas agroecológicas similares), como complemento a la fertilización de síntesis química y su aplicación en diversos cultivos, para reducir costos de producción e impactos ambientales y sociales generados por el uso excesivo de fertilizantes químicos.

Los biofertilizantes Monibac® y Fosfotal®, desarrollados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), se presentan como alternativas biotecnológicas eficientes, avaladas por estudios científicos que actúan como complemento a la fertilización nitrogenada y fosfórica convencional. Su eficacia ha sido comprobada en diversos cultivos, incluyendo arroz, soya, algodón, pasturas y hortalizas, en los que ha permitido reducir hasta en un 50 % el uso de fertilizantes de síntesis y mantener la productividad y la calidad de los cultivos.

Con estos biofertilizantes, AGROSAVIA busca ofrecer soluciones que no solo eleven la productividad agrícola, sino que también contribuyan significativamente a la sostenibilidad ambiental. En consecuencia, estos bioproductos están diseñados para maximizar el rendimiento de los cultivos al tiempo que reducen la dependencia de fertilizantes químicos tradicionales, para generar beneficios para los agricultores y consumidores.

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

