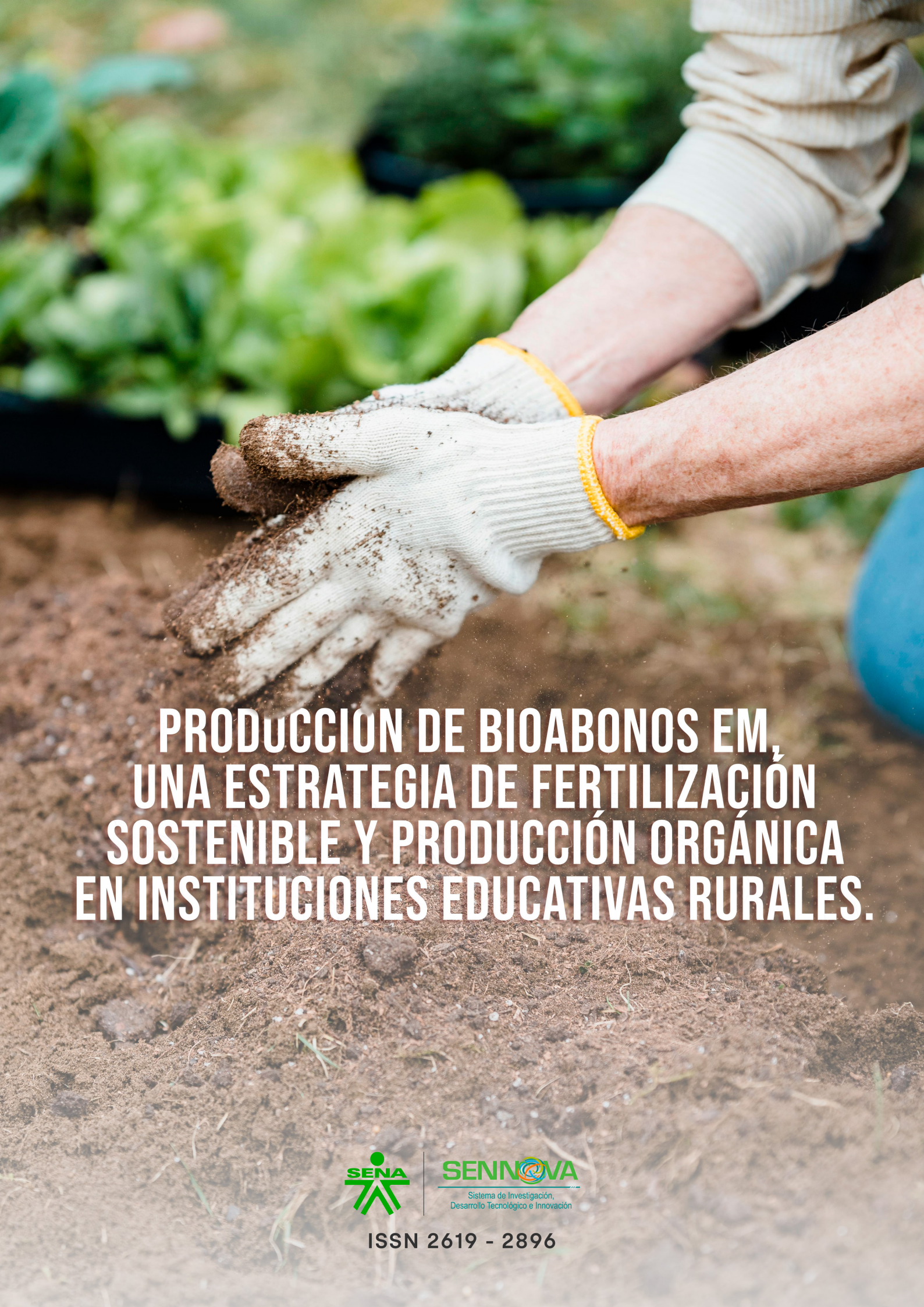




PRODUCCION DE BIOABONOS EM, UNA ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN SOSTENIBLE Y PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS RURALES.



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

ISSN 2619 - 2896

04

PRODUCCIÓN DE BIOABONOS EM, UNA ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN SOSTENIBLE Y PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS RURALES.

EM BIOFERTILIZER PRODUCTION, A SUSTAINABLE FERTILIZATION AND ORGANIC PRODUCTION STRATEGY IN RURAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Gabriel Ángel Pérez Pinto

Ingeniero Ambiental y Sanitario, Especialista en Gestión de la Sostenibilidad.

RESUMEN

El presente artículo expone los resultados del proceso de producción de bioabonos a partir de Microorganismos Eficientes (EM) desarrollado en cinco instituciones educativas rurales del departamento de La Guajira, en articulación con el programa Tecnoacademia del SENA-SENNOVA. La experiencia se enfocó en fortalecer la educación ambiental, introducir prácticas agrícolas sostenibles y fomentar la producción orgánica escolar mediante biofertilizantes de bajo costo y alto impacto agroecológico. El proyecto permitió a los estudiantes comprender la importancia de los microorganismos benéficos, la transformación de residuos orgánicos y la relación entre los bioabonos y la mejora del suelo. Los resultados muestran cambios significativos en la fertilidad de las parcelas educativas, mayor participación comunitaria y apropiación del conocimiento.

Palabras claves: bioabonos, microorganismos eficientes, agricultura sostenible, educación rural, producción orgánica.

ABSTRACT

This article presents the results of a biofertilizer production process using Effective Microorganisms (EM) developed in five ru-

ral educational institutions in the department of La Guajira, in partnership with the SENA-SENNOVA Tecnoacademia program. The project focused on strengthening environmental education, introducing sustainable agricultural practices, and promoting organic production in schools using low-cost biofertilizers with high agroecological impact. The project enabled students to understand the importance of beneficial microorganisms, the transformation of organic waste, and the relationship between biofertilizers and soil improvement. The results show significant changes in the fertility of the school plots, increased community participation, and greater knowledge acquisition.

Keywords: biofertilizers, effective microorganisms, sustainable agriculture, rural education, organic production.

INTRODUCCIÓN

La agricultura en las zonas rurales de La Guajira se caracteriza por enfrentar múltiples desafíos que limitan la producción sostenible. Entre ellos se destacan la baja fertilidad de los suelos, la escasa disponibilidad de agua, el uso prolongado de agroquímicos y la falta de acceso a tecnologías apropiadas que permitan a los pequeños productores y a las comunidades escolares fortalecer sus prácticas agrícolas. En este contexto, la

promoción de alternativas de fertilización orgánica, como los bioabonos elaborados a partir de Microorganismos Eficientes (EM), cobra especial relevancia por su aporte a la conservación del ambiente, la reducción de costos y la mejora progresiva de los suelos empobrecidos.

Los EM son consorcios microbianos benéficos capaces de acelerar la descomposición de la materia orgánica, mejorar la estructura del suelo, aumentar la disponibilidad de nutrientes y favorecer el desarrollo de plantas más resistentes y productivas. Su uso ha sido ampliamente reconocido en procesos agroecológicos y en sistemas de producción orgánica debido a su bajo costo, facilidad de elaboración y efectos positivos en la salud de los agroecosistemas. Sin embargo, su implementación en instituciones educativas rurales aún es limitada, a pesar de su potencial para fortalecer la educación ambiental, promover aprendizajes significativos y fomentar la autonomía alimentaria.

Teniendo en cuenta este panorama, el programa Tecnoacademia del SENA – SENNOVA en La Guajira desarrolló un proceso formativo e investigativo con estudiantes, docentes y comunidades en cinco instituciones educativas rurales: IE Técnica Agropecuaria de Conejo y IE Técnica María Inmaculada (Fonseca), así como la Institución Etnoeducativa Caicemapá, la IE Rural Gladis Bonilla Gil y la IE Rural de Buena Vista (Distracción). El proyecto buscó integrar la ciencia, la tecnología y el conocimiento ancestral a través de la producción de bioabonos EM, fortaleciendo las huertas escolares como espacios de experimentación, innovación y aprendizaje práctico.

La intervención permitió no solo la elaboración de biofertilizantes para el uso directo en los cultivos escolares, sino también la apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes, quienes comprendieron el papel fundamental de los microorganismos en los procesos biológicos del suelo. Además, se fomentó una visión renovada sobre la agricultura, enfocada en la sostenibilidad,

el cuidado del entorno y la producción limpia de alimentos. La interacción constante entre los actores educativos y el equipo técnico de la Tecnoacademia favoreció el desarrollo de competencias científicas, el trabajo colaborativo y la construcción de soluciones frente a problemáticas locales. En conjunto, esta experiencia representa una estrategia educativa transformadora que articula saberes, prácticas y valores ambientales, demostrando que las instituciones educativas rurales pueden convertirse en escenarios activos de innovación agroecológica. Los resultados obtenidos reflejan el impacto positivo de los bioabonos EM en la fertilidad del suelo y en el fortalecimiento de la cultura ambiental, abriendo caminos hacia modelos replicables y sostenibles para el desarrollo rural en La Guajira.

MÉTODOS

La metodología aplicada en este proyecto se desarrolló bajo un enfoque experimental-participativo, articulando actividades de laboratorio, trabajo de campo y prácticas educativas con estudiantes y docentes de las instituciones intervenidas. El proceso se ejecutó en tres fases: identificación de insumos biológicos y orgánicos, producción de bioabonos EM y experimentación aplicada en huertas escolares.

Identificación de microorganismos eficientes (EM) en laboratorio.

El proceso inició en el laboratorio de alimentos de la Tecnoacademia del SENA – SENNOVA, donde los estudiantes participaron en la captura, aislamiento y observación preliminar de microorganismos eficientes, especialmente hongos benéficos presentes en el entorno.

Para ello se aplicó una actividad de trampa o captura de hongos, que consistió en:

- Ubicación de recipientes estériles con

sustratos ricos en carbohidratos (arroz cocido, frutas maduras y melaza) en zonas sombreadas y húmedas de las instituciones rurales.

- Exposición del material por 48 a 72 horas para permitir la colonización natural de hongos y levaduras presentes en el ambiente.
- Recolección cuidadosa de las trampas y traslado al laboratorio en condiciones controladas.
- Observación microscópica de las colonias presentes, diferenciando morfologías, colores, estructuras miceliares y desarrollo de levaduras nativas.

Esta práctica permitió identificar la presencia de microorganismos benéficos del entorno local, tales como levaduras fermentadoras, mohos de descomposición y hongos saprófitos asociados a materia orgánica vegetal, los cuales posteriormente se integraron al proceso de activación microbiana de los EM.

Figura 1.

Identificación de microorganismos eficientes, (EM).



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de materia orgánica disponible en cada institución.

Una vez identificados los EM locales, se realizó un diagnóstico de los insumos orgánicos disponibles en cada institución educativa. Los estudiantes participaron en la recolec-

ción, clasificación y análisis básico de materiales como:

- Estiércol de animales: bovino, caprino y equino, dependiendo de la institución; se evaluó su olor, textura, grado de descomposición y contenido de humedad.
- Residuos vegetales: restos de poda, hojas secas, cáscaras de frutas y verduras, material verde y seco de las huertas escolares.
- Desechos orgánicos alimentarios: restos de preparación de alimentos del comedor escolar, cáscaras, pulpas y excedentes vegetales.

La selección de estos residuos permitió definir la mezcla inicial más adecuada para la elaboración del bioabono sólido y líquido, garantizando una proporción óptima de carbono y nitrógeno.

Figura 2.

Evaluación de materia orgánica en la Institución Etnoeducativa Caicemapa.



Fuente: Elaboración propia.

Experimentos de comportamiento de hongos (levaduras) con azúcar y agua

En el laboratorio se realizó un ejercicio experimental adicional para comprender el comportamiento de las levaduras bajo diferentes condiciones de temperatura, actividad clave para comprender su rol en el proceso de fermentación de los EM. El procedimiento consistió en:

1. Mezclar levadura biológica con agua y azúcar en tres recipientes idénticos.
2. Someter cada mezcla a una temperatura distinta:
 - Fría (12–18°C)
 - Calor controlado (35–40°C)
3. Registrar cambios en la producción de gas, espuma, aroma y velocidad de fermentación durante 60 minutos.

Los resultados permitieron a los estudiantes identificar las condiciones óptimas para la activación de microorganismos fermentadores, reforzando su comprensión sobre la acción de hongos benéficos en la producción de bioabonos.

Figura 3.

Evaluación de materia orgánica en la Institución Etnoeducativa Caicemapa.



Fuente: Elaboración propia.

Elaboración del bioabono EM.

Con los materiales orgánicos seleccionados y los microorganismos identificados, se procedió a la producción del bioabono mediante los siguientes pasos:

1. Preparación de la mezcla base con estiércol fresco, residuos vegetales y melaza diluida en agua.

2. Activación de los EM, integrando las levaduras capturadas y los hongos identificados durante la etapa de laboratorio.
3. Fermentación anaerobia en recipientes herméticos durante 15 a 21 días, controlando olor, temperatura y cambios físicos de la mezcla.
4. Registro semanal del proceso, acompañado de reflexiones guiadas por los instructores.

Figura 3.

Elaboración de Bioabono en la Institución Técnica Agropecuaria de Conejo.



Fuente: Elaboración propia.

Aplicación en huertas escolares y seguimiento.

Una vez estabilizado el bioabono, se aplicó en las huertas de cada institución. Se designaron parcelas experimentales donde los estudiantes llevaron un registro observacional sobre:

- Cambios en textura y humedad del suelo
- Crecimiento de plantas
- Cantidad de hojas, raíces y flores
- Presencia de insectos y microfauna

El seguimiento se realizó durante seis semanas, complementado con diarios de campo, fotografías y socializaciones colectivas para fortalecer el análisis crítico y la apropiación del proceso.

Figura 3.

Seguimiento de Bioabonos en la Institución Etnoeducativa Caicemapa.



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

La implementación del proyecto permitió obtener resultados significativos tanto en el componente agroecológico como en los procesos formativos y experimentales desarrollados con los estudiantes. Los hallazgos se organizaron de manera que permiten comprender la efectividad del uso de Microorganismos Eficientes (EM) en la producción de bioabonos y el impacto positivo en las instituciones intervenidas.

Resultados de laboratorio: identificación y comportamiento de microorganismos.

La actividad de trampa o captura de hongos permitió obtener diversas colonias de microorganismos nativos presentes en el entorno escolar. Los hongos identificados mostraron características morfológicas asociadas a levaduras fermentadoras (colonias cremosas y olor dulce) y hongos saprófitos (estructuras miceliares blancas y grises). Los estudiantes, guiados por instructores del SENA, realizaron observaciones microscópicas que permitieron distinguir hifas, esporas, filamentos y formas levaduriformes, reforzando su comprensión sobre la microbiología del suelo.

En el experimento con levaduras sometidas

a mezclas de azúcar y agua en diferentes temperaturas, se obtuvo lo siguiente:

- A 35–40°C, las levaduras mostraron mayor actividad fermentativa, evidenciada en una producción acelerada de gas y espuma.
- A 12–18°C, la actividad microbiana disminuyó drásticamente, con casi nula formación de burbujas.

Este ejercicio permitió a los estudiantes comprender el papel de la temperatura en los procesos de fermentación de bioabonos, facilitando la toma de decisiones al momento de diseñar las condiciones de producción del bioabono.

Selección y caracterización de insumos orgánicos locales.

Cada institución identificó y clasificó los residuos orgánicos disponibles para la elaboración del bioabono. Se evidenció que:

- El estiércol bovino fue el insumo más común, destacándose por su alto contenido microbiano inicial y humedad adecuada.
- El estiércol caprino y equino presentaban menor humedad y textura más seca, lo cual favoreció una mezcla equilibrada en instituciones con menor disponibilidad de estiércol bovino.
- Los residuos vegetales provenían principalmente de podas, restos de huerta y hojas secas acumuladas en patios y zonas verdes.
- Los residuos alimentarios del comedor escolar fueron de composición variada y aportaron una fuente importante de nitrógeno y azúcares simples.

La identificación y evaluación de estos materiales fortaleció la conciencia ambiental en los estudiantes, quienes reconocieron el potencial productivo de los residuos previamente considerados basura.

Producción del bioabono EM y control del proceso de fermentación.

Durante la elaboración del bioabono se observaron cambios físicos y organolépticos característicos:

- A partir del quinto día, las mezclas comenzaron a mostrar un olor ligeramente dulce y ácido, indicando el inicio efectivo de la fermentación.
- Hacia el día 12, la mezcla adquirió una textura más homogénea, con reducción del tamaño de los residuos vegetales.
- No se registraron malos olores, lo cual confirma que los EM estaban actuando correctamente sobre la materia orgánica.

La participación de los estudiantes en el monitoreo semanal permitió fortalecer habilidades como la observación crítica, la toma de datos y la formulación de hipótesis frente al comportamiento del bioabono.

Efectos del bioabono en las huertas escolares.

Al aplicar el bioabono en las huertas de cada institución se obtuvieron resultados consistentes:

1. Mejora en las características del suelo
Se observó:
 - Mayor retención de humedad, especialmente en suelos arenosos de Fonseca.
 - Incremento de la materia orgánica visible a simple vista.
 - Recuperación de lombrices e insectos benéficos en zonas previamente degradadas.
2. Comportamiento de cultivos
Los cultivos de lechuga, cilantro, tomate y plantas aromáticas presentaron:
 - Incremento notable en el vigor y tama-

ño de las plantas. Aumento del número de hojas y raíces secundarias.

- Menor incidencia de plagas en comparación con las parcelas sin bioabono.
- En la IE Rural Gladis Bonilla Gil y la Institución Etnoeducativa Caicemapa los estudiantes reportaron que, después de cuatro semanas de aplicación, las plantas lograron un crecimiento más uniforme, lo cual facilitó el manejo y las labores de cosecha.

3. Reducción del uso de insumos químicos

Las instituciones redujeron entre un 60 % y un 80 % el uso de fertilizantes comerciales, gracias a la eficiencia del bioabono EM, representando además un alivio económico para los programas de agricultura escolar.

Impacto educativo y comunitario.

Más allá de los resultados técnicos, el proyecto promovió aprendizajes significativos:

- Los estudiantes desarrollaron competencias científicas a través de la observación, la experimentación y el análisis de resultados.
- Se fortaleció el trabajo colaborativo mediante actividades grupales de recolección, fermentación y aplicación del bioabono.
- Las instituciones integraron los resultados a proyectos pedagógicos ambientales (PRAE), fortaleciendo su pertinencia curricular.
- La participación de docentes, padres y líderes comunitarios generó apropiación social del conocimiento y motivó la continuidad del proyecto.

Los hallazgos confirman que la producción de bioabonos EM no solo mejora los sistemas agrícolas escolares, sino que también transforma la manera en que la comunidad educativa percibe la sostenibilidad, el cuidado del ambiente y el valor productivo de los residuos orgánicos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos coinciden con estudios previos sobre el uso de EM como agentes mejoradores del suelo, destacando su capacidad para acelerar la descomposición, aumentar la disponibilidad de nutrientes y activar el microbiota benéfico.

Asimismo, la captura de hongos nativos mediante trampas confirma que los microorganismos autóctonos pueden integrarse efectivamente a procesos de fermentación controlada, fortaleciendo su adaptabilidad al clima cálido y seco de La Guajira.

El proyecto demostró que las instituciones educativas rurales pueden adoptar tecnologías sostenibles de bajo costo, integrarlas a procesos de enseñanza y obtener impactos tangibles en la producción orgánica escolar. Este enfoque agroecológico, acompañado del dinamismo pedagógico promovido por Tecnoacademia, abre puertas para futuras investigaciones relacionadas con microbiología del suelo, biofertilización y adaptación climática local.

CONCLUSIÓN

La ejecución del proyecto de producción de bioabonos EM en las instituciones educativas rurales del departamento de La Guajira, específicamente en los municipios de Fonseca y Distracción, permitió demostrar que la integración de prácticas agroecológicas con procesos formativos fortalece la sostenibilidad ambiental y la autonomía productiva de las comunidades escolares. A través de la captura de hongos nativos mediante trampas, la identificación de levaduras en diferentes condiciones de temperatura y el análisis de residuos orgánicos propios de cada institución, los estudiantes desarrollaron competencias científicas esenciales para comprender los procesos microbiológicos involucrados en la transformación de la materia orgánica.

El análisis de estiércoles, residuos vege-

tales y desechos alimentarios fortaleció la visión de los estudiantes sobre la importancia del reciclaje orgánico y evidenció que los recursos disponibles en su entorno inmediato pueden ser aprovechados para la elaboración de bioabonos de alta calidad. La producción controlada de los EM y su aplicación en las huertas escolares de Fonseca y Distracción demostraron mejoras significativas en la estructura del suelo, en la retención de humedad y en el vigor de los cultivos, además de una notable reducción en el uso de fertilizantes agroquímicos comerciales.

Este proyecto reafirma que las instituciones educativas rurales de La Guajira pueden convertirse en escenarios de innovación y aprendizaje significativo cuando cuentan con estrategias pertinentes y acompañamiento técnico especializado, como el brindado por el programa Tecnoacademia del SENA – SENNOVA. Asimismo, evidencia que los estudiantes pueden asumir un rol activo en el cuidado del ambiente y en la implementación de prácticas agrícolas sostenibles que aportan al desarrollo rural de sus comunidades.

En conclusión, la articulación entre ciencia, educación y territorio permitió que los municipios de Fonseca y Distracción avanzaran en la adopción de prácticas de producción orgánica adaptadas a las condiciones locales, dejando capacidades instaladas que contribuirán a la continuidad y expansión de iniciativas agroecológicas en toda la región de La Guajira.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Higa, T., & Parr, J. F. (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Center.
- Illera-Vives, M., López-Piñeiro, A., & Albarrán, A. (2015). Compostaje y biofertilización: efectos sobre la fertilidad del

suelo y el crecimiento vegetal. *Revista de Agroecología y Desarrollo Rural*, 12(2), 45–58.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Guía para la implementación de prácticas agroecológicas en instituciones educativas rurales. Bogotá, Colombia.

Pérez, A., & Rojas, L. (2018). Producción de bioabonos a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficientes en comunidades rurales. *Revista Colombiana de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 55–67.

Soto, J. (2018). Bioabonos y su impacto en la productividad agrícola en zonas semiáridas. Universidad Nacional de Colombia.

Zamora, C., & Peñuela, L. (2021). Efecto de microorganismos eficientes (EM) en la fermentación y calidad de biofertilizantes líquidos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 23(2), 92–108.

Higa, T., & Parr, J. F. (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Center.

Illera-Vives, M., López-Piñeiro, A., & Albarrán, A. (2015). Compostaje y biofertilización: efectos sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento vegetal. *Revista de Agroecología y Desarrollo Rural*, 12(2), 45–58.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Guía para la implementación de prácticas agroecológicas en instituciones educativas rurales. Bogotá, Colombia.

Pérez, A., & Rojas, L. (2018). Producción de bioabonos a partir de residuos orgá-

nicos y microorganismos eficientes en comunidades rurales. *Revista Colombiana de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 55–67.

Soto, J. (2018). Bioabonos y su impacto en la productividad agrícola en zonas semiáridas. Universidad Nacional de Colombia.

Zamora, C., & Peñuela, L. (2021). Efecto de microorganismos eficientes (EM) en la fermentación y calidad de biofertilizantes líquidos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 23(2), 92–108.