

iCAFE
Instituto del Café de Costa Rica

VALIDACIÓN DE FERTIPELLET: INNOVACIÓN REGENERATIVA PARA UN CAFÉ SOSTENIBLE

Lecciones aprendidas

Concurso
Innova Verde
Edición Café

TRANSFORMA-INNOVA

COFINANCIADO POR:
Unión Europea
Fomentado por:
Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima
Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección de los Consumidores
en virtud de una decisión del Bundestag alemán
IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

IMPLEMENTADO POR:
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
CATIE Solutions for the Inclusive Green Development / Soluciones para el Desarrollo Verde Inclusivo
CONSERVACIÓN INTERNACIONAL Costa Rica
CRUSA
FUNBAM
PNUD

Acerca del Concurso INNOVA VERDE, Edición Café

El Concurso de Ideas **INNOVA VERDE – Edición Café** fue liderado por el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) en el marco del programa **TRANSFORMA-INNOVA: "Rutas Transformadoras de Baja Emisión de Carbono y Resiliente al Clima en Costa Rica: Agricultura Climáticamente Inteligente y Cadenas de Valor"**. Este programa promueve la transformación de los sistemas de producción agropecuaria (café, ganadería y musáceas) y azul hacia cadenas de valor sostenibles, biodiversas, bajas en carbono y resilientes al clima en Costa Rica.

El programa TRANSFORMA-INNOVA es co-financiado por la Unión Europea junto al Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK) y el Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Protección de los Consumidores (BMUV) de Alemania, a través de la Iniciativa Climática Internacional (IKI). Además, es implementado en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), y ejecutado por la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Conservación Internacional (CI-CR), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Fundación Costa Rica Estados Unidos para la Cooperación (CRUSA) y la Fundación Banco Ambiental (FUNBAM).

TRANSFORMA-INNOVA

EN COORDINACIÓN CON:

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA | GOBIERNO DE COSTA RICA / MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA / INSTITUTO COSTARRICENSE PESCA Y ACUICULTURA / SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN / DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

COFINANCIADO POR:

Unión Europea

Fomentado por:

Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima | Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección de los Consumidores

en virtud de una decisión del Bundestag alemán

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

IMPLEMENTADO POR:

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH | CATIE | CONSERVACIÓN INTERNACIONAL Costa Rica | CRUSA | FUNBAM | PNUD

Tabla de contenidos

1 Resumen ejecutivo

2 Introducción

3 Contexto

4 Solución

5 Lecciones aprendidas

6 Replicabilidad y escalabilidad

7 Referencias

8 Créditos

RESUMEN EJECUTIVO

Validación de fertipellet: Innovación regenerativa para un café sostenible

La caficultura costarricense enfrenta crecientes desafíos ambientales y sociales, exacerbados por el **uso intensivo de fertilizantes nitrogenados**, principales responsables de las emisiones agrícolas de óxido nitroso (N_2O), un potente gas de efecto invernadero. Paralelamente, las mujeres caficultoras se ven limitadas por barreras como el **escaso acceso a tierra, crédito y asistencia técnica**, lo que reduce su resiliencia climática.

Ante este contexto, la empresa ECOM, a través de su división de Servicios de Manejo Sostenible (SMS), desarrolló y validó una alternativa regenerativa: el SMS Fertipellet, un fertilizante órgano-mineral, y el bioinsumo SMS Biol, enriquecido con bacterias fijadoras de nitrógeno, ambos productos registrados ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). Con el apoyo del Concurso de Ideas INNOVA-VERDE de ICAFE, se implementó un **piloto en 27 fincas lideradas por mujeres** en tres regiones de Costa Rica.

Los resultados preliminares muestran que todas las parcelas experimentales mantuvieron **niveles óptimos de nitrógeno foliar**, **más del 70 % redujo la acidez del suelo y se observó una mejora en la diversidad microbiana**. Además, se estima una reducción de emisiones durante la validación de **91 toneladas de CO_2e.**

Este modelo, que integra **innovación técnica, participación activa de mujeres y validación científica**, ofrece una ruta hacia una caficultura regenerativa, baja en carbono y socialmente inclusiva, con potencial de escalabilidad y alineación con los compromisos climáticos nacionales.





INTRODUCCIÓN

Este documento resume las **lecciones aprendidas** durante la validación de SMS Fertipellet, un fertilizante órgano-mineral desarrollado por ECOM y evaluado en más de 20 fincas lideradas por productoras de café, en el marco del Concurso de Ideas INNOVA VERDE – Edición Café. A partir de entrevistas con personal de ECOM y de una visita de campo, describimos la experiencia de validar un insumo alternativo que busca reducir la huella de carbono del sector y ofrecer una opción viable para el sector cafetalero de Costa Rica.

Este documento **no es una publicación técnica definitiva**. Los hallazgos presentados resultan de una evaluación realizada en el ciclo de cosecha 2023-2024 y compartidos por ECOM.

Nuestro propósito es brindar a personas productoras, personal técnico y cooperantes una **síntesis de un caso práctico asociado a la fertilización de bajo impacto**. Los parámetros evaluados en esta experiencia podrían verse influenciados por Buenas Prácticas Agrícolas empleadas en cada parcela experimental, y reconocemos que la cosecha 2024-2025 será clave para profundizar la evaluación. Invitamos a las personas lectoras a usar estos hallazgos como base para nuevas investigaciones, diálogo técnico y colaboraciones que fortalezcan la sostenibilidad de la caficultura costarricense.

CONTEXTO

La transición hacia una caficultura más resiliente al clima no será posible sin reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos y sin cerrar las brechas de género que limitan el acceso de las productoras a recursos, tecnología y asistencia técnica

Desafíos de sostenibilidad en la caficultura costarricense

La caficultura en Costa Rica enfrenta crecientes desafíos de sostenibilidad derivados, en gran parte, del uso intensivo de fertilizantes químicos nitrogenados. Esta práctica ha contribuido significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), particularmente de óxido nitroso (N_2O), un gas con un potencial de calentamiento global 265 veces mayor que el dióxido de carbono. Adicionalmente, ha generado impactos negativos sobre los suelos cafetaleros, como la acidificación y la pérdida de biodiversidad microbiana, afectando la salud integral de los agroecosistemas (Segura & Andrade, 2012).
Más allá de sus implicaciones ambientales, esta dependencia de insumos sintéticos representa una barrera técnica y económica para la transición hacia sistemas de producción más sostenibles, como los modelos agroecológicos u orgánicos. Experiencias previas han evidenciado que el reemplazo de fertilizantes convencionales se ha intentado sin contar con una caracterización adecuada de los insumos alternativos ni evidencia de campo que respalde su efectividad agronómica. Esta falta de validación técnica ha limitado su adopción sostenida entre productores y productoras.

Vulnerabilidad de las mujeres caficultoras al cambio climático

Las mujeres caficultoras en Costa Rica enfrentan múltiples barreras que aumentan su vulnerabilidad frente al cambio climático. Menos del 20 % de las personas productoras son mujeres, y estas poseen menos del 10 % de la superficie agrícola, lo que limita su acceso a recursos productivos y asistencia técnica. Adicionalmente, tienen menor acceso al crédito y enfrentan altos niveles de informalidad (alrededor del 80 %), lo que restringe su capacidad de adaptación. Estas desigualdades, combinadas con la división sexual del trabajo y la reproducción de estereotipos de género, hacen que el impacto del cambio climático recaiga de forma desproporcionada sobre las mujeres del sector agro, quienes tienen menos acceso a medios de adaptación efectivos (INAMU, PNUD, MAG & IICA, 2022).

Validación de una alternativa órgano-mineral: SMS Fertipellet

En respuesta a esta problemática, el grupo empresarial ECOM, a través de sus filiales Hacienda San Ignacio, FJ Orlich & Hnos y Cafinter en Costa Rica, identificó una oportunidad para validar un fertilizante órgano-mineral en forma de pellet, desarrollado por su división de Servicios de Manejo Sostenible (SMS). Este insumo, conocido como SMS Fertipellett, combina un 37 % de materia orgánica estabilizada con nutrientes minerales (2 % de nitrógeno, 3.3 % de fósforo y 14.4 % de potasio) y cuenta con registro ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Según estimaciones preliminares de la empresa, su uso podría mitigar hasta un 33 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con fertilizantes sintéticos tradicionales.

Gracias al apoyo del Concurso de Ideas INNOVA VERDE - Edición Café, liderado por el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), fue posible evaluar el fertipellet en condiciones reales de finca, con el objetivo de generar evidencia técnica sobre su desempeño agronómico, los efectos fisiológicos en el cultivo de café y su impacto en el suelo. Según Xing, Xie y Wang (2025), los análisis foliares y de suelo permiten anticipar deficiencias nutricionales, optimizar el uso de insumos, reducir impactos ambientales y mejorar la salud del suelo, consolidándose como una herramienta clave para una producción agrícola eficiente y sostenible.

Por otra parte, una minoría de las fincas proveedoras de ECOM en Costa Rica pertenecen a mujeres. En este sentido, el proyecto ofreció una oportunidad para fortalecer la inclusión de mujeres productoras, facilitándoles el acceso a prácticas más bajas en carbono y resilientes al clima, insumos donados (fertipellet), y espacios de formación y acompañamiento técnico, contribuyendo así a su resiliencia frente al cambio climático.





SOLUCIÓN

Con el objetivo de promover una caficultura regenerativa, baja en emisiones y con mayor igualdad de género, la división de Servicios de Manejo Sostenible (SMS) de ECOM implementó una estrategia basada en **innovación técnica, colaboración multiactor y participación femenina**.

El modelo de intervención priorizó a mujeres caficultoras afiliadas a FJ Orlich & Hnos como **agentes clave en la transición hacia sistemas agroecológicos resilientes al clima**. Se seleccionaron **27 fincas lideradas por mujeres** para validar en campo dos insumos desarrollados por ECOM: **SMS Fertipellet**, fertilizante órgano-mineral, y **SMS Biol**, bioinsumo enriquecido con bacterias fijadoras de nitrógeno.



Implementación

El piloto se ejecutó en tres zonas estratégicas para la caficultura nacional: **Valle Occidente** (Naranjo, Grecia, Sarchí, Palmares), **Valle Oriente** (Turrialba, Orosí, Tablón) y la **Zona Sur**. En cada finca se aplicó un tratamiento de los insumos **en una parcela de una hectárea**, que incluyó:

- 10 sacos de fertipellet SMS.
- 8 litros de SMS Biol, enriquecido con bacterias fijadoras de nitrógeno.
- 2 análisis de suelo y 2 análisis foliares (pre y post aplicación).
- 6 pruebas BeCrop® en casos seleccionados, para evaluar el microbioma del suelo.





La estrategia incluyó las siguientes **fases**:

1. **Selección de beneficiarias** con prácticas agroecológicas previas.

2. **Diagnóstico técnico (línea base),** incluyendo análisis foliares y de suelo, y preparación del paquete nutricional.

3. **Aplicación de insumos** de SMS en parcelas experimentales, sustituyendo **un ciclo completo** de fertilización química durante el periodo de cosecha 2023-2024.

4. **Monitoreo técnico** con indicadores agronómicos y edáficos, y en casos seleccionados, microbiológicos, tras concluir todos los ciclos de fertilización del periodo de cosecha



Resultados

Con base en los resultados presentados por ECOM (2025), correspondientes al proceso de validación realizado durante la **cosecha 2023-2024** y un periodo de evaluación menor a 9 meses, se destacan los siguientes hallazgos:



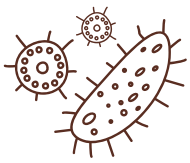
Salud del suelo

- **Más del 60 %** de las parcelas experimentales mejoraron o mantuvieron su porcentaje de **materia orgánica** (algunas con aumentos de hasta 2.2 %), **su relación C/N** (hasta +0.6), y **niveles de calcio y magnesio.**
- **Más del 70 %** registró una **reducción de acidez** del suelo (hasta 0.55 unidades de pH).



Nitrógeno foliar

El **100 %** de las parcelas experimentales mantuvieron **niveles óptimos** de nitrógeno foliar (entre 2.8 y 3.2 %)



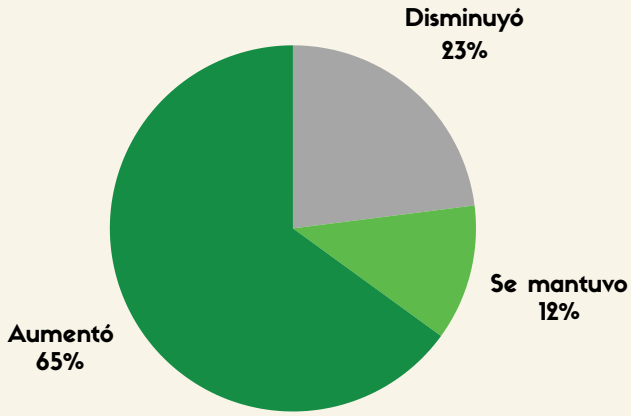
Diversidad microbiana

El **100 %** de las parcelas analizadas con BeCrop® mostraron un **aumento en la diversidad taxonómica** del microbioma del suelo. Una mayor diversidad microbiana mejora la salud del suelo, favorece la disponibilidad de nutrientes y fortalece la resiliencia del cultivo.

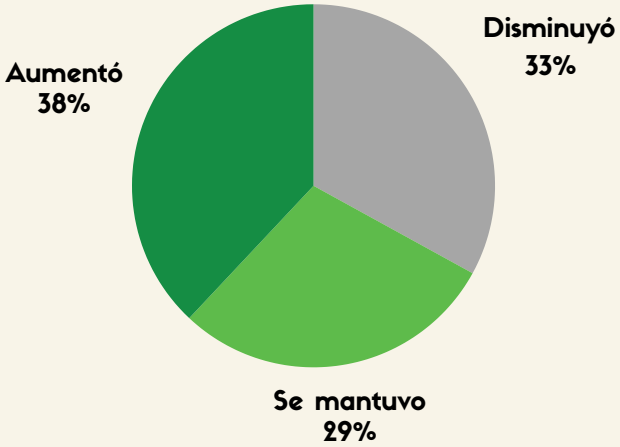
Salud del suelo

Efecto sobre el total de parcelas del estudio

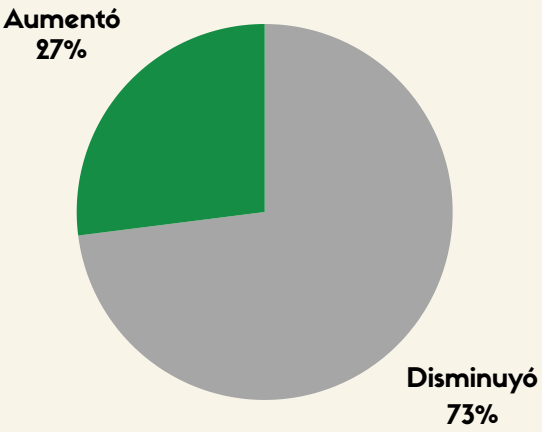
Relación C/N

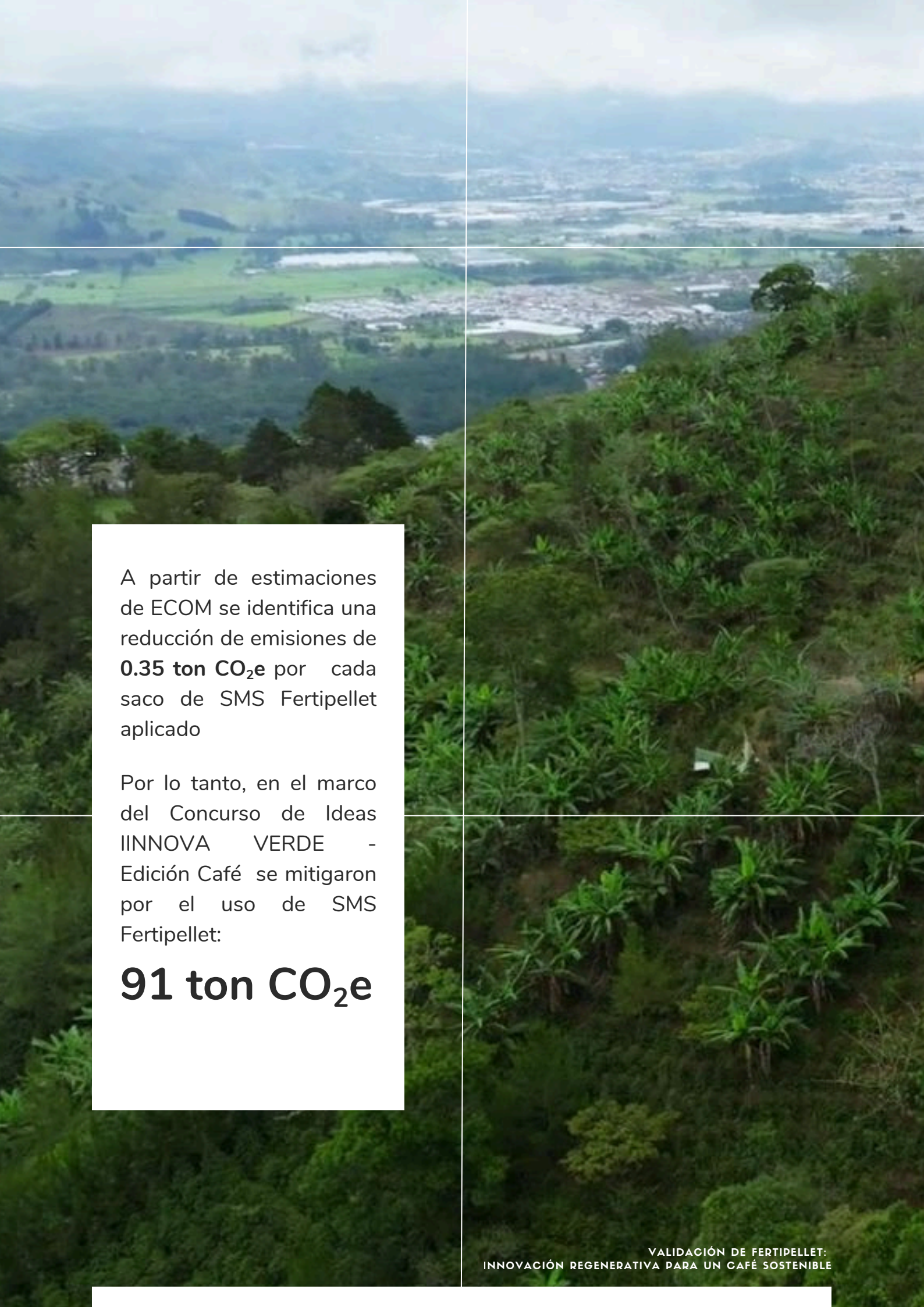


Porcentaje de materia orgánica



Acidez de suelo





A partir de estimaciones de ECOM se identifica una reducción de emisiones de **0.35 ton CO_2e** por cada saco de SMS Fertipellet aplicado

Por lo tanto, en el marco del Concurso de Ideas IINNOVA VERDE - Edición Café se mitigaron por el uso de SMS Fertipellet:

91 ton CO_2e

LECCIONES APRENDIDAS

La implementación del proyecto en el marco del Concurso de Ideas Innova Verde - Edición Café dejó aprendizajes valiosos sobre los elementos que facilitaron su éxito, así como los desafíos que es necesario anticipar y gestionar en futuras réplicas o escalamientos:

Factores de éxito



Productoras seleccionadas

Participación de productoras con **afinidad hacia prácticas regenerativas** y contar con un **equipo de ejecución experimentado** que comunicó, adaptó y y acompañó el proceso en campo facilitó la aceptación de la tecnología.



Respaldo técnico disponible

La investigación previa realizada por ECOM desde años atrás permitió entender **cómo, cuándo y cuánto aplicar el producto**, brindando seguridad y claridad para la implementación.



Alianzas estratégicas

El apoyo de socios clave y una mentalidad común enfocada en sostenibilidad aceleraron la ejecución del proyecto.



DESAFÍO

Uno de los principales desafíos del proyecto fue **la programación según los ciclos agrícolas entre las distintas regiones cafetaleras.** Las ventanas óptimas para aplicar el fertipellet y el biol variaban significativamente según las condiciones agroclimáticas locales, lo que dificultó la planificación y ejecución de un cronograma homogéneo. Esta situación obligó al equipo técnico a **adaptar las fechas de aplicación y los protocolos operativos** en función del contexto específico de cada zona.

REPLICABILIDAD Y ESCALABILIDAD



Replicabilidad

La evaluación en campo de corto plazo del SMS Fertipellet, respaldada por evidencia científica, representa un avance clave en su validación. Este avance sienta bases para el desarrollo de insumos alternativos y adaptados al contexto cafetalero costarricense.

La posibilidad de replicar esta innovación dependerá de futuras investigaciones que validen con mayor profundidad sus efectos sobre la salud del suelo y el cultivo. Para ello, será clave realizar estudios a largo plazo en diversas regiones cafetaleras, que permitan comprobar estos efectos y ajustar la dosificación del SMS Fertipellet.

Se recomienda que estas investigaciones se orienten a comprender mejor las necesidades nutricionales del cultivo, con el fin de establecer una dosificación estandarizada que facilite su adopción a mayor escala.

La investigación continua es esencial para transformar un avance prometedor en una tecnología escalable y confiable para el sector cafetalero.

Escalabilidad

Esta solución tiene alto potencial de escalamiento, pero requiere superar desafíos técnicos y sociales. Asimismo, es recomendable complementar su validación técnica con una evaluación a mayor plazo, idealmente más allá de una cosecha. Entre los principales retos para el escalamiento se encuentran:

Resistencia al cambio

Para superar este desafío es necesario implementar **estrategias de comunicación** que refuercen la confianza en la tecnología, sustentadas en evidencia técnica sólida que demuestre:

- Mantención o mejora de la productividad,
- Contribución a la reducción de la huella de carbono, un atributo cada vez más valorado en el mercado.

Recursos económicos

La escalabilidad puede verse favorecida por:

- Disponibilidad de **financiamiento para la innovación**,
- **Colaboración activa de actores clave en la cadena de valor** que pueden incentivar la adopción mediante subsidios o incentivos, reduciendo las barreras económicas para las personas productoras y **compartiendo la responsabilidad de costos asociados**.

Alianzas estratégicas

La coordinación con otras iniciativas existentes es fundamental para evitar la duplicación de esfuerzos, **optimizar recursos**, y favorecer la adopción de la tecnología.



REFERENCIAS

ECOM. (2025). Innova Verde: Resultados a nivel foliar, suelo y secuestro de carbono [Presentación no publicada]. División de Servicios de Manejo Sostenible (SMS), Grupo ECOM.

INAMU, PNUD, MAG, & IICA. (2022). Brechas de género en el acceso a recursos productivos, crédito, asistencia técnica y tenencia de tierra en organizaciones agropecuarias [Informe]. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de las Mujeres.

Segura, M. A., y Andrade, H. J. (2012). Huella de carbono en cadenas productivas de café (coffea Arabica l.) con diferentes estándares de certificación en Costa Rica. Luna Azul, (35), 60–77. Recuperado a partir de https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1726

Xing, Y, Xie. Y y Wang, X. (2025). Enhancing soil health through balanced fertilization: a pathway to sustainable agriculture and food security. Front. Microbiol. 16:1536524. doi: 10.3389/fmicb.2025.1536524

CRÉDITOS

Agradecemos a todas las personas e instituciones que colaboraron en este proceso, incluyendo a la Sra. Emérita Trejos Cordero (Finca Los Campos) y Victor Daniel Mora Dittel (FJ Orlich & Hnos). Un agradecimiento especial a Bryan Serrano (SMS, ECOM) y Henry Vílchez (SMS, ECOM) por sus contribuciones para preparación de contenido y compromiso a lo largo del proyecto.

Expresamos nuestro agradecimiento a la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) por encargar este trabajo en el marco del programa TRANSFORMA-INNOVA, cofinanciado por la la Unión Europea junto al Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK) y el Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Protección de los Consumidores (BMUV) de Alemania, a través de la Iniciativa Climática Internacional (IKI

Las opiniones expresadas en este documento no reflejan necesariamente el punto de vista de las organizaciones que brindaron apoyo para su elaboración.

Autor: Antony Torres Solano
Coordinación y revisión técnica: José Fabio Sojo Chaves (ICAFE)
Fotografías: Salvo que se indique lo contrario, todas las fotografías de este informe son propiedad del Instituto del Café de Costa Rica.

© 2025 Instituto del Café de Costa Rica. Todos los derechos reservados.

Contacto

Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE)
San Pedro de Barva, Heredia, Costa Rica

icafe.cr

