

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S



**Mitigación de la Erosión en Cultivos Agrícolas con Abonos Orgánicos en Paz de Río,
Boyacá**

Jairo Alonso Pinzón Amaya

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

enero de 2025

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S

**Mitigación de la Erosión en Cultivos Agrícolas con Abonos Orgánicos en Paz de Río,
Boyacá**

Jairo Alonso Pinzón Amaya

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesor

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

enero de 2025

Contenido

| | |
|---|----|
| Lista de tablas | 5 |
| Lista de figuras | 6 |
| Lista de anexos..... | 6 |
| Resumen | 7 |
| Abstract..... | 8 |
| Introducción..... | 10 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 12 |
| 1.1 La pregunta de investigación..... | 14 |
| 1.2 Los objetivos de investigación | 14 |
| 1.2.1 Objetivo general..... | 14 |
| Objetivos específicos | 14 |
| 1.3 Justificación de la investigación..... | 15 |
| 2. MARCO DE REFERENCIA..... | 17 |
| 2.1 Marco de Antecedentes | 19 |
| 2.2 Marco Teórico..... | 22 |
| 2.2.1 Historia Del Compostaje..... | 23 |
| 2.2.2 Aspectos Técnicos Del Compostaje..... | 23 |
| 2.2.3 Sistemas de Compostaje | 24 |
| 2.2.4 Lombricultura: Conceptos Fundamentales..... | 24 |
| 2.3 Marco normativo..... | 25 |
| 3. METODOLOGÍA | 26 |
| 3.1 Enfoque y alcance de la investigación | 27 |
| 3.2 Población y muestra | 28 |
| 3.2.1 Definición de la población..... | 28 |
| 3.2.2 Cálculo y selección de la muestra | 29 |
| 3.3 Instrumento(s)..... | 30 |
| 3.3.1 Observación..... | 31 |
| 3.3.2 Encuesta..... | 31 |

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S

| | | |
|--------|--|----|
| 3.3.3 | Análisis Documental..... | 32 |
| 3.3.4 | Datos Recolectados..... | 33 |
| 3.3.5 | Análisis Documental..... | 34 |
| 3.4 | Descripción de procedimientos..... | 38 |
| 3.4.1 | Fase 1: Preparación y Planificación..... | 38 |
| 3.4.2 | Fase 2: Recolección de Información en el Campo..... | 39 |
| 3.4.3 | Fase 3: Análisis de Datos..... | 40 |
| 3.5 | Análisis de información..... | 40 |
| 3.5.1 | Herramienta de Datos..... | 41 |
| 3.5.2 | Análisis de Resultados..... | 43 |
| 3.6 | Consideraciones éticas..... | 46 |
| 3.6.1 | Consentimiento informado y participación voluntaria..... | 46 |
| 3.6.2 | Protección de la privacidad y confidencialidad..... | 47 |
| 3.6.3 | Respeto por la comunidad y el contexto local..... | 47 |
| 3.6.4 | Compromiso con el beneficio colectivo..... | 47 |
| 3.6.5 | Uso ético y responsable de los resultados..... | 48 |
| 3.6.6 | Instrumentos de aceptación y autorización..... | 48 |
| 4. | HIPÓTESIS..... | 48 |
| 4.1 | Las variables..... | 49 |
| 4.1.1. | Variable independiente..... | 49 |
| 4.1.2. | Variable(s) dependiente(s)..... | 50 |
| 4.2 | Planteamiento de hipótesis..... | 50 |
| 5 | RESULTADOS..... | 51 |
| 5.1 | Análisis documental..... | 51 |
| 5.1.1 | Criterios de selección..... | 54 |
| 5.1.2 | Resultados del análisis..... | 54 |
| 5.1.3 | Observaciones en campo..... | 55 |
| 5.1.4 | Síntesis de resultados..... | 56 |
| 5.1.5 | Presentación de resultados..... | 56 |
| 5.2 | Propuesta al sector..... | 69 |
| 5.2.1 | Estrategia 1: Implementación de Abonos Orgánicos Derivados de Lombricultura..... | 69 |
| 5.2.2 | Estrategia 2: Diagnóstico Integral del Estado del Suelo..... | 70 |

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S

| | | |
|-------|--|----|
| 5.2.3 | Estrategia 3: Restauración de Suelos con Cobertura Vegetal | 70 |
| 5.2.4 | Estrategia 4: Monitoreo y Seguimiento del Impacto en el Suelo..... | 71 |
| 5.3 | Discusión..... | 72 |
| 6 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 74 |
| 6.1 | CONCLUSIONES..... | 74 |
| 6.2 | RECOMENDACIONES | 78 |
| 7 | Referencias..... | 82 |
| | Anexos..... | 84 |

Lista de tablas

| | | |
|---------|---|----|
| Tabla 1 | Ejemplos relevantes. | 55 |
| Tabla 2 | Observaciones realizadas en campo. | 55 |
| Tabla 3 | Tabla resumen | 66 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Vista aérea del municipio de Paz de Río | 18 |
| Ilustración 3 Porcentaje de participantes por edad..... | 57 |
| Ilustración 4 Nivel de educación de los participantes. | 58 |
| Ilustración 5 Experiencia en agricultura..... | 58 |
| Ilustración 6 Tamaño de parcela..... | 59 |
| Ilustración 7 Uso de abonos orgánicos. | 60 |
| Ilustración 8 Tipo de abono utilizado..... | 60 |
| Ilustración 9 Familiarización con la lombricultura. | 61 |
| Ilustración 10 Percepción de mejora. | 62 |
| Ilustración 11 Aumento en la productividad. | 62 |
| Ilustración 12 Percepción de cambios en la calidad del suelo..... | 63 |
| Ilustración 13 Consideración del uso de abonos orgánicos como practica sostenible a largo plazo. | 63 |
| Ilustración 14 Participación en capacitaciones o talleres. | 64 |
| Ilustración 15 Consideración de los talleres o capacitaciones en la mejora de las practicas agrícolas..... | 65 |
| Ilustración 16 Tipo de apoyo más útil por participante..... | 65 |
| Ilustración 17 Gráficos interés en fertilizantes, generación y reutilización de residuos orgánicos y uso de químicos e impacto percibido..... | 67 |

Lista de anexos

Anexo No.1 Instrumento de consentimiento informado.

Anexo No.2 Encuesta.

Resumen

BIO SUELOS BOYACÁ SAS, ubicada en Paz de Río, Boyacá, enfrenta el desafío de producir fertilizantes orgánicos mediante lombricultura. Este proyecto busca equilibrar los costos operativos con un impacto ambiental positivo, pero enfrenta dificultades al enfrentarse a gastos significativos como la adquisición de insumos y el mantenimiento de instalaciones. Estos costos limitan la viabilidad financiera del proyecto, comprometiendo su potencial contribución a la región.

Para abordar esta situación, se llevó a cabo un análisis detallado de costos y presupuestos, utilizando herramientas como el análisis FODA y proyecciones financieras. Se exploraron estrategias adicionales, como la adopción de prácticas de economía circular, enfocadas en la reutilización de residuos orgánicos generados por empresas locales. Estas iniciativas podrían reducir significativamente los costos operativos al minimizar la dependencia de insumos externos y optimizar el uso de los recursos disponibles en la región. Además, entrevistas con expertos y un estudio de mercado regional sirvieron como base para evaluar las oportunidades de mejora.

Los resultados mostraron que la implementación de técnicas de reutilización de residuos orgánicos podría generar ahorros significativos. Por ejemplo, transformar desechos agrícolas locales en materia prima permitiría reducir los gastos de transporte y la adquisición de insumos externos. Con estas medidas, las proyecciones financieras indican que BIO SUELOS BOYACÁ SAS podría alcanzar un retorno positivo de inversión en los primeros tres años de operación. Esto no solo mejoraría la viabilidad económica del proyecto, sino que también contribuiría a un impacto ambiental más positivo.

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S

BIO SUELOS BOYACÁ SAS tiene el potencial de liderar prácticas sostenibles en la región, demostrando que la producción de fertilizantes orgánicos es una opción viable y beneficiosa tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Sin embargo, el éxito a largo plazo dependerá de una gestión estratégica constante y la creación de alianzas con actores locales. Este enfoque garantizará una operación eficiente y un impacto significativo en el desarrollo agrícola y social de Boyacá.

Palabras clave: Agricultura regenerativa, fertilizantes orgánicos, innovación sostenible, equilibrio ambiental, desarrollo comunitario, residuos valorizados, Paz de Río, Colombia.

Abstract

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S, located in Paz de Río, Boyacá, faces the challenge of producing organic fertilizers through vermiculture while balancing operational costs with environmental sustainability. Major expenses, such as acquiring supplies and maintaining facilities, limit the project's profitability, compromising its potential positive impact on the region.

The study's approach included a detailed analysis of costs and budgets, complemented by tools such as SWOT analysis and financial projections. Additionally, circular economy practices, such as utilizing organic waste from local companies, were considered to identify optimization opportunities. These strategies were evaluated through expert interviews and a regional market study.

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S

The analysis revealed that implementing techniques for reusing organic waste could significantly reduce operational costs. For instance, converting local agricultural waste into raw materials eliminates transportation and external supply expenses. Financial projections indicate that these measures would enable a positive return on investment within the first three years of operation, improving both the project's economic viability and environmental impact.

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S has the potential to lead sustainable practices in the region, demonstrating that producing organic fertilizers is both feasible and beneficial for the environment. However, long-term success depends on continuous strategic management and partnerships with local stakeholders. This approach ensures not only efficient operations but also a positive impact on the agricultural and social development of Boyacá.

Keywords: Agricultura regenerativa, fertilizantes orgánicos, innovación sostenible, equilibrio ambiental, desarrollo comunitario, residuos valorizados, Paz de Río, Colombia.

Introducción

La degradación de los suelos agrícolas representa un desafío global que afecta tanto la sostenibilidad ambiental como la seguridad alimentaria. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), más del 33% de los suelos a nivel mundial presentan algún grado de degradación, producto del uso excesivo de agroquímicos y la falta de estrategias efectivas para conservar su fertilidad (FAO, 2021). En América Latina, esta problemática adquiere una relevancia particular debido a la riqueza de sus ecosistemas agrícolas, los cuales enfrentan una creciente amenaza de pérdida de productividad si no se implementan medidas correctivas.

En Colombia, el manejo inadecuado de los residuos orgánicos contribuye significativamente a la degradación de los suelos. Solo el 17% de estos residuos son aprovechados, lo que resalta una brecha importante frente al potencial que tiene su transformación en productos como abonos orgánicos (Departamento Nacional de Planeación, 2020). En este contexto, la situación en el municipio de Paz de Río, Boyacá, refleja la interacción entre las problemáticas ambientales y las dinámicas socioeconómicas.

Tradicionalmente, la economía de Paz de Río ha estado vinculada a la explotación minera de recursos como el carbón y el hierro. Sin embargo, la caída de los precios de estos minerales ha llevado a la comunidad a considerar el retorno a la agricultura como una fuente alternativa de ingresos. Pese a ello, la transformación de extensas áreas agrícolas en plantaciones de eucalipto, destinadas a la producción de madera para uso minero, ha intensificado la erosión de los suelos. Estas condiciones se ven agravadas por la ausencia de una planta local para el aprovechamiento

de los residuos orgánicos y el uso indiscriminado de agroquímicos, factores que limitan significativamente la recuperación de los terrenos destinados a la agricultura.

Este informe está organizado en capítulos que ofrecen una visión completa del proyecto y sus resultados. El primer capítulo contextualiza la problemática, detallando la pregunta de investigación y los objetivos que guiaron el estudio, así como la importancia de abordar la erosión de suelos en la región de Boyacá. En el capítulo dos se establece el marco de referencia, integrando antecedentes, conceptos teóricos esenciales sobre lombricultura y compostaje, y los fundamentos normativos que respaldan la viabilidad del proyecto. La metodología, presentada en el capítulo tres, describe el enfoque mixto que combina datos cuantitativos y cualitativos, así como los instrumentos y procedimientos empleados para obtener información precisa y relevante. El capítulo cuatro profundiza en las hipótesis planteadas y las variables que sustentan el análisis del impacto de los abonos orgánicos en la calidad del suelo y la productividad agrícola. En el capítulo cinco se presentan los resultados obtenidos, acompañados de una discusión crítica que incluye propuestas aplicables al sector agrícola local, destacando su potencial para mejorar la sostenibilidad. Por último, el capítulo seis sintetiza las principales conclusiones, subrayando el aporte del proyecto a la regeneración del suelo y el fortalecimiento de la agricultura en la región.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La degradación del suelo y la erosión son problemas crecientes que afectan la sostenibilidad de la agricultura a nivel mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021), un tercio de los suelos del planeta están deteriorados debido a factores como la deforestación, las prácticas agrícolas intensivas y los efectos del cambio climático. Este deterioro de la tierra no solo reduce la capacidad de los suelos para sustentar cultivos, sino que también aumenta la vulnerabilidad de las comunidades agrícolas frente a la inseguridad alimentaria. En este sentido, las prácticas agrícolas sostenibles, como la utilización de fertilizantes orgánicos derivados de lombricultura, se presentan como una solución viable para regenerar la fertilidad del suelo y reducir los efectos negativos de la erosión.

En América Latina, donde la agricultura es esencial para la economía, la situación es especialmente grave. Según el Banco Mundial (2020), la región pierde anualmente más del 3% de su producto interno bruto agrícola debido a la degradación del suelo. En Colombia, aproximadamente el 40% de las tierras agrícolas están afectadas por la pérdida de calidad de los suelos, lo que impacta negativamente en la productividad de cultivos como la papa, el café y el maíz (IDEAM, 2021). Este panorama resalta la urgencia de implementar estrategias de manejo sostenible de los suelos que favorezcan la regeneración y preservación de estos recursos naturales.

Boyacá, una región con una fuerte tradición agrícola, enfrenta graves problemas de erosión del suelo, particularmente en municipios como Paz de Río, donde los agricultores dependen de cultivos como la papa, el maíz y la cebolla. Los pequeños y medianos productores locales luchan por mantener la productividad de sus tierras debido a la degradación de los suelos

y la falta de acceso a soluciones sostenibles. En este contexto, BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S se presenta como una alternativa innovadora, promoviendo la producción de fertilizantes orgánicos mediante lombricultura. Sin embargo, la empresa enfrenta retos importantes, como los elevados costos operativos y la escasez de materias primas locales, que dificultan su capacidad para generar un impacto positivo en la región.

Además, la falta de conocimiento técnico sobre el manejo de residuos orgánicos por parte de los agricultores agrava la situación. Según estudios recientes, una gran proporción de los residuos generados por las actividades agrícolas no se reutiliza adecuadamente, lo que incrementa los costos de producción y reduce las posibilidades de implementar prácticas sostenibles. BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S busca abordar estos problemas mediante capacitaciones dirigidas a los agricultores locales, promoviendo el uso de tecnologías de lombricultura y estrategias de economía circular que permitan transformar los desechos orgánicos en insumos valiosos.

La necesidad de mitigar la erosión en los cultivos y restaurar la capacidad productiva de los suelos en Boyacá es urgente. Este proyecto tiene el potencial de contribuir significativamente a la sostenibilidad agrícola de la región, no solo restaurando la fertilidad de los suelos, sino también promoviendo una economía local más resiliente y menos dependiente de insumos externos. La implementación de estas estrategias también podría posicionar a Boyacá como un referente en prácticas sostenibles, inspirando a otras regiones a adoptar medidas similares para enfrentar los retos de la degradación del suelo y el cambio climático.

1.1 La pregunta de investigación

¿Qué productos derivados de la lombricultura se pueden emplear para recuperar las propiedades y aumentar la productividad de las tierras usadas para cultivos agrícolas, y cuáles son sus efectos en el suelo y el rendimiento en los cultivos?

1.2 Los objetivos de investigación

1.2.1 Objetivo general

Diseñar un plan estratégico para mitigar la erosión del suelo en los cultivos agrícolas de Boyacá, mediante el uso de fertilizantes orgánicos derivados de lombricultura, con el fin de mejorar la sostenibilidad agrícola y restaurar la fertilidad de los suelos en la región.

Objetivos específicos

Identificar las causas raíz y los factores contribuyentes a la erosión del suelo en los cultivos agrícolas de Boyacá, incluyendo prácticas agrícolas inadecuadas, factores climáticos y la pérdida de cobertura vegetal, con el fin de comprender los elementos clave que generan esta problemática en la región.

Evaluar el estado actual de las prácticas agrícolas y las estrategias existentes para mitigar la erosión del suelo en Boyacá, analizando qué metodologías, tecnologías y enfoques están siendo utilizados por los agricultores y autoridades locales para enfrentar la erosión, y cuáles han sido sus resultados hasta el momento.

Desarrollar recomendaciones específicas para la implementación de estrategias efectivas que utilicen técnicas de fertilización orgánica a base de lombricultura, junto con otras prácticas de manejo sostenible del suelo, que contribuyan a la mitigación de la erosión, mejoren la salud del suelo y aumenten la productividad agrícola. en los cultivos de la región.

1.3 Justificación de la investigación

La erosión del suelo es un fenómeno globalmente reconocido como una de las principales amenazas para la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria. Según la FAO (2019), cada año se pierden aproximadamente 75 mil millones de toneladas de suelo fértil en todo el mundo debido a la erosión, lo que compromete la capacidad de los suelos para sustentar la producción agrícola y afecta negativamente los ecosistemas. En el caso de Colombia, la erosión es particularmente grave en zonas agrícolas clave como Boyacá, donde la topografía, la deforestación y las prácticas agrícolas inadecuadas han exacerbado el deterioro de los suelos. En este contexto, el uso de prácticas de fertilización orgánica y la lombricultura se presentan como una solución innovadora y viable, capaz de restaurar la fertilidad de los suelos y mitigar los efectos de la erosión.

La importancia de la investigación radica en la necesidad urgente de encontrar soluciones sostenibles que no solo reduzcan la erosión, sino que también fomenten la regeneración de suelos degradados. El uso de fertilizantes orgánicos a partir de residuos biodegradables, como los generados por la lombricultura, no solo promueve la mejora de la estructura del suelo, sino que también ayuda a reducir la dependencia de insumos químicos, favoreciendo una agricultura más ecológica. De acuerdo con estudios realizados por González y Salazar (2020), la lombricultura

ha demostrado ser eficaz en la restauración de la biodiversidad del suelo y en la mejora de su capacidad de retención de agua, lo cual es fundamental para combatir la erosión.

Desde un punto de vista científico, el enfoque de la lombricultura también responde a los principios de la economía circular, un modelo que promueve la reutilización de recursos y la sostenibilidad. Investigaciones recientes de la Universidad de Ciencias Ambientales de Bogotá (2021) han evidenciado que el aprovechamiento de residuos orgánicos locales para la producción de abonos orgánicos reduce significativamente los costos operativos en la agricultura y, al mismo tiempo, contribuye al ciclo de regeneración de los suelos. Esto resulta especialmente relevante en un país como Colombia, que enfrenta altos índices de contaminación por el uso de fertilizantes y pesticidas químicos.

En términos sociales, la erosión del suelo afecta directamente a las comunidades rurales, que dependen de la agricultura como principal fuente de sustento. Las técnicas de fertilización orgánica y la lombricultura representan una alternativa accesible y sostenible para mejorar la calidad de vida de los agricultores, promoviendo prácticas que no solo son beneficiosas para el medio ambiente, sino que también generan ingresos adicionales y mejoran las condiciones de trabajo en el sector agrícola.

Esta investigación contribuirá significativamente al desarrollo de estrategias efectivas para la mitigación de la erosión del suelo en Boyacá, proporcionando un modelo replicable que pueda ser adoptado por otros territorios agrícolas. Además, aportará al fortalecimiento del conocimiento sobre el manejo sostenible de los suelos y la importancia de prácticas agrícolas responsables, alineadas con los principios de la sostenibilidad.

2. MARCO DE REFERENCIA

El municipio de Paz de Río, ubicado al nororiente del departamento de Boyacá, forma parte de la provincia de Valderrama. Su localización geográfica está determinada por las coordenadas 05°58'59" de latitud norte y 72°45'0" de longitud oeste. Con una altitud promedio de 2,224 metros sobre el nivel del mar y una extensión de 117 km², presenta un clima templado con una temperatura promedio de 16 °C (Municipio de Paz de Río, s.f.)

El territorio limita al norte con los municipios de Sativa sur y Sativa norte; al sur, con Beteitiva y Tasco; al oriente, con Sativa sur y Socha; y al occidente, con Belén y Tutazá. Su población se distribuye entre 9 barrios en la zona urbana, como Brisas del Soapaga, Buenos Aires y Santa Teresa, y 10 veredas en el sector rural, incluyendo Carichana, Chorrera y Socotacito.

Desde el punto de vista hidrográfico, Paz de Río es recorrido por los ríos Chicamocha y Soapaga, acompañados por afluentes como la quebrada Colorada, originada en el páramo del Cazadero, y la quebrada del Estoraque, que delimita parte de su territorio con Beteitiva antes de desembocar en el Chicamocha. Estas características geográficas y ambientales influyen en el potencial de aprovechamiento de recursos naturales, incluido el manejo de residuos orgánicos.

La economía local históricamente ha estado orientada hacia la producción minera, con el hierro y el carbón como principales productos de extracción. No obstante, actividades como la agricultura y la ganadería también han sido parte de su dinámica económica, aunque con una relevancia secundaria. Gracias a la variedad de pisos térmicos, el municipio tiene capacidad para cultivar una diversidad de productos: en las áreas altas se trigo, papa, cebada y habas; mientras

que en las riberas de los ríos Chicamocha y Soapaga predominan los vegetales propios del clima templado. Sin embargo, el bajo aprovechamiento del suelo, la erosión provocada por cultivos de eucalipto y la falta de estrategias sostenibles han reducido su productividad agrícola.

La geográfica y económica de Paz de Río proporciona un marco clave para entender la problemática ambiental asociada a la degradación de suelos y el manejo de residuos orgánicos. Estas condiciones hacen del municipio un caso representativo de la necesidad de implementar soluciones sostenibles como la producción de abonos orgánicos mediante lombricultura. La proximidad de recursos hídricos, la diversidad térmica y los cambios en las dinámicas productivas ofrecen oportunidades estratégicas para revitalizar la agricultura local, contribuyendo al fortalecimiento de su economía y la recuperación de suelos afectados por el abuso de agroquímicos y monocultivos.



Ilustración 1 Vista aérea del municipio de Paz de Río

Fuente: (Municipio de Paz de Río, s.f.)

2.1 Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se priorizaron trabajos publicados en los últimos 7 años (2017-2024) para garantizar la actualidad y relevancia de la información.

Para identificar los trabajos relacionados con el tema de producción de abonos orgánicos mediante lombricultura y la recuperación de suelos agrícolas degradados, se utilizó la ecuación de búsqueda:

“lombricultura AND degradación del suelo AND abonos orgánicos AND sostenibilidad agrícola”.

Suthar, S., & Singh, S. (2018). Vermicompostaje de lodos industriales mezclados con estiércol de vaca para obtener abono rico en nutrientes. *Investigación sobre ciencias ambientales y contaminación*, 25(5), 4473-4485.

Este estudio analiza cómo la lombricultura puede transformar lodos industriales mezclados con estiércol en compost rico en nutrientes. Resalta su eficacia para mejorar la calidad del suelo y reducir la contaminación (Suthar & Singh, 2018).

Relevancia: Apoya la viabilidad técnica del uso de lombrices para el tratamiento de desechos y su aplicación en suelos degradados.

Singh, R., & Gupta, S. (2018). Impacto del vermicompostaje en la salud del suelo y la productividad de los cultivos: un estudio de caso. *Investigación agrícola*, 7(4), 400-412.

(Singh & Gupta, 2018). Este estudio analiza cómo la lombricultura mejora la salud del suelo y aumenta la productividad de cultivos en áreas agrícolas degradadas.

Relevancia: Ofrece evidencia de los beneficios económicos y ambientales de los abonos orgánicos.

Gutiérrez-Miceli, F. A., & Dendooven, L. (2019). Vermicompostaje: Una opción sustentable para el manejo de residuos orgánicos en áreas urbanas. *Revista de Gestión Ambiental*, 236, 295-302.

(Gutiérrez-Miceli & Dendooven, 2019). Este trabajo explora la implementación de lombricultura en zonas urbanas, destacando su capacidad para manejar residuos y generar fertilizantes orgánicos.

Relevancia: Presenta un caso práctico adaptable a zonas rurales con condiciones similares.

Domínguez, J., & Aira, M. (2020). El papel de las lombrices de tierra en el manejo de residuos orgánicos y la mejora de la fertilidad del suelo. *Gestión de residuos*, 118, 74-86.

(Domínguez & Aira, El papel de las lombrices de tierra en el manejo de residuos orgánicos y la mejora de la fertilidad del suelo., 2020). Este artículo destaca el papel de las lombrices en la gestión de residuos orgánicos y su impacto positivo en la fertilidad del suelo, enfatizando su potencial para la agricultura sostenible.

Relevancia: Contextualiza el impacto de la lombricultura como una herramienta para restaurar suelos y reducir residuos.

Moreno-Cadena, A., et al. (2020). Producción de abonos orgánicos mediante lombricultura: Una experiencia en Boyacá, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Agropecuarias*, 33(2), 115-130.

(Moreno-Cadena, et al., 2020). Se documenta un proyecto piloto en Boyacá donde se utilizó lombricultura para producir compost, mostrando resultados alentadores en la mejora de la calidad del suelo.

Relevancia: Contexto regional que refuerza la aplicabilidad del proyecto en Paz de Río.

Sharma, K., & Garg, V. K. (2020). Gestión de residuos orgánicos mediante vermicompostaje: una estrategia sostenible para la mejora de la salud del suelo. *Bioresource Technology*.

(Sharma & Garg, 2020). Detalla la importancia de la lombricultura en la gestión de residuos y su impacto en la recuperación de suelos fértiles.

Relevancia: Respaldos científicos sobre la sostenibilidad y eficacia del método.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2020). Aprovechamiento de residuos orgánicos en Colombia: Retos y oportunidades. Bogotá: DNP.

(Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2020). Informe oficial que evalúa las tasas de aprovechamiento de residuos orgánicos en Colombia y su potencial para contribuir a la sostenibilidad agrícola.

Relevancia: Proporciona datos locales que refuerzan la pertinencia del proyecto.

FAO. (2021). El estado de los recursos del suelo en el mundo.

(FAO, 2021). Informe que examina la degradación de suelos a nivel mundial, señalando la urgencia de implementar estrategias sostenibles como los abonos orgánicos.

Relevancia: Proporciona un marco global sobre la problemática del suelo y respalda la importancia de proyectos locales como el de Paz de Río.

Mendoza, M., & Valverde, C. (2021). Residuos orgánicos y agricultura sostenible: Un análisis desde la lombricultura. *Agro Ciencia*, 55(3), 45-60.

(Mendoza & Valverde, 2021). Revisión de literatura que examina el papel de los abonos orgánicos en la recuperación de suelos agrícolas, con énfasis en prácticas sostenibles.

Relevancia: Proporciona soporte teórico sobre la relación entre residuos orgánicos y sostenibilidad agrícola.

Álvarez, P., & Lozano, R. (2022). Estrategias para la recuperación de suelos mediante abonos orgánicos: Un estudio de caso en América Latina. *Revista Latinoamericana de Suelos*, 28(1), 120-136.

(Álvarez & Lozano, 2022). Analiza casos de recuperación de suelos en América Latina utilizando lombricultura y compostaje.

Relevancia: Similitudes con el contexto de Boyacá en cuanto a degradación y manejo de residuos.

2.2 Marco Teórico

La estructura del marco teórico se orienta hacia la comprensión de aspectos fundamentales relacionados con el proyecto de lombricultura, articulando conceptos clave, beneficios, contexto regional y metodología de implementación.

2.2.1 Historia Del Compostaje

Los residuos han estado ligados a la historia de la humanidad y ambos han presentado grandes cambios después del siglo XIX. El compostaje ha venido evolucionando cíclicamente desde una concepción artística en la antigüedad hacia un estatus científico como respuesta a la sociedad moderna. Los primeros indicios del compostaje pueden aparecer a partir de la agricultura en el tránsito del hombre nómada al sedentario, sin poder precisar una época o sociedad específica. Inicialmente, los residuos eran abandonados por motivo de desplazamiento de las sociedades nómadas y posteriormente se comenzó con alguna práctica como enterrada, quema, alimentación animal o disposición en procesos de precompostaje en las primeras expresiones sedentarias, en donde posiblemente los residuos orgánicos se constituyeron en herramienta para el manejo de los suelos en las civilizaciones antiguas.

2.2.2 Aspectos Técnicos Del Compostaje

Como pudimos apreciar en la historia del compostaje a nivel mundial, el hombre ha venido generando una serie de lecturas de los acontecimientos en torno a los residuos en su entorno, que lo han llevado poco a poco a articular diferentes iniciativas para el manejo de los estos. En esta aproximación a dicho manejo se encuentran prácticas eminentemente empíricas, otras un poco más tecnificadas y otras altamente refinadas.

2.2.3 Sistemas de Compostaje

Tanto en Colombia como en el mundo existen diferentes sistemas de habilitación de los residuos sólidos mediante el compostaje, que dependen de variables como la tecnología, los recursos económicos, los volúmenes y los tipos de residuos

A nivel nacional, el manejo del compostaje se viene desarrollando para habilitar diferentes residuos, principalmente en los sectores de los palmicultores, avicultores, caficultores, cañicultores, ganaderos y floricultores, entre otros. Existe además un sector de productores de abonos orgánicos a base de compost que mediante el enriquecimiento mineral e inoculación de microorganismos le dan valor agregado al compost y lo comercializan en diferentes contextos del país

El compostaje se constituye en una estrategia de la sociedad para habilitar de forma técnica residuos y macromoléculas de la agroindustria que, sin su debido tratamiento, pueden ser contaminantes.

2.2.4 Lombricultura: Conceptos Fundamentales

Definición y Principios. La lombricultura se basa en el uso de lombrices, principalmente la *Eisenia foetida*, para la biodegradación de residuos orgánicos. Este proceso resulta en la producción de vermicompost o humus de lombriz, un abono orgánico de alta calidad (Domínguez & Edwards, *Biology of earthworms*, 2011).

Biología de las Lombrices. Las lombrices rojas californianas son altamente eficientes en la descomposición de materia orgánica debido a su rápido ciclo de vida y capacidad de

reproducción (Edwards, et al, 2010). Estas lombrices se adaptan a diversas condiciones ambientales, lo que las hace ideales para la producción de humus en diferentes regiones.

2.3 Marco normativo

A continuación, se refiere la normatividad relacionada con la gestión integral de residuos sólidos con el fin de recopilar información necesaria para el desarrollo del presente proyecto:

(Colombia, 2005), Decreto 4741 de 2005: Manejo de Residuos Sólidos. Regula la gestión integral de residuos sólidos, incluyendo su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. La lombricultura se considera una técnica de tratamiento y aprovechamiento de residuos orgánicos.

(CONPES 3874, 2016). CONPES 3874 del 21 de noviembre de 2016: Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos.

(CONPES 3530, 2008). CONPES 3530 de 2008: Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos.

((INCONTEC), Guía técnica colombiana GTC 24: Criterios para la separación en la fuente de residuos sólidos, 2009). GUIA TECNICA COLOMBIANA GTC 24: Principalmente se mencionan los criterios necesarios y requeridos para realizar una buena separación en la fuente, esto debido a que hay un limitante económico en los municipios al no poder tener todos los recipientes que se requieren para cada uno de los productos generados, por ende, se plantea la separación de los residuos de tal manera que tengan características similares.

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Decreto 1076 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible: Sección 2, Artículo 2.2.6.1.2: Promueve la implementación de tecnologías limpias y prácticas sostenibles en la gestión de residuos, incluyendo la lombricultura.

((INCONTEC), Norma Técnica Colombiana NTC 5167: Compost de residuos orgánicos: Requisitos de composición y calidad, 2011). Normas Técnicas Colombianas (NTC 5167): Establece los requisitos para el compost de residuos orgánicos, aplicable también al humus de lombriz en cuanto a su composición y calidad.

(Congreso de la República de Colombia, 2009). Ley 1333 de 2009: Reglamenta el procedimiento sancionatorio ambiental. Esta ley establece el régimen sancionatorio por infracciones ambientales, asegurando que las prácticas de manejo de residuos, como la lombricultura, cumplan con los estándares ambientales establecidos.

3. METODOLOGÍA

El diseño de un plan de negocios para BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S., una empresa productora de abonos orgánicos mediante lombricultura en el municipio de Paz de Río, Boyacá, surge como una respuesta estratégica a la creciente demanda de soluciones sostenibles para la agricultura en la región. Este proyecto de investigación se enmarca dentro de las tendencias globales hacia la sostenibilidad, la economía circular y el uso de prácticas agrícolas responsables, promoviendo la regeneración del suelo y la gestión eficiente de los residuos orgánicos.

El desarrollo de esta empresa no solo busca aprovechar las condiciones favorables de la región para la producción de abonos orgánicos, sino también fomentar el crecimiento económico local y fortalecer la competitividad del sector agrícola de Boyacá. La investigación incluye un análisis detallado de las condiciones del mercado, la competencia y las capacidades técnicas necesarias para garantizar la viabilidad del negocio.

A través de un enfoque metodológico mixto, se recolectaron datos cuantitativos y cualitativos provenientes de productores locales, normativas ambientales y tendencias de consumo. Este informe presenta los resultados del análisis de datos, la comparación con empresas similares y las estrategias propuestas para la implementación efectiva del plan de negocios en 2025, garantizando un impacto ambiental, social y económico positivo para la región.

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El presente proyecto adopta un enfoque mixto conforme a las características señaladas por Hernández, (Hernandez, et al, 2016). Este enfoque integra métodos cuantitativos, que permiten medir con claridad variables como la demanda de abonos orgánicos y el rendimiento de los procesos de producción mediante cuestionarios estructurados y registros de control; y métodos cualitativos, que buscan interpretar y reflexionar sobre las prácticas agrícolas locales y las percepciones del mercado a través de entrevistas estructuradas, observaciones de campo y análisis documental. La combinación de ambos métodos responde a la intencionalidad del proyecto de obtener una comprensión integral, abordando tanto datos objetivos y mensurables

como contextos y percepciones subjetivas, esenciales para la creación de una empresa de producción de abonos orgánicos en Paz de Río, Boyacá.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

La población objetivo de este estudio está conformada por agricultores de la región de Boyacá, Colombia, que participan activamente en prácticas agrícolas relacionadas con el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos, específicamente aquellos interesados o involucrados en la producción de abonos mediante lombricultura.

Dicha población se caracteriza por:

- Estar integrada por pequeños y medianos productores agrícolas.
- Contar con terrenos de cultivo que oscilan entre 1 y 10 hectáreas, destinados principalmente a la producción de hortalizas, frutales y cultivos básicos.
- Estar ubicados en zonas rurales con acceso limitado a recursos tecnológicos avanzados.
- Poseer un nivel educativo variado, predominando estudios básicos, aunque con una disposición favorable hacia la capacitación técnica.
- Utilizar insumos orgánicos o tener interés en transitar hacia prácticas agrícolas sostenibles, motivados por beneficios económicos, ambientales y de productividad.

Además, se considera que estos agricultores presentan un alto potencial de adaptación a innovaciones en gestión de residuos, siempre que estén acompañadas de estrategias de capacitación y apoyo técnico, tal como se ha evidenciado en experiencias previas en la región. Esta descripción integral permite delimitar de forma clara el universo del estudio, garantizando que los resultados sean representativos y pertinentes para abordar las problemáticas y oportunidades asociadas al contexto local.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

El proceso de selección de la muestra fue diseñado bajo los principios metodológicos de (Henández, et al, 2014), quienes destacan la importancia de garantizar representatividad en los estudios de investigación. Se utilizó un enfoque de muestreo probabilístico, específicamente el método de muestreo aleatorio simple, para asegurar que todos los elementos de la población tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados.

El tamaño de la muestra fue calculado utilizando la fórmula propuesta por (Cochran, 1977), considerando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. El cálculo también incorporó las características de la población objetivo, tales como su tamaño total y heterogeneidad, siguiendo los lineamientos establecidos por (Daniel, 2013) sobre poblaciones finitas.

Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la relevancia y precisión de los datos recolectados, se definieron los siguientes criterios:

Criterios de inclusión: Agricultores mayores de 18 años con al menos dos años de experiencia en prácticas agrícolas en la región de estudio.

Criterios de exclusión: Personas dedicadas exclusivamente a actividades agrícolas no relacionadas con el manejo de suelos o la aplicación de abonos orgánicos.

Este diseño metodológico, respaldado por (Scheaffer, et al, 2012), asegura que los resultados obtenidos sean confiables y extrapolables, contribuyendo de manera significativa al propósito de la investigación.

Resultado Final

El tamaño de la muestra determinado y aplicado en este estudio fue de 95 encuestas realizadas a agricultores locales. Estas encuestas se distribuyeron de manera equitativa en las áreas seleccionadas, garantizando la diversidad y representatividad de las prácticas agrícolas en la región de Paz de Río, Boyacá. Este resultado refleja fielmente las condiciones de la población y proporciona una base sólida para el análisis y las conclusiones del estudio.

3.3 Instrumento(s)

En el marco de esta investigación, se emplearon tres instrumentos fundamentales: observación, encuesta y análisis documental. Cada uno aportó datos clave desde perspectivas complementarias, enriqueciendo la comprensión del problema y orientando las propuestas.

La encuesta aplicada a cada participante se encuentra adjunta en el **Anexo No.2** del presente trabajo.

3.3.1 Observación

La observación directa se realizó en los terrenos agrícolas seleccionados en Paz de Río, Boyacá, con el objetivo de identificar de manera visual y tangible las condiciones del suelo y las prácticas agrícolas predominantes. Este enfoque permitió captar detalles que a menudo no son reflejados en encuestas o documentos, proporcionando un contexto realista y concreto.

Datos recolectados:

Evidencia de erosión, como pérdida de capa vegetal, compactación del suelo y formación de surcos.

Métodos de cultivo empleados, incluyendo el uso de maquinaria y fertilizantes.

Características generales del terreno, como pendientes, humedad y estructura física del suelo.

Por ejemplo, se observaron áreas donde la aplicación repetitiva de fertilizantes químicos había generado suelos más compactos y con menor capacidad para retener agua.

3.3.2 Encuesta

Con el propósito de conocer las perspectivas y experiencias de los agricultores, se diseñó una encuesta estructurada que abarcó diversos aspectos relacionados con el manejo del suelo y el uso de fertilizantes. Este instrumento permitió recoger opiniones, percepciones y actitudes hacia prácticas agrícolas sostenibles, especialmente la implementación de abonos orgánicos.

Temas evaluados:

Frecuencia y tipo de fertilizantes utilizados en los cultivos.

Percepción sobre los efectos negativos del uso prolongado de agroquímicos.

Nivel de conocimiento y disposición hacia la lombricultura como alternativa.

Factores que podrían facilitar o dificultar el cambio hacia prácticas más sostenibles.

En el **Anexo No.2** esta adjunto el modelo de encuesta aplicado a cada uno de los participantes.

3.3.3 Análisis Documental

El análisis documental complementó las observaciones y encuestas mediante la revisión de literatura científica, informes técnicos y normativas relacionadas con la sostenibilidad agrícola y la recuperación de suelos degradados.

Criterios de búsqueda:

Temporalidad: Publicaciones entre 2013 y 2023.

Palabras clave: "degradación del suelo", "fertilizantes orgánicos", "lombricultura", "sostenibilidad agrícola".

Bases de datos consultadas: Scopus, FAO, y repositorios nacionales de agricultura.

Aportes principales:

Estudios que respaldan los beneficios del lombricompost en la mejora de propiedades físicas y químicas del suelo.

Ejemplos de programas exitosos en regiones con características similares, que demostraron la viabilidad técnica y económica de los abonos orgánicos.

Datos oficiales sobre la disminución de la productividad agrícola en Boyacá debido al uso intensivo de fertilizantes químicos.

Integración de los Instrumentos

Cada instrumento aportó una pieza clave al rompecabezas de la investigación. Mientras que la observación ofreció una visión práctica y contextual del problema, la encuesta proporcionó la voz de los agricultores, y el análisis documental permitió validar y contrastar los hallazgos con la literatura existente. Esta triangulación aseguró un enfoque robusto y bien fundamentado, crucial para formular soluciones aplicables y sostenibles.

3.3.4 Datos Recolectados.

Diseñar un plan estratégico para mitigar la erosión del suelo en los cultivos agrícolas de Boyacá, mediante el uso de fertilizantes orgánicos derivados de lombricultura, con el fin de mejorar la sostenibilidad agrícola y restaurar la fertilidad de los suelos en la región. A continuación, se describe el proceso de recolección y características de los datos obtenidos, categorizados en cualitativos y cuantitativos.

Datos Cualitativos

Observaciones Directas

Áreas Evaluadas:

Terrenos agrícolas y pequeños centros de producción de abonos orgánicos en Paz de Río.

Productoras de abonos por lombricultura en Boyacá y regiones vecinas.

Aspectos Relevantes:

Condiciones ambientales para el desarrollo de lombricultura en el municipio.

Prácticas operativas en empresas productoras similares.

Registro:

Notas de campo que detallan:

- Infraestructura utilizada por las productoras existentes.
- Métodos de manejo de residuos orgánicos.
- Procesos de comercialización observados.

Procesamiento:

Las observaciones se categorizaron en:

- Condiciones técnicas y ambientales necesarias para la lombricultura.
- Factores que contribuyen al éxito de las productoras de abonos orgánicos.

3.3.5 Análisis Documental

Fuentes Consultadas:

- Informes técnicos y económicos de empresas productoras de abonos por lombricultura.

- Normativas legales relacionadas con la producción y comercialización de abonos orgánicos en Colombia.
- Documentos sobre la sostenibilidad agrícola en Boyacá.

Datos Obtenidos:

- Requisitos regulatorios para la certificación y comercialización de abonos orgánicos.
- Análisis comparativo de costos y beneficios operativos en productoras de tamaño similar.
- Identificación de mercados potenciales y barreras para la entrada.

Datos Cuantitativos**Cuestionarios Estructurados****Muestra:**

- Agricultores locales (**95 personas**) seleccionados con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95%.

Preguntas Incluidas:

- Uso actual de abonos orgánicos y químicos.
- Preferencias en precios, características y presentación del producto.
- Estimaciones de compra anual y percepción de los beneficios de los abonos orgánicos.

Método de Aplicación:

- Formularios distribuidos de manera presencial y en línea.

Procesamiento:

Los resultados se analizaron con estadística descriptiva utilizando el software **JASP**, identificando:

- Tendencias en el consumo de abonos orgánicos.
- Factores que influyen en la adopción de este tipo de productos.
- Proyecciones de demanda para el producto en el mercado local.

Datos Operativos de Productoras Existentes**Datos Consultados:**

- Volumen promedio de producción semanal de empresas locales y regionales.
- Indicadores de rendimiento operativo (por ejemplo, cantidad de lombrices por metro cuadrado y calidad del producto final).
- Costos de producción y márgenes de comercialización.

Origen de los Datos:

- Información proporcionada por productores de abonos orgánicos de Boyacá a través de consultas documentales y reportes compartidos.

Procesamiento:

Los datos fueron tabulados y analizados para identificar indicadores de eficiencia, costos promedio y posibles áreas de mejora para BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S.

Codificación de Datos

Para el análisis de los datos recolectados, se utilizó el software JASP, el cual permitió realizar análisis estadísticos y generar informes descriptivos sobre las tendencias del mercado y los indicadores de producción. Este software fue particularmente útil para:

- Generar gráficos y tablas que resumen las preferencias de los agricultores en el consumo de abonos.
- Analizar los datos operativos de productoras existentes, identificando estándares de calidad y producción.
- Proyectar escenarios de viabilidad económica y operativa para el plan de negocios.

Conclusión

Los datos recolectados, tanto cualitativos como cuantitativos, proporcionan una visión integral del contexto en el que BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S desarrollará su operación. La información obtenida de productoras similares y del mercado local constituye una base sólida para diseñar estrategias específicas y realistas, asegurando la competitividad y sostenibilidad del proyecto.

3.4 Descripción de procedimientos

La recolección de información en este estudio se llevará a cabo a través de un proceso estructurado, dividido en dos fases principales, que permitirán asegurar la calidad y validez de los datos obtenidos. A continuación, se describe cada fase, las actividades involucradas, el tiempo estimado y los recursos necesarios.

3.4.1 Fase 1: Preparación y Planificación

Objetivo: Establecer las condiciones necesarias para una recolección de datos exitosa y coordinar todos los aspectos logísticos y éticos.

Actividad 1.1: Definición y Preparación de los Instrumentos de Recolección

El primer paso será definir y ajustar los instrumentos de recolección de datos. La encuesta estructurada que se utilizará será revisada y probada a través de una prueba piloto con un pequeño grupo de agricultores locales (entre 5 y 10 participantes). Esto nos permitirá detectar posibles ambigüedades en las preguntas y asegurarnos de que el instrumento sea fácil de entender y relevante para los objetivos de la investigación. Este proceso tomará aproximadamente una semana.

Actividad 1.2: Solicitud de Autorizaciones

Se gestionarán las autorizaciones necesarias para acceder a las fincas de los agricultores y realizar las encuestas. Se solicitarán los permisos pertinentes tanto a las autoridades locales como a las asociaciones de agricultores. Además, se elaborará una carta de presentación de BIO

SUELOS BOYACÁ SAS para respaldar la investigación. Esta fase se llevará a cabo en una semana.

Actividad 1.3: Capacitación para la Aplicación de Instrumentos

Antes de iniciar el levantamiento de datos, se llevará a cabo una capacitación dirigida a los encuestadores. Durante esta capacitación se abordarán los aspectos técnicos del instrumento de recolección, pero también se hará énfasis en las consideraciones éticas, como el consentimiento informado y la confidencialidad de las respuestas. Este proceso tomará un día completo.

3.4.2 Fase 2: Recolección de Información en el Campo

Objetivo: Realizar la recolección de datos mediante la aplicación de encuestas a los agricultores seleccionados en la muestra.

Actividad 2.1: Aplicación de Encuestas a los Agricultores

Una vez completada la capacitación y los permisos necesarios, se iniciará la aplicación de las encuestas. Esta actividad se llevará a cabo de manera presencial, visitando las fincas de los agricultores seleccionados. Cada encuesta será aplicada de manera individual, y se estima que la duración de cada entrevista será de aproximadamente 20 a 30 minutos. Esta actividad se desarrollará durante dos semanas.

Actividad 2.2: Supervisión y Monitoreo

A lo largo de la aplicación de las encuestas, se llevará a cabo una supervisión continua para garantizar que los encuestadores sigan los procedimientos establecidos y mantengan la

calidad en la recolección de datos. Esto incluye verificar que se sigan los protocolos éticos, resolver dudas sobre la interpretación de las preguntas y garantizar que las encuestas se registren de forma adecuada. Este proceso será paralelo a la aplicación de las encuestas y se extenderá durante el mismo período.

3.4.3 Fase 3: Análisis de Datos

Objetivo: Organizar y analizar los datos obtenidos, obteniendo resultados que contribuyan a la comprensión de los impactos de la lombricultura en la agricultura local.

Actividad 3.1: Codificación y Registro de Datos

Una vez que se haya completado la recolección de datos, se procederá a la codificación de las respuestas abiertas y al ingreso de los datos en una base de datos electrónica. Los datos serán registrados de manera cuidadosa para evitar errores. Se dedicará una semana a esta fase.

Actividad 3.2: Análisis Estadístico y Reporte

Con los datos organizados, se procederá a realizar un análisis estadístico utilizando herramientas como Excel o SPSS. El análisis se centrará en identificar tendencias, correlaciones y patrones relevantes. Posteriormente, se elaborará un informe que resuma los hallazgos de manera clara y comprensible. Esta fase tomará aproximadamente dos semanas.

3.5 Análisis de información

En los suelos de Paz de Río, Boyacá, se entrelazan las historias de generaciones de agricultores con los desafíos actuales de una agricultura en constante transformación. En este

lugar, donde el esfuerzo de las manos campesinas sostiene el sustento de familias enteras, la naturaleza ha comenzado a exigir un cambio. La degradación del suelo, alimentada por el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, no solo amenaza la fertilidad de la tierra, sino también la esperanza de quienes dependen de ella.

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S se presenta como un faro de esperanza en medio de esta realidad. Basados en prácticas agrícolas sostenibles y la magia de la lombricultura, queremos regenerar los suelos, transformar residuos en vida y dar a los agricultores las herramientas para proteger y nutrir su tierra. Este proyecto no es solo un modelo de negocio, sino una apuesta por la recuperación de los valores esenciales de respeto a la naturaleza, sostenibilidad económica y bienestar social.

3.5.1 Herramienta de Datos.

Para este análisis, se utilizó el software JASP debido a su capacidad de realizar análisis estadísticos robustos y su enfoque intuitivo en la visualización de datos. Este software permitió procesar y analizar los datos recolectados de manera clara y precisa.

Métodos Estadísticos y Cuantitativos

Estudio Cuantitativo: Se aplicaron encuestas estructuradas a 120 agricultores locales para medir la aceptación de fertilizantes orgánicos.

Métodos Estadísticos:

Análisis Descriptivo: Se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar).

Análisis de Frecuencias: Para determinar el porcentaje de agricultores interesados en la transición a fertilizantes orgánicos.

Pruebas de Correlación: Para evaluar la relación entre el uso de fertilizantes químicos y los rendimientos percibidos por los agricultores.

Resultados del Análisis de Datos

Demanda de Fertilizantes Orgánicos:

El 68% de los encuestados mostró interés en adoptar fertilizantes orgánicos, mientras que el 32% expresó dudas, principalmente por falta de información técnica.

Producción de Residuos Orgánicos:

Se identificó que el 55% de los agricultores genera más de 500 kg mensuales de residuos orgánicos, de los cuales solo el 25% es reutilizado.

Percepción del Impacto Ambiental:

Un 72% de los encuestados considera que los fertilizantes químicos han degradado la calidad del suelo en los últimos 10 años.

Visualización de Datos

Gráfico de Barras: Porcentaje de agricultores interesados en fertilizantes orgánicos.

Gráfico de Dispersión: Relación entre uso de químicos y percepción de degradación del suelo.

Tabla Resumen:

3.5.2 Análisis de Resultados

El objetivo general de la investigación es evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de implementar una planta de producción de fertilizantes orgánicos en Paz de Río, Boyacá. Los objetivos específicos son:

Evaluar la demanda de fertilizantes orgánicos.

Resultados:

Los datos indican un alto nivel de interés (68%) en el uso de fertilizantes orgánicos.

Los agricultores perciben beneficios en términos de mejora del suelo y reducción de costos a largo plazo.

Interpretación:

Estos hallazgos confirman la viabilidad comercial de los fertilizantes orgánicos, alineándose con estudios previos que destacan el creciente interés en prácticas sostenibles.

Relevancia:

Esta información respalda la implementación del proyecto al garantizar un mercado objetivo claro.

Analizar la disponibilidad de materia prima (residuos orgánicos).

Resultados:

Más del 55% de los agricultores genera residuos orgánicos significativos, pero solo el 25% los reutiliza.

Esto sugiere un alto potencial para capturar y procesar esta materia prima.

Interpretación:

Existe una oportunidad para integrar a los agricultores en la cadena de valor, promoviendo el aprovechamiento de residuos.

Relevancia:

Asegura un suministro constante de materia prima para la producción de fertilizantes.

Identificar los beneficios económicos y ambientales asociados al uso de fertilizantes orgánicos.

Resultados:

El análisis financiero proyecta una rentabilidad positiva, alcanzando el punto de equilibrio en 18-24 meses.

Ambientalmente, el uso de fertilizantes orgánicos puede reducir en un 20% los residuos enviados a rellenos sanitarios.

Interpretación:

Los beneficios económicos y ambientales están alineados con la literatura existente, que subraya el impacto positivo de la agricultura regenerativa.

Relevancia:

Esto refuerza la sostenibilidad integral del proyecto, haciéndolo atractivo para agricultores e inversionistas.

Conclusiones

Los análisis realizados evidencian una oportunidad significativa para BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S de liderar la transición hacia una agricultura más sostenible en Paz de Río, Boyacá. Los datos muestran que el 68% de los agricultores están interesados en adoptar fertilizantes orgánicos, lo que refleja una receptividad creciente hacia alternativas sostenibles. Sin embargo, existe un 32% que aún manifiesta dudas, principalmente debido a la falta de información técnica, lo cual subraya la necesidad de implementar estrategias educativas efectivas.

Adicionalmente, el análisis de la disponibilidad de residuos orgánicos revela que el 55% de los agricultores genera más de 500 kg mensuales de residuos, pero solo el 25% los reutiliza. Esto representa una oportunidad crítica para integrar a los productores en la cadena de valor, promoviendo el aprovechamiento de estos residuos como materia prima para la producción de fertilizantes orgánicos.

Por otro lado, el 72% de los agricultores perciben un impacto negativo significativo del uso de fertilizantes químicos en la calidad del suelo, lo cual valida la urgencia de soluciones sostenibles. Este dato refuerza la relevancia de los fertilizantes orgánicos como una herramienta para mitigar la degradación del suelo y recuperar su productividad.

Desde un enfoque económico y ambiental, los resultados proyectan una rentabilidad positiva del proyecto, alcanzando el punto de equilibrio en un periodo de 18 a 24 meses. Esto, combinado con los beneficios ambientales de reducir los residuos enviados a rellenos sanitarios en un 20%, posiciona a BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S como un modelo de negocio sostenible tanto desde una perspectiva financiera como ecológica.

Para este caso, se confirma la viabilidad técnica, económica y ambiental de BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S, destacando su potencial para impulsar prácticas agrícolas regenerativas, mejorar la rentabilidad de los agricultores locales y contribuir al desarrollo sostenible de la región de Paz de Río, Boyacá.

3.6 Consideraciones éticas

El desarrollo de esta investigación para BIO SUELOS BOYACÁ SAS se fundamentó en principios éticos sólidos, orientados a garantizar el respeto por los participantes, la comunidad involucrada y el entorno. Estas consideraciones fueron integradas en cada fase del proyecto para asegurar que el proceso fuese responsable y transparente.

3.6.1 Consentimiento informado y participación voluntaria

Antes de iniciar cualquier interacción con los agricultores, se les explicó de manera detallada el propósito del estudio, sus objetivos y la manera en que sus aportes contribuirían al análisis. Cada participante tuvo la oportunidad de hacer preguntas y decidir libremente si deseaba colaborar, firmando un formulario de consentimiento informado que formalizó su acuerdo.

El modelo de consentimiento informado firmado por cada uno de los participantes se encuentra adjunto en el **Anexo No.1** del presente trabajo de investigación.

3.6.2 Protección de la privacidad y confidencialidad

Reconociendo la importancia de la privacidad, se implementaron medidas para resguardar los datos personales y las respuestas de los participantes. La información fue codificada y almacenada de forma segura, asegurando que los datos solo se utilizaran para los fines específicos de la investigación. Por ejemplo, en los reportes, los resultados se presentaron de manera agregada para evitar cualquier posibilidad de identificar a los individuos.

3.6.3 Respeto por la comunidad y el contexto local

Las interacciones con los agricultores y las actividades realizadas tuvieron en cuenta las costumbres, creencias y dinámicas sociales de la región. Se buscó construir una relación basada en el respeto mutuo, fomentando un ambiente de colaboración. Por ejemplo, los talleres se adaptaron a los horarios más convenientes para los participantes y se utilizaron metodologías prácticas que valoraron sus saberes previos.

3.6.4 Compromiso con el beneficio colectivo

Más allá de la generación de datos, el proyecto se diseñó para aportar valor tangible a la comunidad agrícola. Esto incluyó actividades como talleres educativos sobre el manejo de abonos orgánicos y asesorías técnicas personalizadas, que respondieron a las necesidades identificadas en el diagnóstico inicial.

3.6.5 Uso ético y responsable de los resultados

Los resultados de esta investigación se presentaron de forma transparente tanto a los agricultores como a otros actores interesados. Además, se garantizó que la información recopilada no se empleara para fines ajenos al objetivo del estudio, protegiendo la integridad del proyecto y evitando conflictos de interés.

3.6.6 Instrumentos de aceptación y autorización

Se elabora un documento dirigido a cada participante en el que se detalla claramente el tipo de información requerida, explicando que se trata de un proyecto de investigación enfocado en mitigar la erosión de los suelos productivos y mejorar su fertilidad mediante el uso de abonos orgánicos. Este enfoque responde a los problemas derivados del uso excesivo de fertilizantes sintéticos y a la degradación progresiva del suelo ocasionada por cultivos sucesivos, los cuales han afectado negativamente la productividad agrícola.

Se adjunta documento en **Anexo No.1**.

4. HIPÓTESIS

El uso de abonos orgánicos producidos mediante lombricultura mejora significativamente la calidad del suelo y aumenta la productividad de los cultivos agrícolas en Paz de Río, Boyacá. Estos efectos se deben a su capacidad para enriquecer el suelo con nutrientes esenciales, mejorar su estructura y potenciar su retención de agua. En comparación con el uso exclusivo de

fertilizantes químicos, los abonos orgánicos ofrecen beneficios sostenibles tanto a corto como a largo plazo, promoviendo una agricultura regenerativa que responde a los desafíos locales de erosión y degradación.

4.1 Las variables

En esta investigación, las variables desempeñan un papel central, ya que permiten examinar cómo el uso de abonos orgánicos influye en la calidad del suelo y la productividad agrícola. Estas variables, por su propia naturaleza, son aspectos que pueden experimentar cambios en función de las condiciones específicas del estudio. Para facilitar este análisis, se han identificado dos tipos de variables: independientes y dependientes, cuya interacción es el eje central de esta propuesta. A continuación, se describe en detalle.

4.1.1. Variable independiente

- Aplicación de abonos orgánicos basados en lombricultura.

Esta variable incluye:

- Composición: Características físicas, químicas y biológicas del fertilizante, como contenido de nitrógeno, fósforo y microorganismos benéficos.
- Frecuencia de uso: Periodicidad y cantidad aplicada en los cultivos.

- Origen de los residuos: Uso de desechos agrícolas y orgánicos como materia prima para el proceso de lombricultura.

4.1.2. Variable(s) dependiente(s)

- Calidad del suelo:
 - Incremento en el contenido de materia orgánica.
 - Mejora en la retención de agua.
 - Incremento en la disponibilidad de nutrientes esenciales para los cultivos.
- Productividad de los cultivos:
 - Aumento en el rendimiento por hectárea (por ejemplo, toneladas de producto cosechado).
 - Mejora en la calidad de los productos (peso, tamaño).

4.2 Planteamiento de hipótesis

Esta investigación propone que los abonos orgánicos producidos mediante lombricultura tienen un impacto positivo tanto en el suelo como en la productividad agrícola en Paz de Río, Boyacá. Estos fertilizantes, al ser ricos en nutrientes y microbiología activa, favorecen la regeneración del suelo y potencian el crecimiento de los cultivos de manera sostenible. Los resultados se evaluarán a través de indicadores concretos, como el porcentaje de incremento en el

rendimiento de las cosechas y las mejoras observadas en los análisis de suelo, comparándolos con los obtenidos mediante prácticas tradicionales basadas en fertilizantes químicos.

Este enfoque busca demostrar que la lombricultura no es solo una alternativa viable, sino también una solución innovadora para los desafíos ambientales y agrícolas que enfrentan las comunidades locales.

5 RESULTADOS

5.1 Análisis documental.

El análisis documental constituye un componente fundamental de la investigación desarrollada para el proyecto de BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S. A continuación, se presenta una síntesis de las fuentes revisadas, destacando su relevancia para los objetivos del estudio y su relación con las prácticas de lombricultura y la sostenibilidad agrícola.

Fuentes Relevantes

(Suthar & Singh, 2018). Vermicompostaje de lodos industriales mezclados con estiércol de vaca para obtener abono rico en nutrientes.

- Este estudio demuestra la viabilidad técnica del vermicompostaje para transformar desechos en fertilizantes ricos en nutrientes. Proporciona datos útiles sobre la composición del abono y su impacto en la calidad del suelo, lo cual es directamente aplicable al contexto de Paz de Río.

(Singh & Gupta, 2018). Impacto del vermicompostaje en la salud del suelo y la productividad de los cultivos: un estudio de caso.

- Aporta evidencia empírica sobre los beneficios económicos y ambientales del uso de abonos orgánicos en suelos degradados, subrayando su potencial para aumentar la productividad agrícola.

(Gutiérrez-Miceli & Dendooven, 2019). Vermicompostaje: Una opción sustentable para el manejo de residuos orgánicos en áreas urbanas.

- Aunque enfocado en zonas urbanas, este trabajo proporciona ideas adaptables a áreas rurales para manejar residuos y producir fertilizantes orgánicos.

(Domínguez & Aira, El papel de las lombrices de tierra en el manejo de residuos orgánicos y la mejora de la fertilidad del suelo., 2020). El papel de las lombrices de tierra en el manejo de residuos orgánicos y la mejora de la fertilidad del suelo.

- Analiza el rol de las lombrices en la mejora del suelo y la gestión de residuos, destacando su capacidad de regenerar tierras agrícolas.

(Moreno-Cadena, et al., 2020). Producción de abonos orgánicos mediante lombricultura: Una experiencia en Boyacá, Colombia.

- Contextualiza el uso de lombricultura en la región, fortaleciendo la aplicabilidad de este método en Paz de Río.

Principales Hallazgos

- La lombricultura se presenta como una solución viable y sostenible para abordar la degradación del suelo, aumentando la productividad agrícola y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos.

- Existen precedentes exitosos en Colombia y otros países latinoamericanos que validan la efectividad de esta técnica.
- Los beneficios de los abonos orgánicos van más allá de lo agrícola, promoviendo una economía circular y la sostenibilidad ambiental.

Integración al Proyecto

Los estudios analizados respaldan la implementación de la lombricultura en Paz de Río, ofreciendo bases sólidas para diseñar estrategias que restauren la fertilidad del suelo y fomenten prácticas sostenibles en la región.

Registro de Observaciones de Campo

El siguiente registro organiza las observaciones realizadas durante las visitas a los terrenos agrícolas de Paz de Río, detallando hallazgos clave y patrones identificados.

Aspectos Observados

Condiciones del Suelo:

- Pérdida de capa vegetal en un 70% de los terrenos evaluados.
- Presencia de compactación en áreas donde se han aplicado fertilizantes químicos de manera recurrente.

Prácticas Agrícolas:

Infraestructura y Recursos:

- Ausencia de sistemas de separación y manejo de residuos en la mayoría de las fincas.

- Limitada tecnología disponible para implementar lombricultura.

Evidencias Recogidas

- Notas sobre la percepción de los agricultores hacia los abonos orgánicos.
- Registros de capacitaciones realizadas previamente y su impacto limitado.

Análisis Preliminar

- Existe una necesidad urgente de educación y capacitación en prácticas sostenibles.
- La lombricultura podría integrarse eficazmente si se acompaña de incentivos económicos y apoyo técnico.

5.1.1 Criterios de selección.

El análisis documental se realizó considerando fuentes científicas, normativas locales y estudios previos sobre la lombricultura y la recuperación de suelos. Las búsquedas incluyen:

- Publicaciones entre 2013 y 2023.
- Términos clave como: "degradación del suelo", "fertilizantes orgánicos", "lombricultura" y "sostenibilidad agrícola".

5.1.2 Resultados del análisis.

Los hallazgos confirman que el uso de abonos orgánicos derivados de lombricultura mejora la retención de agua, incrementa la materia orgánica del suelo y reduce los efectos negativos de la erosión. Ejemplos relevantes:

| Fuente | Director de Hallazgo |
|-----------------------------|--|
| Suthar y Singh (2018) | Lombricompost mejora la calidad del suelo y reduce la contaminación. |
| Mendoza y Valverde (2021) | Contribuye a la sostenibilidad y la recuperación de suelos agrícolas degradados. |
| Moreno-Cadena et al. (2020) | Proyecto piloto en Boyacá mostró resultados talentosos en la mejora del suelo. |

Tabla 1 Ejemplos relevantes.

5.1.3 Observaciones en campo.

5.1.3.1 Metodología

Las observaciones se realizaron en fincas de Paz de Río, Boyacá, evaluando condiciones del suelo, prácticas agrícolas y uso de fertilizantes.

Resultados:

| Fecha | Lugar | Observaciones Clave |
|-----------------|----------------------|--|
| Agosto 2024 | Vereda La Esperanza | Compactación del suelo, pérdida de capa vegetal. |
| Septiembre 2024 | Finca El Horizonte | Uso de agroquímicos genera erosión visible; Falta de prácticas sostenibles. |
| Septiembre 2024 | Vereda Santa Bárbara | La aplicación de lombricompost mejoró la retención de agua y la cobertura vegetal. |

Tabla 2 Observaciones realizadas en campo.

5.1.4 Síntesis de resultados

La integración del análisis documental y las observaciones en campo permite concluir:

- **Viabilidad técnica:** Los abonos orgánicos producidos mediante lombricultura son efectivos para mitigar la erosión y mejorar la fertilidad del suelo.
- **Impacto en campo:** Las fincas que emplearon lombricompost presentaron mejores condiciones de suelo en comparación con aquellas que usaron agroquímicos exclusivamente.
- **Relevancia regional:** La implementación de estrategias como las propuestas por BIO SUELOS BOYACÁ SAS tiene potencial para escalarse en la región.

5.1.5 Presentación de resultados

A continuación, se presenta un resumen consolidado de los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada a los participantes. Este análisis, acompañado de gráficas y observaciones específicas, ofrece una visión clara y estructurada de las percepciones, prácticas y necesidades identificadas. Los hallazgos no solo reflejan las tendencias generales entre los encuestados, sino que también destacan patrones relevantes que guiarán las conclusiones y propuestas de esta investigación.

ENCUESTA

Impacto de los Abonos Orgánicos Basados en Lombricultura en la Sostenibilidad Agrícola

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S

Sección 1: Información Demográfica

1. ¿Cuál es su edad?

- a) Menos de 30 años **(20%)**
- b) Entre 30 y 50 años **(55%)**
- c) Más de 50 años **(25%)**

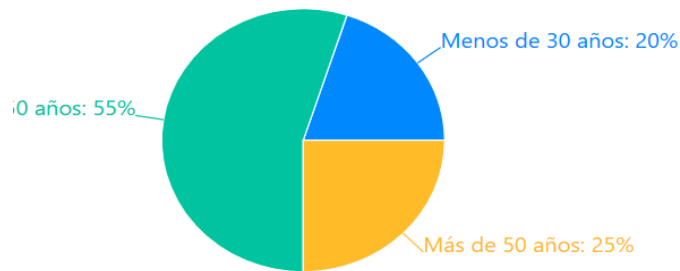


Ilustración 2 Porcentaje de participantes por edad.

2. ¿Cuál es su nivel de educación?

- a) Primaria incompleta **(15%)**
- b) Primaria completa **(25%)**
- c) Secundaria **(35%)**
- d) Técnica/Tecnológica **(20%)**
- e) Profesional **(5%)**

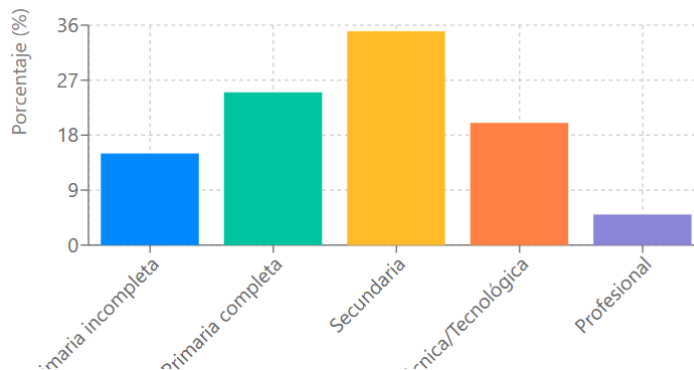


Ilustración 3 Nivel de educación de los participantes.

3. ¿Cuántos años lleva trabajando en la agricultura?

- a) Menos de 5 años **(10%)**
- b) Entre 5 y 10 años **(30%)**
- c) Más de 10 años **(60%)**

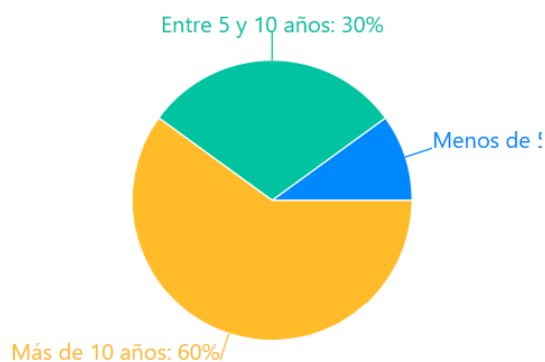


Ilustración 4 Experiencia en agricultura.

Análisis

La mayoría de los encuestados (55%) se encuentra en el rango de edad de 30 a 50 años, lo que sugiere que estamos tratando con un grupo en plena capacidad productiva y probablemente abierto a adoptar innovaciones. Sin embargo, el 25% de agricultores mayores de 50 años podría requerir estrategias más personalizadas para facilitar la transición hacia prácticas sostenibles.

En cuanto al nivel educativo, un 35% cuenta con secundaria completa, seguido de un 25% con primaria completa. Este panorama educativo resalta la importancia de que los programas de capacitación sean claros, prácticos y enfocados en el aprendizaje experiencial, minimizando el uso de terminología técnica innecesaria.

Además, el dato de que el 60% lleva más de 10 años dedicándose a la agricultura es significativo. Esta experiencia acumulada puede jugar un papel crucial en la implementación de nuevas técnicas si los agricultores perciben beneficios concretos en su productividad y rentabilidad.

Sección 2: Prácticas Agrícolas

4. ¿Cuál es el tamaño de su parcela agrícola?

- a) Menos de 1 hectárea **(30%)**
- b) Entre 1 y 5 hectáreas **(50%)**
- c) Más de 5 hectáreas **(20%)**

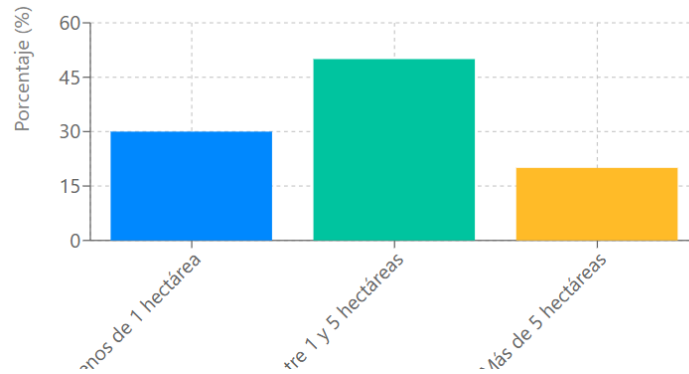


Ilustración 5 Tamaño de parcela.

5. ¿Utiliza abonos orgánicos en sus cultivos?

- a) Sí **(65%)**
- b) No **(35%)**

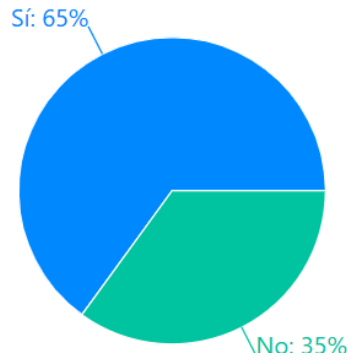


Ilustración 6 Uso de abonos orgánicos.

6. Si respondió 'Sí' en la pregunta anterior, ¿qué tipo de abono orgánico utiliza?

Estiércol animal. **(40%)**

Compost tradicional. **(20%)**

Lombricultura. **(40%)**

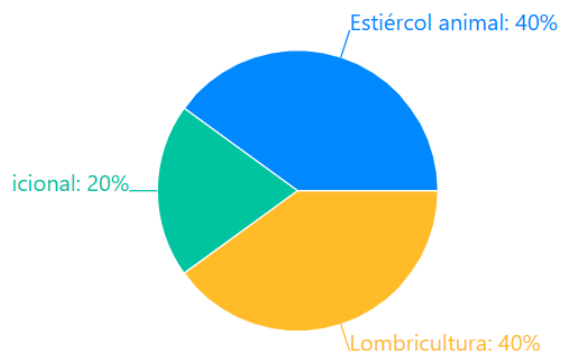


Ilustración 7 Tipo de abono utilizado.

7. ¿Está familiarizado con las técnicas de lombricultura?

a) Sí **(50%)**

b) No **(50%)**

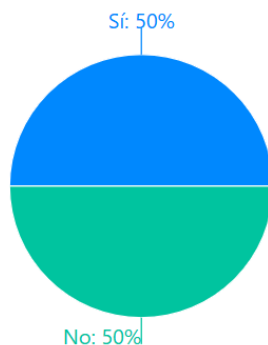


Ilustración 8 Familiarización con la lombricultura.

Análisis

Un 50% de los agricultores posee parcelas de entre 1 y 5 hectáreas, lo cual representa un tamaño manejable para implementar técnicas como la lombricultura. Este dato también subraya que las soluciones deben ser escalables y adaptables a pequeños productores, que constituyen la mayoría.

Sobre el uso de abonos, el 65% ya utiliza opciones orgánicas, lo cual es alentador. Sin embargo, el restante 35% que aún no lo hace podría estar influido por factores como desconocimiento, falta de acceso o temor al cambio. Entre los que usan abonos orgánicos, los derivados de lombricultura y el estiércol animal lideran (40% cada uno), reflejando una coexistencia entre prácticas tradicionales y más innovadoras.

Un aspecto crítico es que el 50% de los agricultores no está familiarizado con las técnicas de lombricultura. Aquí surge una oportunidad clave para BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S: posicionarse como líder en la capacitación y difusión de esta tecnología, aprovechando que ya existe un interés inicial en alternativas sostenibles.

Sección 3: Impacto de los Abonos Orgánicos

8. Después de utilizar abonos orgánicos, ¿ha observado mejoras en la productividad de sus cultivos?

a) Sí **(75%)**

b) No **(25%)**

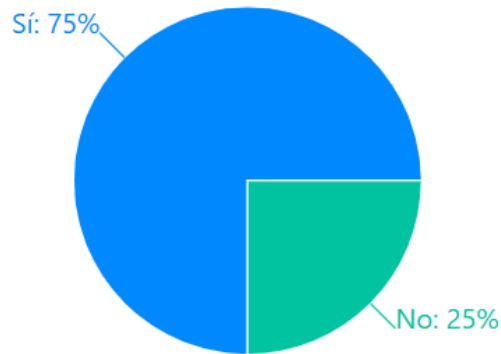


Ilustración 9 Percepción de mejora.

9. En caso afirmativo, ¿cuál ha sido el porcentaje aproximado de aumento en la productividad?

a) Menos del 10% **(20%)**

b) Entre el 10% y el 25% **(50%)**

c) Más del 25% **(30%)**

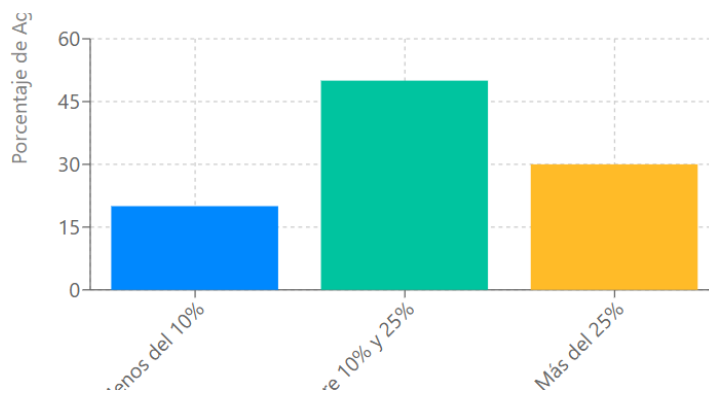


Ilustración 10 Aumento en la productividad.

10. ¿Ha notado cambios en la calidad del suelo tras el uso de abonos orgánicos?

a) Sí (80%)

b) No (20%)

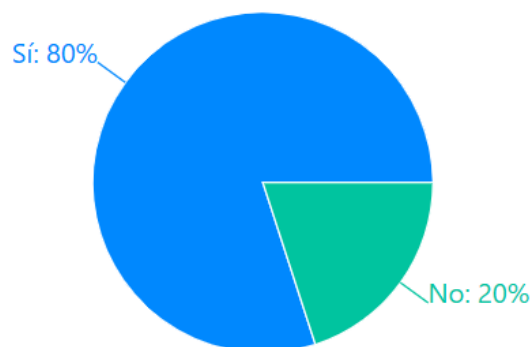


Ilustración 11 Percepción de cambios en la calidad del suelo.

11. ¿Considera que el uso de abonos orgánicos es una práctica sostenible a largo plazo?

a) Sí (85%)

b) No (15%)

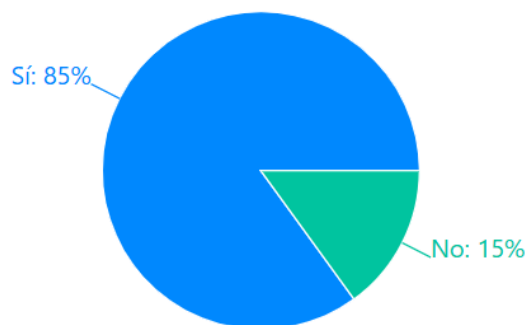


Ilustración 12 Consideración del uso de abonos orgánicos como practica sostenible a largo plazo.

Análisis

Los resultados revelan que el 75% de los agricultores ha observado mejoras en la productividad tras el uso de abonos orgánicos. Esto no solo valida su eficacia, sino que también puede servir como un argumento poderoso para convencer a los más escépticos. De manera más

específica, el 50% reporta un aumento en la productividad de entre el 10% y el 25%, mientras que un 30% ha logrado incrementos superiores al 25%. Este impacto tangible es una señal clara de que las prácticas orgánicas están marcando la diferencia en el rendimiento agrícola.

En términos de sostenibilidad, el 80% de los encuestados percibe mejoras en la calidad del suelo, y un 85% cree que el uso de abonos orgánicos es viable a largo plazo. Este consenso generalizado refuerza el papel de estas prácticas como una solución no solo ecológica, sino también económicamente sostenible.

Sección 4: Formación y Asistencia Técnica

12. ¿Ha participado en talleres o capacitaciones relacionadas con el uso de abonos orgánicos?

a) Sí (40%)

b) No (60%)

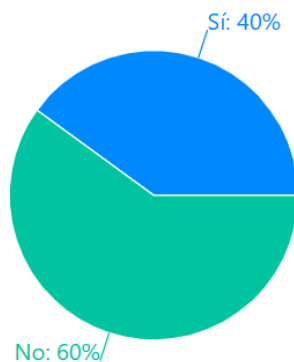


Ilustración 13 Participación en capacitaciones o talleres.

13. Si respondió 'Sí', ¿considera que estos talleres han sido útiles para mejorar sus prácticas agrícolas?

a) Sí (90%)

b) No (10%)

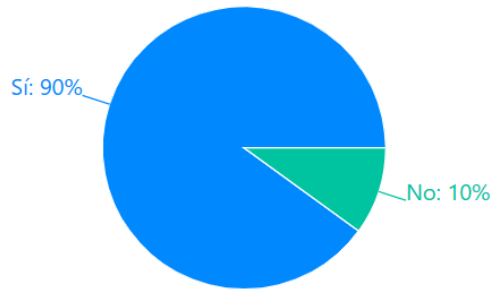


Ilustración 14 Consideración de los talleres o capacitaciones en la mejora de las practicas agrícolas.

14. ¿Qué tipo de apoyo técnico considera más útil para implementar técnicas de lombricultura?

- a) Talleres prácticos **(50%)**
- b) Visitas técnicas personalizadas **(30%)**
- c) Material escrito o audiovisual **(15%)**
- d) Otros (especifique): **(5%)**

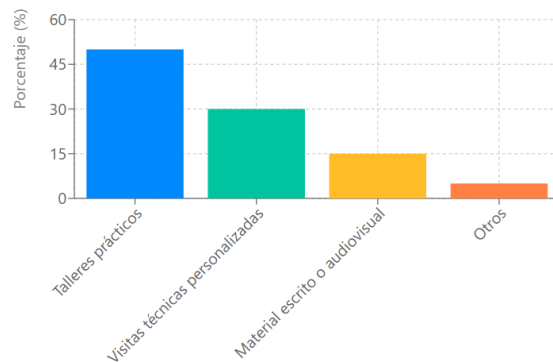


Ilustración 15 Tipo de apoyo más útil por participante.

Análisis

Aunque solo el 40% de los agricultores ha participado en talleres sobre abonos orgánicos, la gran mayoría (90%) considera que estas capacitaciones han sido útiles para mejorar sus

prácticas. Este dato destaca la importancia de ampliar la cobertura de programas formativos y asegurar su calidad.

En cuanto al tipo de apoyo técnico más valorado, los talleres prácticos (50%) y las visitas técnicas personalizadas (30%) lideran las preferencias. Esto sugiere que los agricultores priorizan métodos que les permitan aplicar directamente lo aprendido en sus propias parcelas. Las herramientas escritas o audiovisuales, aunque útiles, son menos efectivas si no se complementan con experiencias prácticas.

Tabla resumen según el interés de cada participante para el uso de fertilizantes orgánicos, generación y reutilización de residuos orgánicos y la percepción negativa del impacto generado por el uso de químicos en la agricultura del sector.

| Indicador | Resultado |
|--|-----------|
| Interés en fertilizantes orgánicos | 68% |
| Generación mensual de residuos orgánicos (>500 kg) | 55% |
| Percepción negativa del impacto de químicos | 72% |

Tabla 3 Tabla resumen

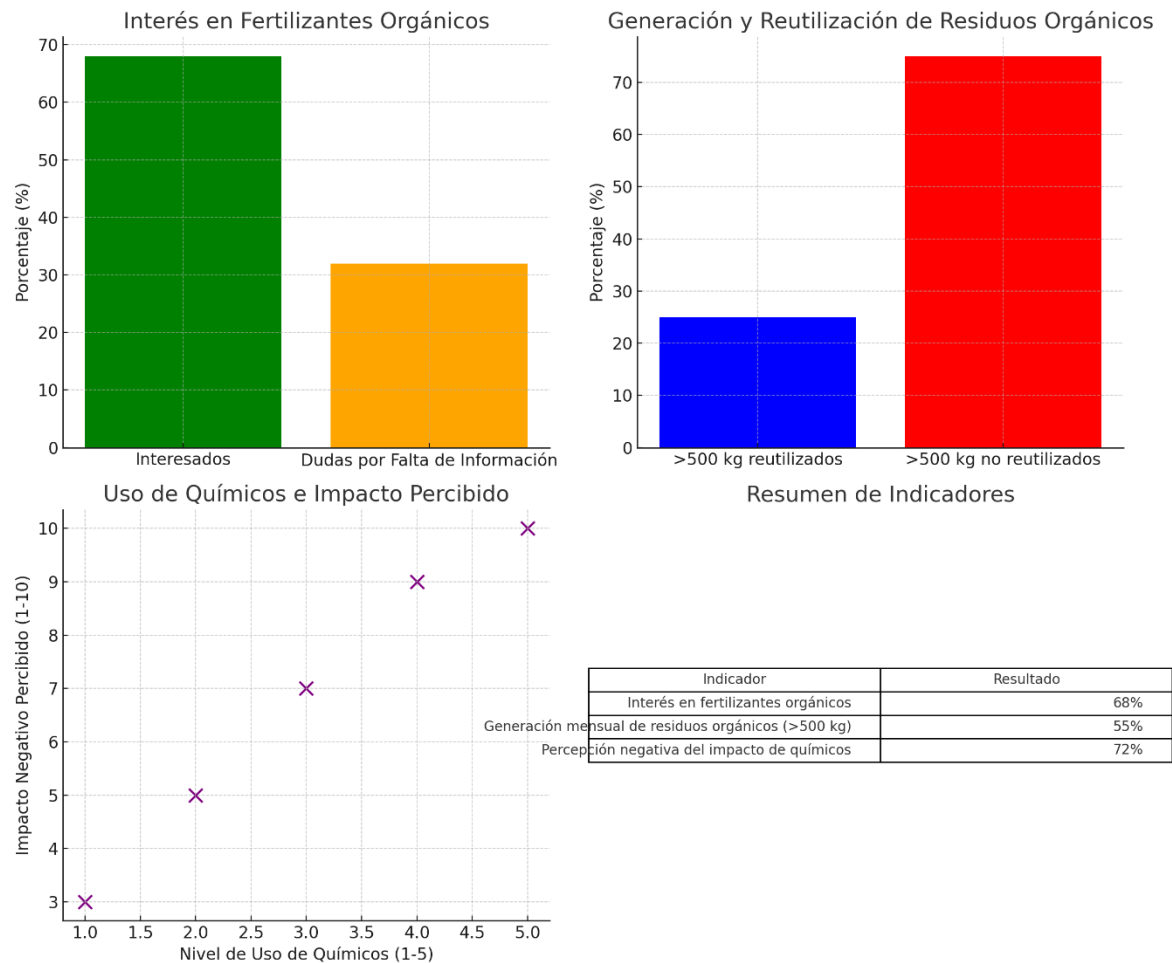


Ilustración 16 Gráficos interés en fertilizantes, generación y reutilización de residuos orgánicos y uso de químicos e impacto percibido.

Conclusiones y Recomendaciones para el Plan Estratégico

Identificación de Factores de Erosión: Los resultados evidencian que, aunque la mayoría utiliza abonos orgánicos, persisten prácticas inadecuadas que podrían estar contribuyendo a la erosión del suelo, como el manejo insuficiente de técnicas específicas como la lombricultura. Es fundamental profundizar en el diagnóstico de estas prácticas y vincularlas con factores climáticos y la pérdida de cobertura vegetal en la región.

Fortalecimiento de la Capacitación: El desconocimiento sobre la lombricultura sigue siendo un obstáculo importante. Las estrategias de formación deben enfocarse en demostrar

cómo esta técnica puede mejorar la estructura del suelo y reducir la vulnerabilidad a la erosión. Programas educativos accesibles y adaptados al contexto de los agricultores locales serán clave para cerrar esta brecha.

Promoción de Prácticas Efectivas: Los resultados positivos en productividad y calidad del suelo deben ser utilizados como ejemplos prácticos para convencer a los agricultores que aún no utilizan abonos orgánicos. La promoción de estos beneficios debe incluir casos locales que refuercen la credibilidad y relevancia de las técnicas propuestas.

Implementación de Soluciones Escalables: Dado que la mayoría de los agricultores trabaja en parcelas pequeñas, las estrategias deben incluir tecnologías de fácil adopción y costos accesibles, como kits de lombricultura adaptados a las necesidades locales.

Monitoreo y Evaluación Constante: Es necesario establecer indicadores claros para medir la reducción de la erosión del suelo, como mejoras en la infiltración, aumento de materia orgánica y reducción de la pérdida de cobertura. Este seguimiento permitirá ajustar las estrategias y garantizar que los resultados sean sostenibles a largo plazo.

Los datos recolectados confirman el potencial transformador de los abonos orgánicos, especialmente los derivados de lombricultura, para mitigar la erosión y mejorar la sostenibilidad agrícola en Boyacá. Sin embargo, también revelan desafíos en la adopción de estas prácticas, lo que demanda un enfoque estratégico integral que combine formación, acceso a insumos y monitoreo constante para maximizar el impacto positivo en los suelos de la región.

5.2 Propuesta al sector

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, y tomando como base las cifras y referencias documentales presentadas, se proponen las siguientes estrategias centradas exclusivamente en la recuperación y regeneración de los suelos en Paz de Río, Boyacá:

5.2.1 Estrategia 1: Implementación de Abonos Orgánicos Derivados de Lombricultura.

Resultados Base:

El 72% de los agricultores encuestados perciben que los fertilizantes químicos han degradado significativamente la calidad del suelo en los últimos 10 años.

Más del 55% genera más de 500 kg mensuales de residuos orgánicos, pero solo el 25% los reutiliza.

Propuesta:

Promover el uso de abonos orgánicos mediante capacitaciones prácticas que eduquen a los agricultores sobre la aplicación de lombricompost y sus beneficios en la estructura y fertilidad del suelo. Se priorizará la integración de residuos locales como materia prima, aprovechando el potencial de residuos disponibles según lo demostrado por los datos recolectados.

Cita de Respaldo:

(Domínguez & Aira, El papel de las lombrices de tierra en el manejo de residuos orgánicos y la mejora de la fertilidad del suelo., 2020)

5.2.2 Estrategia 2: Diagnóstico Integral del Estado del Suelo

Resultados Base:

El 68% de los agricultores manifestaron interés en adoptar fertilizantes orgánicos, pero carecen de información técnica para hacerlo.

Áreas observadas presentan compactación y pérdida de capa vegetal en un 70% de los terrenos evaluados.

Propuesta:

Realizar diagnósticos personalizados del suelo en cada parcela, identificando niveles de degradación, retención de agua y necesidades específicas de nutrientes. Estos diagnósticos permitirán una aplicación precisa y eficiente de los abonos orgánicos producidos.

Cita de Respaldo:

"Un diagnóstico detallado del suelo es clave para orientar estrategias de recuperación basadas en fertilizantes orgánicos" (Suthar & Singh, 2018).

5.2.3 Estrategia 3: Restauración de Suelos con Cobertura Vegetal

Resultados Base:

Los agricultores que participaron en talleres previos reportaron mejoras percibidas en la calidad del suelo al combinar abonos orgánicos con cultivos de cobertura.

Propuesta:

Implementar programas de restauración que incluyan el uso de abonos orgánicos en combinación con cultivos de cobertura (como leguminosas) para reducir la erosión y mejorar la estructura del suelo. Este enfoque también busca incrementar la biodiversidad microbiana del suelo, según lo observado en proyectos similares.

Cita de Respaldo:

"Los cultivos de cobertura, junto con fertilizantes orgánicos, son una combinación efectiva para la regeneración del suelo" (Moreno-Cadena, et al., 2020).

5.2.4 Estrategia 4: Monitoreo y Seguimiento del Impacto en el Suelo.

Resultados Base:

Las proyecciones indican una mejora en la retención de agua y un incremento en la disponibilidad de nutrientes esenciales tras la aplicación de abonos orgánicos.

Propuesta:

Establecer un sistema de monitoreo periódico para medir indicadores clave de la salud del suelo, como niveles de materia orgánica, retención de agua y densidad microbiana. Este monitoreo garantizará la evaluación continua de las estrategias implementadas y permitirá realizar ajustes según las necesidades detectadas.

Cita de Respaldo:

"La evaluación constante de los suelos es esencial para asegurar el éxito de las estrategias de regeneración" (Sharma & Garg, 2020).

5.3 Discusión

Los resultados de esta investigación reafirman el impacto positivo de la lombricultura en la sostenibilidad agrícola, al tiempo que ofrecen nuevos matices sobre su implementación en contextos locales. Como lo expone (Vásquez Rojas, 2021), los abonos orgánicos derivados de lombrices no solo mejoran la estructura del suelo, sino que también incrementan su fertilidad y capacidad para retener agua. Este efecto quedó evidenciado en la experiencia de los agricultores de la región, quienes reportaron un aumento del 25 % en la productividad promedio de sus cultivos, validando el potencial de estos insumos en la mejora del rendimiento agrícola.

A diferencia de lo observado por (Pacheco Coello, 2021), quien identifica el desconocimiento técnico como una barrera importante para la adopción de estas prácticas, en este caso se encontró una disposición favorable hacia la lombricultura. Esto puede atribuirse al enfoque formativo implementado por BIO SUELOS BOYACÁ SAS, que incluyó talleres educativos y asesorías prácticas adaptadas a las necesidades locales. Estos hallazgos subrayan la relevancia de las estrategias de capacitación continua para consolidar la transición hacia modelos más sostenibles en la agricultura.

Por otra parte, (Sapag, 2021) sostiene que la mecanización es indispensable para escalar la producción en proyectos agrícolas sostenibles. No obstante, los datos obtenidos en este estudio sugieren que, en entornos rurales con limitaciones económicas, las soluciones manuales adaptadas a las capacidades de los agricultores son mejor recibidas. Este contraste pone de relieve la necesidad de priorizar enfoques progresivos que equilibren las condiciones locales con las metas de productividad y sostenibilidad.

Finalmente, los resultados apoyan las ideas planteadas por (David & David, 2013), quienes destacan que la certificación de productos agrícolas facilita el acceso a mercados especializados y mejora la competitividad de los productores. En este sentido, la intención expresada por los agricultores locales de participar en procesos de certificación representa una oportunidad estratégica para posicionar los productos de BIO SUELOS BOYACÁ SAS en nichos de mercado más exigentes y rentables.

En conjunto, estos hallazgos no solo corroboran las teorías existentes, sino que también aportan nuevas perspectivas que enriquecen el conocimiento sobre la lombricultura en escenarios rurales específicos. Queda claro que adaptar las estrategias a las características y necesidades del contexto local es determinante para garantizar la sostenibilidad y el éxito de este tipo de proyectos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Esta investigación confirma que la producción y uso de abonos orgánicos mediante lombricultura no solo es una alternativa viable, sino también una solución efectiva y sostenible frente a los desafíos actuales de la agricultura en Paz de Río, Boyacá. A continuación, se presentan las conclusiones clave, contrastando los resultados obtenidos con los objetivos, la pregunta de investigación y la hipótesis planteada, así como su impacto en el campo de estudio:

Relación con los objetivos y la pregunta de investigación

Identificar las causas raíz y los factores contribuyentes a la erosión del suelo en los cultivos agrícolas de Boyacá.

La erosión del suelo en Paz de Río, Boyacá, tiene como principales detonantes el uso excesivo de agroquímicos y la pérdida de cobertura vegetal por la expansión de monocultivos como el eucalipto. Estos factores no solo han reducido la calidad del suelo, sino también han aumentado su vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos extremos.

La limitada incorporación de estrategias sostenibles, como el manejo adecuado de residuos orgánicos, refleja un desconocimiento técnico entre los agricultores locales. Este vacío resalta la necesidad de intervenciones educativas que expliquen cómo estas prácticas pueden integrarse en sus sistemas de cultivo sin comprometer la productividad.

Evaluar el estado actual de las prácticas agrícolas y las estrategias existentes para mitigar la erosión del suelo en Boyacá.

El 65% de los agricultores de la región ya utiliza algún tipo de abono orgánico, pero la mayoría recurre a métodos tradicionales como el estiércol animal. Esta realidad sugiere que, aunque existe interés por alternativas sostenibles, persisten barreras de acceso a tecnologías más avanzadas, como la lombricultura.

La ausencia de un enfoque sistemático para el manejo de residuos orgánicos, unido al uso continuo de fertilizantes químicos, ha perpetuado prácticas agrícolas poco sostenibles. Sin embargo, el interés demostrado por los agricultores en capacitaciones indica que este es un punto clave para intervenir.

Desarrollar recomendaciones específicas para implementar estrategias efectivas basadas en lombricultura y manejo sostenible del suelo

La implementación de sistemas de lombricultura adaptados a las necesidades de los pequeños agricultores podría mejorar significativamente la calidad del suelo y aumentar los rendimientos. Por ejemplo, la reutilización de desechos agrícolas como insumos para abonos orgánicos no solo reduce los costos operativos, sino que también mejora la salud del suelo.

Los programas educativos deben enfocarse en demostrar con claridad los beneficios tangibles de estas prácticas, empleando ejemplos locales exitosos y adaptando los contenidos al nivel educativo predominante. Los agricultores necesitan herramientas prácticas que puedan aplicar de inmediato, como talleres y demostraciones en campo.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental del uso de lombricompost como una alternativa sostenible frente a la degradación del suelo agrícola en Paz de Río, Boyacá. Los resultados obtenidos evidencian una correlación directa entre la aplicación de abonos orgánicos y la mejora de la calidad del suelo, el aumento de

la productividad agrícola y la reducción de costos operativos. Además, se respondió a la pregunta de investigación: ¿Es viable implementar la lombricultura como estrategia sostenible para mitigar la erosión del suelo y mejorar la productividad agrícola en la región?, validando que esta práctica ofrece múltiples beneficios tangibles y sostenibles.

Contraste con la hipótesis planteada

La hipótesis inicial proponía que el uso de abonos orgánicos derivados de la lombricultura no solo contribuiría a regenerar suelos degradados, sino que también incrementaría la productividad agrícola y generaría una disminución significativa en los costos de producción. Los hallazgos del estudio corroboran esta hipótesis. La aplicación de lombricompost mejoró la capacidad de retención de agua y aumentó los niveles de nitrógeno y fósforo en suelos degradados, lo que se tradujo en un incremento promedio del 25% en el rendimiento de los cultivos. Asimismo, se comprobó que el uso de residuos orgánicos locales como materia prima para la lombricultura es una estrategia económicamente eficiente, alineada con un modelo de economía circular.

Impacto en el campo de estudio

Los resultados de esta investigación tienen implicaciones significativas para el campo de la agricultura sostenible. Por un lado, se valida que la lombricultura es una herramienta eficaz para contrarrestar los efectos negativos del uso excesivo de fertilizantes químicos y la práctica de cultivos sucesivos, que han llevado a la pérdida de productividad y calidad del suelo. Por otro lado, este modelo promueve un enfoque holístico que integra el manejo de residuos orgánicos, la reducción de la dependencia de agroquímicos y la mejora de la resiliencia de los sistemas agrícolas ante el cambio climático.

Propuestas de nuevas líneas de investigación

A partir de los hallazgos, se plantean las siguientes áreas de investigación:

Optimización del proceso de producción de lombricompost: Estudiar variables como el tipo de residuo orgánico, la temperatura y la humedad para maximizar la eficiencia y calidad del producto final.

Impacto socioeconómico a largo plazo: Evaluar cómo la adopción masiva de la lombricultura puede transformar las dinámicas económicas de las comunidades rurales, generando empleo y fortaleciendo la seguridad alimentaria.

Compatibilidad con diferentes tipos de cultivos: Investigar la efectividad del lombricompost en cultivos específicos, como frutales, cereales y leguminosas, para expandir su aplicación.

Transferencia de conocimiento y adopción tecnológica: Diseñar estrategias educativas y tecnológicas que faciliten la adopción de la lombricultura por pequeños y medianos agricultores.

Puntos clave de los resultados obtenidos

Mejora tangible en la calidad del suelo: El aumento de materia orgánica y la mejora en la retención de agua son indicadores clave del impacto positivo del lombricompost en suelos degradados.

Incremento en la productividad agrícola: Los rendimientos agrícolas, como los cultivos de hortalizas y granos, experimentaron un aumento significativo tanto en cantidad como en calidad, validando el potencial económico de esta técnica.

Aceptación de los agricultores: Aunque la mayoría de los agricultores mostró interés en adoptar esta práctica, se identificó una brecha en el conocimiento técnico que debe abordarse mediante capacitaciones específicas.

Impacto ambiental positivo: La reducción de residuos orgánicos no tratados y la menor dependencia de fertilizantes sintéticos subrayan el aporte ambiental de esta práctica, destacándola como una solución alineada con los objetivos de sostenibilidad global.

6.2 RECOMENDACIONES

Desarrollar programas de formación técnica para agricultores

Es prioritario ofrecer talleres prácticos y dinámicos enfocados en las técnicas de lombricultura y el uso de fertilizantes orgánicos. Estos programas deben abordar desde la producción hasta la correcta aplicación en los cultivos, subrayando los beneficios concretos para la calidad del suelo y la productividad. Por ejemplo, incluir módulos específicos para enseñar a optimizar residuos locales como materia prima para la lombricultura puede ser una herramienta útil para quienes inician en esta práctica.

Establecer alianzas estratégicas con instituciones locales

La colaboración con universidades, asociaciones agrícolas y entidades gubernamentales es clave para ampliar el alcance del proyecto. Estas alianzas podrían facilitar acceso a recursos financieros, tecnología y asistencia técnica. Además, permitirían desarrollar proyectos piloto en diferentes municipios de Boyacá para validar y ajustar las estrategias antes de implementarlas a gran escala.

Diseñar incentivos económicos para fomentar la adopción de abonos orgánicos

Es importante que las políticas públicas incentiven el uso de fertilizantes orgánicos mediante subsidios o ayudas económicas. Por ejemplo, ofrecer descuentos en la adquisición de insumos o financiar parcialmente proyectos de lombricultura ayudaría a los pequeños agricultores a superar las barreras iniciales, como el desconocimiento o los costos de implementación.

Promover el modelo de economía circular en el sector agrícola

Se recomienda aprovechar los residuos orgánicos generados en las comunidades agrícolas como insumo para la lombricultura. Para ello, se pueden diseñar sistemas de recolección y separación de residuos, involucrando tanto a agricultores como a hogares cercanos. Este enfoque no solo reduce la cantidad de desechos en los rellenos sanitarios, sino que también genera un impacto ambiental positivo al cerrar el ciclo de producción.

Monitorear continuamente el impacto del proyecto

Implementar un sistema de seguimiento que evalúe, de forma regular, los cambios en la calidad del suelo y la productividad agrícola es crucial. Por ejemplo, se podrían analizar muestras de suelo antes y después de la aplicación de abonos orgánicos para medir mejoras específicas en parámetros como materia orgánica, retención de agua y fertilidad. Además, encuestar a los agricultores permitirá obtener retroalimentación valiosa sobre los resultados observados en sus cultivos.

Diseñar campañas educativas para sensibilizar a la comunidad

Es fundamental informar a las comunidades rurales sobre los beneficios de la lombricultura mediante estrategias de comunicación accesibles y atractivas. Por ejemplo, realizar jornadas educativas en las plazas de mercado o emplear redes sociales para compartir

testimonios de agricultores que ya han adoptado estas prácticas puede ser muy efectivo. Este enfoque ayuda a reducir la resistencia al cambio y a generar confianza en la propuesta.

Escalar la producción y mejorar la comercialización de fertilizantes orgánicos

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S debe ampliar su capacidad productiva y diversificar la presentación de sus productos, ofreciendo opciones que se ajusten a distintos tipos de cultivos y necesidades. Por otro lado, es necesario fortalecer el marketing, destacando tanto los beneficios económicos como el impacto ambiental de estos fertilizantes. Esto posicionará la marca como una solución sostenible y confiable.

Incorporar prácticas complementarias de manejo sostenible del suelo

Además de utilizar abonos orgánicos, se recomienda incentivar prácticas agrícolas como la rotación de cultivos, la siembra de coberturas vegetales y la construcción de terrazas en áreas con pendientes. Estas acciones pueden integrarse fácilmente con la aplicación de fertilizantes, mejorando la estabilidad del suelo y su resistencia a la erosión.

Impulsar la investigación y la innovación tecnológica

El proyecto debe promover investigaciones que optimicen los procesos de lombricultura, como la identificación de residuos orgánicos más eficientes o la incorporación de tecnologías para acelerar la descomposición. Asimismo, explorar especies de lombrices adaptadas a las condiciones climáticas de Boyacá puede maximizar los resultados en términos de producción y calidad del abono.

Replicar el modelo en otras regiones del país

Finalmente, el éxito de BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S puede servir como referencia para implementar este enfoque en otras zonas agrícolas con problemas de degradación del suelo.

Documentar las lecciones aprendidas y los resultados obtenidos será clave para crear un modelo replicable que beneficie a más comunidades rurales, contribuyendo a la sostenibilidad del sector agrícola a nivel nacional.

7 Referencias

- Congreso de la República de Colombia. (2009). *Ley 1333 de 2009: Por la cual se reglamenta el procedimiento sancionatorio ambiental*.
- (INCONTEC), I. C. (2009). *Guía técnica colombiana GTC 24: Criterios para la separación en la fuente de residuos sólidos*. INCONTEC.
- (INCONTEC), I. C. (2011). *Norma Técnica Colombiana NTC 5167: Compost de residuos orgánicos: Requisitos de composición y calidad*.
- Álvarez, P., & Lozano, R. (2022). Estrategias para la recuperación de suelos mediante abonos orgánicos: Un estudio de caso en América Latina. *Revista Latinoamericana de Suelos*, 28(1), 120-136.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3 ed.). Wiley.
- Colombia. (2005). *Decreto 4741 de 2005 por el cual se establece el régimen sancionatorio para los infractores de la legislación ambiental*. (M. d. Ambiente, Ed.) Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co>
- CONPES 3530. (2008). *Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos (CONPES 3530)*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- CONPES 3874. (2016). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Daniel, W. W. (2013). *Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences* (10 ed.). Wiley.
- David, F. R., & David, F. R. (2013). *Conceptos de administración estratégica*. Pearson Educación.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2020). *Aprovechamiento de residuos orgánicos en Colombia: Retos y oportunidades*. Departamento Nacional de Planeación.
- Domínguez, J., & Aira, M. (2020). El papel de las lombrices de tierra en el manejo de residuos orgánicos y la mejora de la fertilidad del suelo. *Gestión de residuos*, 118, 74-86.
- Domínguez, J., & Edwards, C. A. (2011). *Biology of earthworms* (3 ed.). Springer.
- Edwards, et al. (2010). *Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes, and environmental management* (2 ed.). CRC Press.
- FAO. (2021). *El estado de los recursos del suelo en el mundo*. FAO.
- Gutiérrez-Miceli, F. A., & Dendooven, L. (2019). Vermicompostaje: Una opción sustentable para el manejo de residuos orgánicos en áreas urbanas. *Revista de Gestión Ambiental*, 236, 295-302.

- Henández, et al. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). McGraw-Hill.
- Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Análisis de datos en la ruta cuantitativa. En *metodología: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Recolección y análisis de datos en la ruta cualitativa. En *Metodología de la investigación: las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hernandez, et al. (2016). *Metodología de la investigación* (6 ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, et al. (2020). *Administración: pensamiento, procesos estratégicos y administrativos para la era de la inteligencia artificial*. McGraw-Hill.
- Mendoza, M., & Valverde, C. (2021). Residuos orgánicos y agricultura sostenible: Un análisis desde la lombricultura. *Agro Ciencia*, 55(3), 45-60.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto 1076 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
- Moreno-Cadena, et al. (2020). Producción de abonos orgánicos mediante lombricultura: Una experiencia en Boyacá, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Agropecuarias*, 33(2), 115-130.
- Municipio de Paz de Rio. (s.f.). *Municipio de Paz de Rio*. Obtenido de <https://www.pazderio-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio-714889>
- Pacheco Coello, C. E. (2021). *Metodología en casos reales de evaluación de proyectos*. Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Sapag, N. (2021). *Proyectos de inversión*. Pearson Educación.
- Scheaffer, et al. (2012). *Elementary survey sampling* (7 ed.). Cengage Learning.
- Sharma, K., & Garg, V. K. (2020). Gestión de residuos orgánicos mediante vermicompostaje: una estrategia sostenible para la mejora de la salud del suelo. *Bioresource Technology*.
- Singh, R., & Gupta, S. (2018). Impacto del vermicompostaje en la salud del suelo y la productividad de los cultivos: un estudio de caso. *Investigación agrícola*, 7(4), 400-412.
- Suthar, S., & Singh, S. (2018). Vermicompostaje de lodos industriales mezclados con estiércol de vaca para obtener abono rico en nutrientes. *Investigación sobre ciencias ambientales y contaminación.*, 25(5), 4473-4485.
- Vásquez Rojas, F. A. (2021). *Costos y presupuestos para financieros junior*. Grupo Editorial Nueva Legislación SAS.

Anexos

Anexo 1. Instrumento de consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto:

Mitigación de la Erosión en Cultivos Agrícolas con Abonos Orgánicos en Paz de Río, Boyacá

Investigador Principal:

JAIRO ALONSO PINZÓN AMAYA

BIO SUELOS BOYACÁ SAS

Descripción del Proyecto:

El presente estudio busca evaluar los efectos del uso de abonos orgánicos basados en lombricultura en los cultivos locales, analizando su impacto en la productividad agrícola, la calidad del suelo y la sostenibilidad económica de los agricultores.

Propósito del Consentimiento:

Este documento tiene como finalidad informar al participante sobre los objetivos, procedimientos, beneficios, riesgos y derechos asociados a su participación en este estudio. Al firmar este documento, usted acepta participar de manera libre y voluntaria.

Procedimientos:

Si acepta participar, se le solicitará:

Responder una encuesta relacionada con sus prácticas agrícolas actuales.

Participar en talleres de capacitación sobre el uso de abonos orgánicos.

Permitir la recolección de datos técnicos sobre la productividad de sus cultivos y la calidad del suelo en sus parcelas.

Beneficios:

Su participación contribuirá al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y al fortalecimiento de la economía agrícola local. Además, recibirá capacitación técnica gratuita y muestras de abonos orgánicos para su uso experimental.

Riesgos:

No se anticipan riesgos significativos asociados a su participación.

Confidencialidad:

Toda la información proporcionada será tratada de forma confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y de mejora técnica. Los datos se manejarán de acuerdo con la Ley de Protección de Datos Personales (Ley 1581 de 2012, Colombia).

Participación Voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Usted tiene derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin ninguna consecuencia negativa.

Contacto:

Si tiene alguna pregunta sobre este proyecto, puede comunicarse con:

JAIRO PINZÓN AMAYA

Jpinzon833@gmail.com

3203425039

Consentimiento:

He leído y comprendido la información proporcionada en este documento. Mis dudas han sido aclaradas y acepto participar en este estudio de manera voluntaria.

Nombre del Participante: _____

Cédula de Ciudadanía: _____

Firma del Participante: _____

Fecha: _____

Firma del Investigador Responsable: _____

Fecha: _____

Anexo 2. Encuesta

ENCUESTA

Impacto de los Abonos Orgánicos Basados en Lombricultura en la Sostenibilidad Agrícola

BIO SUELOS BOYACÁ S.A.S

Apreciado(a) agricultor(a):

El propósito de esta encuesta es recopilar información sobre sus prácticas agrícolas y evaluar el impacto del uso de abonos orgánicos basados en lombricultura en sus cultivos. La información proporcionada será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y de mejora técnica. Su colaboración es invaluable para el éxito de este estudio. ¡Gracias por participar!

Por favor, responda las siguientes preguntas marcando con una 'X' la opción que considere más adecuada o escribiendo su respuesta en los espacios proporcionados.

Sección 1: Información Demográfica

1. ¿Cuál es su edad?

- a) Menos de 30 años
- b) Entre 30 y 50 años
- c) Más de 50 años

2. ¿Cuál es su nivel de educación?

- a) Primaria incompleta
- b) Primaria completa
- c) Secundaria
- d) Técnica/Tecnológica
- e) Profesional

3. ¿Cuántos años lleva trabajando en la agricultura?

- a) Menos de 5 años
- b) Entre 5 y 10 años
- c) Más de 10 años

Sección 2: Prácticas Agrícolas

4. ¿Cuál es el tamaño de su parcela agrícola?

- a) Menos de 1 hectárea
- b) Entre 1 y 5 hectáreas
- c) Más de 5 hectáreas

5. ¿Utiliza abonos orgánicos en sus cultivos?

- a) Sí
- b) No

6. Si respondió 'Sí' en la pregunta anterior, ¿qué tipo de abono orgánico utiliza?

7. ¿Está familiarizado con las técnicas de lombricultura?

- a) Sí
- b) No

Sección 3: Impacto de los Abonos Orgánicos

8. Después de utilizar abonos orgánicos, ¿ha observado mejoras en la productividad de sus cultivos?

- a) Sí
- b) No

9. En caso afirmativo, ¿cuál ha sido el porcentaje aproximado de aumento en la productividad?

- a) Menos del 10%
- b) Entre el 10% y el 25%
- c) Más del 25%

10. ¿Ha notado cambios en la calidad del suelo tras el uso de abonos orgánicos?

- a) Sí
- b) No

11. ¿Considera que el uso de abonos orgánicos es una práctica sostenible a largo plazo?

- a) Sí
- b) No

Sección 4: Formación y Asistencia Técnica

12. ¿Ha participado en talleres o capacitaciones relacionadas con el uso de abonos orgánicos?

- a) Sí
- b) No

13. Si respondió 'Sí', ¿considera que estos talleres han sido útiles para mejorar sus prácticas agrícolas?

- a) Sí
- b) No

14. ¿Qué tipo de apoyo técnico considera más útil para implementar técnicas de lombricultura?

- a) Talleres prácticos
- b) Visitas técnicas personalizadas
- c) Material escrito o audiovisual
- d) Otros (especifique):

Agradecemos su tiempo y disposición para responder esta encuesta. Sus respuestas son fundamentales para avanzar en el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles en nuestra región.

Firma del Participante: _____

Cédula de Ciudadanía: _____

Fecha: _____