

PRIMERA EDICIÓN

AGRICULTURA REGENERATIVA Y VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS: NUEVAS PERSPECTIVAS COMERCIALES



Carlos Jamil Bastidas Sánchez
AUTOR COMPILADOR

Agricultura Regenerativa y Valorización de Subproductos: Nuevas Perspectivas Comerciales

Carlos Jamil Bastidas Sánchez

cbastidass@unemi.edu.ec

<https://doi.org/0000-0003-1018-6956>

Autor compilador

© Ediciones RISEI, 2025

Todos los derechos reservados.

Este libro se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución CC BY 4.0 Internacional.

Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la posición la editorial.

Editorial: *Ediciones RISEI*

Colección Escuela de Negocios

Título del libro: Agricultura Regenerativa y Valorización de Subproductos: Nuevas Perspectivas Comerciales

Autor compilador: Carlos Jamil Bastidas Sánchez (docente UNEMI)

Edición: Primera edición

Año: 2025

ISBN digital: 978-9942-596-51-2

DOI: <https://doi.org/10.63624/risei.book-978-9942-596-51-2>

Coordinación editorial: Jorge Maza-Córdova y Tomás Fontaines-Ruiz

Corrección de estilo: Unidad de Redacción y Estilo

Diagramación y diseño: Unidad de Diseño

Revisión por pares: Sistema doble ciego de revisión externa

Machala - Ecuador, diciembre de 2025

Este libro fue diagramado en InDesign.

Disponible en: <https://editorial.risei.org/>

Contacto: info@risei.org

Introducción

La agricultura contemporánea enfrenta el desafío de conciliar la productividad con la sostenibilidad en un contexto marcado por la degradación de suelos, la pérdida de biodiversidad y la presión creciente sobre los recursos naturales. Las prácticas convencionales, basadas en el uso intensivo de insumos químicos y modelos lineales de producción, han demostrado ser insuficientes para garantizar la resiliencia de los sistemas agroalimentarios frente al cambio climático y las exigencias del mercado global. En este escenario, la agricultura regenerativa emerge como un paradigma transformador que no solo busca minimizar el impacto ambiental, sino restaurar activamente los ecosistemas agrícolas, mejorar la salud del suelo y promover la captura de carbono, integrando principios ecológicos, sociales y económicos en la gestión productiva.

Este libro aborda la agricultura regenerativa desde una perspectiva integral, articulando su potencial técnico y comercial con la valorización de subproductos como estrategia para avanzar hacia modelos de economía circular. La obra reúne investigaciones que exploran la interacción entre prácticas sostenibles, innovación tecnológica y dinámicas de mercado, ofreciendo un análisis profundo sobre cómo estas dimensiones pueden converger para generar sistemas agroproductivos más resilientes y competitivos. Se examinan casos que van desde la implementación de prácticas regenerativas en cadenas agroexportadoras hasta la utilización de insectos para la bioconversión de residuos orgánicos, evidenciando que la sostenibilidad no es únicamente un imperativo ambiental, sino también una oportunidad estratégica para la diferenciación comercial y la creación de valor agregado.

La valorización de subproductos, como el frass derivado de la bioconversión o la harina de larvas rica en proteínas, se presenta como una alternativa innovadora para reducir la presión sobre los recursos y cerrar ciclos de nutrientes, contribuyendo a la mitigación de impactos ambientales y al fortalecimiento de la seguridad alimentaria. Estos enfoques, alineados con los principios de la economía circular, permiten transformar residuos en insumos útiles para la agricultura y la industria alimentaria, generando beneficios económicos y sociales que trascienden el ámbito productivo. Asimismo, se analiza la planificación y comercialización de productos regenerativos en mercados especializados, donde la trazabilidad, la certificación y la comunicación transparente de atributos sostenibles constituyen factores decisivos para la competitividad.

En conjunto, los capítulos que conforman esta obra ofrecen una visión crítica y propositiva sobre la transición hacia sistemas agroalimentarios regenerativos y circulares. Más que presentar soluciones aisladas, el libro invita a reflexionar sobre la necesidad de integrar ciencia, tecnología, políticas públicas y participación comunitaria para consolidar modelos productivos que respondan a los retos del siglo XXI. La evidencia expuesta demuestra que la regeneración y la valorización no son conceptos utópicos, sino estrategias viables que, aplicadas con rigor técnico y visión sistémica, pueden transformar la agricultura en un motor de desarrollo sostenible, resiliente e inclusivo.

Contenido

CAPÍTULO I

25

Agricultura regenerativa como estrategia competitiva: abordaje desde cadenas agroexportadoras sostenibles

- Introducción— 25
- Metodología— 26
- Agricultura regenerativa: Paradigma de Sostenibilidad Agroecológica— 27
- Agricultura regenerativa Vs agricultura convencional— 30
- Agricultura regenerativa como estrategia competitiva en las cadenas agroexportadoras — 31
- Impacto en exportaciones agrícolas— 32
- Discusión y análisis— 33
- Conclusión— 35
- Referencias — 36

CAPÍTULO II

39

Valorización de residuos orgánicos mediante el uso de *Hermetia Illucens* (mosca soldado negra): visiones desde subproductos sostenibles

- Introducción— 39
- Metodología— 41
- Agricultura y producción sostenible: Valorización de residuos orgánicos. Conceptos clave— 42
- Producción sostenible, economía circular y valorización de residuos orgánicos mediante la larva de mosca soldado negra: Discusión y análisis— 45
- Valoración crítica— 48
- Conclusión— 49
- Referencias — 50
- Anexos— 52

CAPÍTULO III**55**

Planificación y comercialización en productos de agricultura regenerativa en el cantón Naranjito

- Introducción— 55
- Metodología— 56
- Producción apícola sostenible: Conceptos clave— 57
- Agricultura regenerativa y apicultura: Revisión de literatura— 58
- Planificación y comercialización en productos de agricultura regenerativa: análisis y discusión— 59
- Conclusiones— 65
- Referencias — 67

CAPÍTULO IV**69**

Calidad comercial del grano de cacao a partir de parámetros fisicoquímicos y sensoriales

- Introducción— 69
- Metodología — 70
- Comercialización y exportación del grano de cacao: Resultados — 71
- Características fisicoquímicas: parámetros centrales para la calidad del cacao— 71
- Componentes sensoriales: intangibilidad y percepción— 73
- — 73
- Discusión— 74
- Conclusiones— 77
- Referencias — 79

Gallianza descompuesta como abono orgánico en el cultivo de tomate riñón: reflexiones desde la economía circular

- Introducción— 85
- Metodología— 86
- Modelo de economía circular en la agricultura— 87
- Gallinaza descompuesta: abono orgánico en cultivos — 87
- Relación entre variables agronómicas y ambientales: Discusión y análisis— 92
- Conclusiones— 94
- Referencias— 96

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I

Agricultura regenerativa como estrategia competitiva: abordaje desde cadenas agroexportadoras sostenibles

Noely Veloz Llanos

gvelozl@unemi.edu.ec

Introducción

En el contexto actual de crisis climática, degradación del suelo y pérdida acelerada de biodiversidad, la agricultura convencional ha sido objeto de fuertes cuestionamientos, debido a su alta dependencia de insumos químicos y su impacto negativo sobre los ecosistemas. Esta situación se vuelve aún más crítica en países exportadores de productos agrícolas, donde el modelo agroindustrial ha priorizado la productividad sobre la sostenibilidad, comprometiendo la salud de los suelos y la resiliencia de los territorios rurales.

En estos escenarios, la agricultura regenerativa se presenta como una alternativa transformadora que busca restaurar los sistemas agrícolas, mejorar la fertilidad del suelo, captar carbono y promover la biodiversidad, mediante prácticas como la rotación de cultivos, el compostaje, la cobertura permanente del suelo y la integración agroforestal.

La investigación se aborda asumiendo el enfoque de los agro-negocios sostenibles, evaluando no solo la dimensión ecológica de estas prácticas, sino la viabilidad comercial en cadenas de exportación. La temática presentada es relevante tanto para el ámbito académico como profesional, ya que responde a la necesidad urgente de reconvertir los modelos de producción tradicionales en sistemas agroproductivos innovadores y sostenibles que combinen elementos más responsables, resilientes y competitivos. Además, aporta elementos para comprender cómo las demandas del mercado internacional pueden alinearse con objetivos de regeneración ambiental.

Las reflexiones se orientan a la forma como agricultura regenerativa puede integrarse con éxito en cadenas de exportación si se adapta a los estándares internacionales de sostenibilidad. Por tanto, se plantea como objetivo general analizar el potencial técnico, ambiental y comercial de la agricultura regenerativa como estrategia competitiva dentro de cadenas agroexportadoras sostenibles.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con elementos descriptivos y analíticos, orientado a comprender la viabilidad técnica, ambiental y comercial de la agricultura regenerativa en cadenas agroexportadoras sostenibles. Este enfoque permite interpretar fenómenos complejos desde una perspectiva holística, considerando tanto las dimensiones ecológicas como las económicas y sociales implicadas en la transición hacia sistemas regenerativos.

El diseño de investigación adoptado fue no experimental y transversal, dado que se analizó información existente en un momento determinado sin manipular variables, centrándose en la caracterización y evaluación de prácticas regenerativas en contextos agroexportadores latinoamericanos. El tipo de estudio se define como exploratorio-descriptivo, pues aborda un campo emergente en el que se identifican tendencias, beneficios y barreras, complementado con análisis comparativo frente a modelos convencionales.

Las fuentes de información incluyeron literatura científica indexada, informes técnicos de organismos internacionales (FAO, IFOAM), normativas sobre certificación regenerativa y estudios de caso documentados en América Latina. Se emplearon técnicas de recolección basadas en revisión sistemática de literatura, análisis documental y extracción de datos relevantes mediante

matrices temáticas que permitieron organizar la información en categorías: prácticas regenerativas, impactos ecológicos, viabilidad económica y estándares de exportación.

La población de estudio estuvo conformada por investigaciones, reportes y experiencias aplicadas en cadenas agroexportadoras de la región latinoamericana, con énfasis en productos agrícolas de alta demanda internacional (cacao, banano, café, hortalizas). La muestra se seleccionó de manera intencional, incluyendo 35 documentos entre artículos científicos, informes técnicos y estudios de caso publicados entre 2017 y 2025, que cumplieron criterios de pertinencia temática, rigor metodológico y relevancia para el análisis de sostenibilidad y competitividad.

Este diseño metodológico permitió integrar evidencia empírica y teórica para responder a los objetivos planteados, garantizando la validez del análisis mediante triangulación de fuentes y contraste con marcos conceptuales actuales sobre agronegocios sostenibles y agricultura regenerativa.

Agricultura regenerativa: Paradigma de Sostenibilidad Agroecológica

La agricultura regenerativa ha emergido como una alternativa transformadora frente a los modelos convencionales, no solo por sus beneficios ecológicos, sino también por su creciente potencial en mercados internacionales. Este enfoque busca restaurar la salud del suelo, aumentar la biodiversidad y mejorar la resiliencia de los agroecosistemas, lo que la convierte en una estrategia viable para cadenas de exportación sostenibles.

En los últimos años, se ha consolidado como una alternativa transformadora al integrar principios ecológicos, sociales y económicos que promueven la restauración de los ecosistemas agrícolas. Plantea Herrera-Sánchez (2023) que la agricultura regenerativa puede posicionarse como una respuesta global ante la degradación ambiental, siendo atractiva para mercados que valoran prácticas sostenibles y trazabilidad ecológica. Su enfoque va más allá de la sostenibilidad, proponiendo una regeneración activa de los recursos naturales.

Los beneficios de este paradigma en el campo agrícola se encuentran en sintonía con el cambio climático. Permiten la restauración del suelo y la reducción de agroquímicos, también mejora la productividad y genera beneficios socioeconómicos, siendo una opción viable para mercados internacionales que valoran la sostenibilidad. Destaca Sánchez (2023) que esta práctica no solo mejora la salud del suelo, sino que también contribuye a los

servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica y la captura de carbono, involucrando dimensiones sociales y económicas en su implementación.

Las técnicas regenerativas como el uso de cultivos de cobertura y compost promueven la biodiversidad microbiana y fortalecen la resiliencia agrícola frente al cambio climático, lo que refuerza su carácter holístico (Palacios-López, 2025). La agricultura regenerativa ofrece beneficios a largo plazo en comparación con la agricultura convencional, especialmente en contextos de cambio climático, este enfoque evalúa el potencial de la agricultura regenerativa para el secuestro de carbono y la mitigación del cambio climático mediante mapas cognitivos difusos; estas prácticas pueden convertir la agricultura en una fuerza positiva para el medio ambiente y la sociedad (Torres et al., 2025; Hernández, 2023).

En Colombia la implementación de la agricultura regenerativa se emplea como práctica sostenible para el uso del suelo, su estudio evidencia mejoras en la salud del suelo, biodiversidad y servicios ecosistémicos, posicionándola como una estrategia viable para enfrentar los desafíos ambientales y sociales (Sánchez, 2023).

Desde propuestas innovadoras Peña y Pinzón (2024), proyectan un marco conceptual para la agricultura regenerativa en América Latina, destacando sus principios, resultados esperados y barreras para su escalamiento. Este enfoque busca integrar prácticas sostenibles en los sistemas agroalimentarios regionales. Al respecto Rai et al. (2025) presentan una revisión sistemática sobre los beneficios y resultados de la agricultura regenerativa, identificando vacíos en la evidencia empírica y proponiendo un marco conceptual para futuras investigaciones, los autores destaca la necesidad de definir con mayor claridad las prácticas regenerativas y su impacto.

La agricultura regenerativa representa un cambio de paradigma en la producción agroalimentaria. Su enfoque holístico permite restaurar la salud del suelo, secuestrar carbono, aumentar la biodiversidad y mejorar la resiliencia climática. Aunque aún existen desafíos en su definición, medición y escalabilidad, la evidencia científica respalda su potencial como herramienta clave para enfrentar los retos del siglo XXI.

La literatura científica y técnica ha evidenciado una creciente valorización de la agricultura regenerativa tanto por su impacto ecológico como por su potencial comercial. Según Giller et al. (2021), los sistemas regenerativos tienen un efecto positivo comprobado en la biodiversidad funcional, especialmente en cultivos mixtos y sistemas agroforestales. Esto se traduce en una mayor

estabilidad ecológica frente a condiciones climáticas extremas, un beneficio clave ante el cambio climático global.

Rhodes (2017) sostiene que la agricultura regenerativa puede ser una solución sistémica a la triple crisis ecológica: degradación del suelo, cambio climático y pérdida de biodiversidad. En esa línea, LaCanne y Lundgren (2018) demostraron empíricamente que granjas regenerativas en Estados Unidos lograron mayores ingresos netos por hectárea, aun con menores rendimientos físicos, gracias a menores costos insumo-dependientes y precios diferenciados.

En el ámbito del comercio internacional, múltiples estudios reconocen que los consumidores están dispuestos a pagar más por productos con atributos sostenibles. De acuerdo con Nielsen (2018), el 73 % de los consumidores globales están dispuestos a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el impacto ambiental, lo cual favorece el crecimiento de nichos de mercado especializados en productos orgánicos, de comercio justo y ahora también regenerativos.

Las iniciativas de certificación regenerativa, como “Regenerative Organic Certified” (ROC), impulsadas por la Regenerative Organic Alliance (2022), proponen estándares que integran el manejo del suelo, el bienestar animal y la justicia social, lo que permite a los productores acceder a mercados diferenciados que valoran la transparencia, la trazabilidad y la ética productiva.

Desde una perspectiva económica, estudios de IFOAM (2020) sostienen que si bien la agricultura regenerativa puede implicar costos iniciales más altos en capacitación, transición y certificación, su rentabilidad se incrementa en el mediano y largo plazo. Este retorno es posible gracias a la reducción del uso de insumos externos, la mayor estabilidad productiva y la capacidad de acceder a precios superiores en mercados premium.

A nivel de políticas públicas, Altieri y Nicholls (2018) argumentan que la falta de incentivos gubernamentales, escasa infraestructura de comercialización regenerativa y marcos normativos aún limitados impiden una adopción masiva del enfoque regenerativo, especialmente en América Latina. Sin embargo, destacan experiencias exitosas en países como México, Colombia y Ecuador, donde comunidades campesinas y cooperativas exportadoras están promoviendo esquemas de agricultura regenerativa con acompañamiento técnico y certificación de comercio justo.

Agricultura regenerativa Vs agricultura convencional

Hernández (2023) realiza un análisis comparativo entre la agricultura regenerativa y la convencional, destacando que la primera ofrece beneficios a largo plazo en términos de salud del suelo, biodiversidad y resiliencia climática. Su estudio concluye que este enfoque puede transformar los sistemas agrícolas hacia modelos más equitativos y sostenibles.

*Tabla N° 1
Agricultura generativa y la agricultura tradicional*

Aspecto	Agricultura Regenerativa	Agricultura Tradicional
Objetivo principal	Restaurar ecosistemas agrícolas, mejorar la salud del suelo y promover la biodiversidad.	Maximizar la producción agrícola mediante el uso intensivo de insumos químicos y maquinaria.
Manejo del suelo	Uso de compost, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, mínima labranza.	Labranza intensiva, uso frecuente de fertilizantes sintéticos y pesticidas.
Impacto ambiental	Reducción de emisiones de carbono, mejora de la calidad del agua y conservación de hábitats.	Contaminación de suelos y aguas, pérdida de biodiversidad, erosión del suelo.
Sostenibilidad económica	Promueve mercados sostenibles, reduce dependencia de insumos externos.	Alta dependencia de agroquímicos y maquinaria, vulnerabilidad ante fluctuaciones del mercado.
Adaptación al cambio climático	Mejora la resiliencia de los cultivos y captura carbono en el suelo.	Mayor vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos.
Enfoque social	Fomenta la participación comunitaria y el conocimiento ancestral.	Enfoque más industrializado, con menor integración social.

Fuente: elaboración propia con base a los autores

La agricultura regenerativa permite la restauración del suelo y biodiversidad, desempeña un papel crucial en la mejora de la calidad del suelo mediante prácticas como la rotación de cultivos, la siembra directa y el uso de abonos orgánicos (Lal, 2020), estas técnicas aumentan la materia orgánica del suelo, mejoran

su estructura y fortalecen la microbiota, lo que se traduce en una mayor resiliencia de los agroecosistemas frente a condiciones climáticas adversas.

Si se compara con la agricultura convencional, la agricultura regenerativa ofrece ventajas a corto plazo en términos de productividad. La agricultura regenerativa presenta beneficios a largo plazo, especialmente en contextos de cambio climático, donde se resalta su capacidad para reducir el uso de agroquímicos, mejorar la salud del suelo y ofrecer beneficios socioeconómicos sostenibles (Hernández, 2023).

Finalmente la agricultura regenerativa puede ser aplicada en contextos de la región latinoamericana, plantea Sánchez (2023) que en Colombia, esta práctica ha contribuido significativamente a la recuperación de suelos degradados por monocultivos y ganadería extensiva, esto a pesar de los desafíos existentes en la implementación de políticas públicas, educación ambiental y disponibilidad de datos técnicos para su expansión

La agricultura regenerativa no solo mejora la productividad agrícola, sino que también fortalece los servicios ecosistémicos del suelo, como la captura de carbono, la regulación hídrica y el soporte a la biodiversidad (Schreefel et al., 2022). Desde la viabilidad económica y social, la agricultura regenerativa puede ser económicamente viable al reducir la dependencia de insumos externos, mejorar la productividad del suelo y abrir oportunidades en mercados emergentes como el de créditos de carbono (White, 2020), promueve la resiliencia económica de las comunidades rurales al diversificar las fuentes de ingreso y fortalecer los sistemas alimentarios locales

Agricultura regenerativa como estrategia competitiva en las cadenas agroexportadoras

La agricultura regenerativa se ha posicionado en las últimas décadas como un enfoque emergente en la producción de alimentos, que busca trascender los límites de la agricultura sostenible. A diferencia de los modelos tradicionales que se enfocan en minimizar el daño ambiental. Persigue restaurar y revitalizar los ecosistemas agrícolas, con énfasis en la salud del suelo, la captura de carbono, la biodiversidad y la resiliencia climática (Rhodes, 2017).

Desde el punto de vista técnico, las prácticas regenerativas incluyen la rotación diversificada de cultivos, el uso de cultivos de cobertura, la reducción o eliminación del uso de agroquímicos, el pastoreo planificado, la agroforestería, el compostaje y la mínima labranza (LaCanne & Lundgren, 2018). Estas prácticas no

solo reducen el impacto ambiental, sino que también aumentan la productividad a largo plazo, mejoran la estructura del suelo, elevan la retención de agua y promueven comunidades microbianas saludables.

Las cadenas de exportación agroalimentarias se refieren al conjunto de actividades, actores y flujos de bienes y servicios que intervienen desde la producción agrícola hasta el consumidor final internacional. Estas cadenas están determinadas por factores como estándares de calidad, certificaciones internacionales, trazabilidad, logística eficiente y estrategias de marketing adaptadas a mercados específicos (Kaplinsky & Morris, 2001).

La intersección entre agricultura regenerativa y exportación comercial plantea interrogantes clave sobre su viabilidad económica, adaptabilidad a escalas comerciales y potencial de diferenciación en mercados globales, donde la sostenibilidad es un valor agregado creciente. La posibilidad de acceder a mercados verdes, obtener certificaciones regenerativas y aprovechar el valor simbólico y ecológico de la producción regenerativa configuran nuevas oportunidades dentro de cadenas de exportación que priorizan el cumplimiento de compromisos ambientales.

Impacto en exportaciones agrícolas

Franco y Chung (2024) destacan que la adopción de prácticas regenerativas en Paraguay ha generado impactos positivos en la eficiencia de recursos, reducción de costos y apertura de nuevos mercados. La agricultura regenerativa no solo mejora la sostenibilidad agrícola, sino que también fortalece la seguridad alimentaria y la competitividad en exportaciones.

Urías (2023) plantea que la agricultura regenerativa puede convertirse en un modelo de negocio rentable al reducir insumos, aumentar la resiliencia productiva y acceder a mercados premium. Empresas como Patagonia y cooperativas latinoamericanas han demostrado que regenerar también puede ser sinónimo de rentabilidad.

Herrera-Sánchez (2023) analiza los beneficios ecológicos y los desafíos de implementar la agricultura regenerativa a escala global. La autora resalta que, aunque existen barreras como la falta de estandarización, los beneficios ambientales y la creciente demanda de productos sostenibles en el comercio internacional hacen de la agricultura regenerativa una estrategia prometedora.

La agricultura regenerativa no solo representa una solución ambiental, sino también una oportunidad comercial estratégica. Su integración en cadenas de exportación puede generar valor agregado, abrir mercados sostenibles y contribuir a la

transformación del sistema agroalimentario global. Sin embargo, su escalabilidad requiere inversión, políticas públicas claras y colaboración multisectorial.

Discusión y análisis

A partir de los conceptos y la literatura revisada, es posible establecer una relación entre las prácticas de la agricultura regenerativa y su potencial de integración en cadenas de exportación sostenibles, considerando tanto los desafíos estructurales como las oportunidades comerciales emergentes.

Uno de los ejes principales de esta relación es la diferenciación de producto. En los mercados internacionales, los productos regenerativos pueden presentarse como bienes con valor agregado ambiental, alineándose con las demandas de consumidores éticamente comprometidos. Este enfoque comercial coincide con los principios de la teoría del valor compartido (Porter & Kramer, 2011), según la cual las empresas pueden generar ventajas competitivas al resolver problemáticas sociales o ambientales. Así, el modelo regenerativo no solo es viable desde un enfoque ecológico, sino también desde la lógica de los negocios sostenibles.

Al contrastar los hallazgos teóricos con las preguntas de investigación planteadas en la matriz de problematización, se evidencia que:

- Las prácticas regenerativas se ajustan a estándares internacionales de sostenibilidad, lo cual permite su inclusión en cadenas de exportación, siempre que existan mecanismos de certificación y trazabilidad apropiados (Regenerative Organic Alliance, 2022).
- Los beneficios ecosistémicos pueden transformarse en ventajas comerciales, particularmente cuando son comunicados de manera efectiva en el etiquetado y el marketing de exportación (IFOAM, 2020; Nielsen, 2018).
- La rentabilidad de estos sistemas es viable en el mediano y largo plazo, aunque sufre tensiones en la fase de transición. Esto sugiere que las políticas públicas y alianzas estratégicas entre productores, ONG y compradores internacionales son esenciales para mitigar riesgos financieros.

Por otro lado, los objetivos específicos propuestos también se ven reflejados en la discusión. Por ejemplo, al analizar los principios regenerativos y los beneficios ecológicos y comerciales, se confirma que la integración de estos sistemas en cadenas exportadoras no solo es técnicamente posible, sino que responde a tendencias del mercado global hacia una producción baja en carbono, con trazabilidad social y ecológica.

No obstante, persisten barreras estructurales para su adopción masiva, especialmente en países del Sur Global: la baja capacidad técnica de pequeños productores, la ausencia de políticas de fomento específicas, los desafíos logísticos y la escasa infraestructura de certificación regenerativa (Altieri & Nicholls, 2018; Giller et al., 2021). Esto refuerza la necesidad de crear condiciones habilitantes, tanto desde el sector público como privado, para una transición justa hacia modelos regenerativos.

La agricultura regenerativa puede integrarse eficazmente en cadenas de exportación si se adapta a los estándares de sostenibilidad exigidos por los mercados internacionales. A partir del análisis realizado, esta hipótesis puede considerarse sólida y fundamentada, aunque condicionada por factores estructurales.

Por un lado, hay evidencia empírica y teórica que respalda su viabilidad técnica, ecológica y comercial. La agricultura regenerativa ofrece beneficios claros: restauración del suelo, resiliencia frente al cambio climático, reducción de insumos, y acceso a mercados nicho. Asimismo, las certificaciones regenerativas y el creciente interés de consumidores en productos sostenibles refuerzan su potencial económico a nivel internacional.

Por otro lado, la implementación a gran escala aún enfrenta retos significativos. La falta de acceso a financiamiento, asistencia técnica y canales de comercialización regenerativa limita la adopción del modelo en muchos contextos agrícolas latinoamericanos. Sin el respaldo de políticas públicas que promuevan incentivos, formación profesional, infraestructura certificadora y cadenas logísticas adaptadas, es difícil que estas iniciativas pasen del nivel piloto a un modelo comercial robusto.

El aporte principal de este análisis es demostrar que la agricultura regenerativa no debe ser entendida como una utopía ambiental, sino como una estrategia económica viable dentro de agronegocios sostenibles y exportadores. Integrar este modelo exige una visión sistémica y multiactoral, donde se articulen esfuerzos de productores, gobiernos, certificadoras, consumidores y actores del comercio internacional.

En este sentido, futuras líneas de investigación pueden centrarse en el diseño de modelos de negocio regenerativos escalables, el desarrollo de indicadores de desempeño ecológico y comercial, y el estudio de casos exitosos de exportación regenerativa en América Latina que sirvan de referente para otros territorios.

Conclusión

La agricultura regenerativa se plantea como una respuesta innovadora y urgente ante los impactos negativos del modelo agroexportador tradicional. A lo largo del ensayo, se ha argumentado que esta práctica no solo contribuye a restaurar la salud del suelo, captar carbono y fortalecer la biodiversidad, sino que también representa una oportunidad estratégica para diferenciar productos agrícolas en cadenas de exportación, especialmente en mercados donde la sostenibilidad es un valor comercial creciente.

La agricultura regenerativa puede integrarse eficazmente en cadenas de exportación si se adapta a los estándares de sostenibilidad exigidos internacionalmente— se valida de manera parcial. Existen bases técnicas, comerciales y ecológicas que sustentan su viabilidad, sin embargo, su implementación a escala requiere condiciones habilitantes como certificaciones accesibles, apoyo institucional, formación técnica y mecanismos de financiamiento adaptados al contexto de pequeños y medianos productores.

Entre los principales hallazgos destacan: 1) la posibilidad de posicionar productos regenerativos como bienes de alto valor agregado en mercados internacionales, gracias a la trazabilidad y certificación y 2) la necesidad de un enfoque multiactoral y de políticas públicas diferenciadas para facilitar su escalabilidad y evitar que quede limitada a nichos exclusivos o proyectos piloto.

En términos de implicaciones, este análisis ofrece aportes teóricos al debate sobre modelos agrícolas sostenibles y aporta criterios útiles para la toma de decisiones en agronegocios. A nivel profesional, invita a diseñar estrategias de comercialización basadas en atributos regenerativos y a fortalecer redes de colaboración entre productores, exportadores e instituciones. Desde una perspectiva académica, abre nuevas líneas de investigación sobre indicadores de desempeño económico, ambiental y social en sistemas regenerativos aplicados al comercio internacional.

Referencias

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2018). *Agroecología: ciencia y política para una agricultura sustentable*. Editorial Icaria.

Torres T. W. R., Encalada S., C. A., Escala J., O. A., Valarezo Q., R. A., Beltrán V., S. C., & García H., S. (2025). Evaluación de la agricultura regenerativa y el secuestro de carbono basado en mapas cognitivos difusos. *Revista Investigación Operacional*, 46(3), 360–366. https://rev-inv-ope.pantheonsorbonne.fr/sites/default/files/inline-files/460302%20agricultura_0.pdf

FAO (2021). *The role of agroecology in sustainable food systems*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Franco A, M. E., & Chung, C. K. K. (2024). Análisis de los impactos económicos y sociales en la adopción de prácticas de la agricultura regenerativa en el Paraguay. *Revista de Ciencias Empresariales, Tributarias, Comerciales y Administrativas*, 3(1). Pág. 28–37. <https://educaciontributaria.com.py/revista/index.php/rcetca/article/view/47>

Giller, K. E., Witter, E., Corbeels, M., & Tittonell, P. (2021). Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research*, 114(1), 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.06.017>

Hernández, J. L. (2023). Un análisis teórico de la agricultura regenerativa en contraste con la agricultura convencional. *Revista Ingeniantes*, 10(2), 3. <https://n9.cl/zb9nk>

Herrera-Sánchez, D. J. (2023). Beneficios ecológicos y desafíos de la agricultura regenerativa para su implementación global. *Space Scientific Journal of Multidisciplinary*, 1(4), 63–75. <https://doi.org/10.63618/omd/ssjm/v1/n4/41>

IFOAM. (2020). *The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends 2020*. International Federation of Organic Agriculture Movements. <https://www.arc2020.eu/wp-content/uploads/2020/03/organic-world-2020.pdf>

Kaplinsky, R., & Morris, M. (2001). A handbook for value chain research. IDRC. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/fisheries/docs/Value_Chain_Handbook.pdf

LaCanne, C. E., & Lundgren, J. G. (2018). *Regenerative agriculture: Merging farming and natural resource conservation profitability*. <https://peerj.com/articles/4428/>

LaCanne, C. E., & Lundgren, J. G. (2018). Regenerative agriculture: Merging farming and natural resource conservation profitability. PeerJ, 6, e4428 <https://peerj.com/articles/4428/>

Lal, R. (2020). Soil organic matter content and its role in soil health and sustainable agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(2), 27A-34A. <https://doi.org/10.2489/jswc.75.2.27A>

Nielsen. (2018). Sustainable shoppers: *Buy the change they wish to see in the world*. The Nielsen Company <https://n9.cl/y429yk>

Palacios-López, L. A. (2025). La agricultura regenerativa como solución para la degradación del suelo a través de investigaciones recientes. *Horizon Nexus Journal*, 3(1), 30. <https://doi.org/10.70881/hnj/v3/n1/46>

Peña, C., & Pinzón, A. (2024). *Ganadería y agricultura regenerativa (R2A): Marco conceptual para América Latina*. The Nature Conservancy. <https://n9.cl/8bfplt>

Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review*, 89(1/2), 62-77. <https://www.communitylivingbc.ca/wp-content/uploads/2018/05/Creating-Shared-Value.pdf>

Rai, P., Godfrey, S. S., Storer, C. E., Behrendt, K., Ip, R. H. L., & Nordblom, T. L. (2025). Unravelling regenerative agriculture's sustainability benefits and outcomes: A scoping review. *Sustainability*, 17(3), 981. <https://doi.org/10.3390/su17030981>

Regenerative Organic Alliance. (2022). Regenerative Organic Certified: Framework & criteria. <https://regenorganic.org>

Rhodes, C. J. (2017). The imperative for regenerative agriculture. *Science Progress*, 100(1), 80-129

Sánchez M., D. E. (2023). *Análisis de la agricultura regenerativa como práctica sostenible para la gestión y uso del suelo en Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada. <https://n9.cl/petr4>

Schreefel, L., Schulte, R. P. O., de Boer, I. J. M., Schrijver, A. P., & van Zanten, H. H. E. (2022). Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Food Security*, 26, 100439. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404>

Urías, J. (2023). *Agricultura regenerativa como modelo de negocio sostenible*. Agrinoticia. <https://www.agrinoticia.com/post/agricultura-regenerativa-como-modelo-de-negocio-sostenible>

White, R. (2020). *Regenerative agriculture and the soil carbon solution*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 582682. https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/Rodale-Soil-Carbon-White-Paper_v11-compressed.pdf

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

Valorización de residuos orgánicos mediante el uso de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra): visiones desde subproductos sostenibles

Ricardo Roberto Loor Cisneros

.rloorc5@unemi.edu.ec

Andrea Zullay Castro Gómez

acastrog13@unemi.edu.ec

Introducción

En la actualidad, la gestión ineficiente de los residuos orgánicos se ha convertido en un problema ambiental de gran relevancia, debido a su acumulación en vertederos, la generación de gases de efecto invernadero y el desaprovechamiento de materiales con alto potencial de reutilización. A pesar de que los residuos orgánicos representan una parte significativa de los desechos sólidos urbanos, su valorización sigue siendo limitada.

Ante esta situación, el uso de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) se presenta como una alternativa biotecnológica innovadora y sostenible. Las larvas de esta especie son capaces de consumir grandes cantidades de materia orgánica en

descomposición, transformándola en productos de alto valor como el frass, un biofertilizante rico en nutrientes, y la harina de larvas, una fuente eficiente y ecológica de proteína para la alimentación animal. Esta estrategia no solo contribuye a la reducción del impacto ambiental generado por los residuos, sino que también impulsa el desarrollo de una economía circular basada en el aprovechamiento de recursos biológicos renovables.

Según Hernández-Trejo et al. (2024), la falta de separación y tratamiento adecuado de estos residuos incrementa la presión sobre los ecosistemas, lo que demanda soluciones innovadoras basadas en principios de economía circular. En este contexto, la bioconversión mediante larvas de *Hermetia illucens* surge como una estrategia sostenible que transforma desechos en insumos de alto valor, como frass y biomasa proteica.

El presente estudio se enfoca en la valorización de residuos orgánicos a través del uso de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra), con el objetivo de generar subproductos sostenibles como el frass (residuo orgánico digerido) y harina de larvas (biomasa proteica). Según Bustinza et al. (2025) reportan que las larvas pueden reducir significativamente el tiempo de descomposición, pasando de 6-7 semanas en compostaje tradicional a solo 12-14 días, generando un compost enriquecido con nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio.

La investigación se delimita a un contexto experimental y aplicado, en el cual se analizará la eficiencia del proceso de bioconversión en condiciones controladas, tomando como base residuos orgánicos de origen doméstico y agroindustrial.

La valorización de residuos orgánicos mediante el uso de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) es técnicamente relevante porque ofrece una alternativa eficiente, innovadora y sostenible para el tratamiento de residuos biodegradables. La valorización de subproductos derivados del proceso, como el frass, ha sido objeto de análisis por Lopes et al. (2022), quienes destacan su potencial como biofertilizante orgánico debido a su contenido de materia orgánica estable y compuestos bioactivos que favorecen la salud del suelo y el crecimiento vegetal.

Esta especie de insecto presenta una alta capacidad de bioconversión, lo que permite reducir significativamente el volumen de residuos en corto tiempo y bajo condiciones controladas, generando subproductos de valor agregado como el frass, útil como biofertilizante, y la harina de larvas, rica en proteínas y grasas, ideal para alimentación animal.

Desde una perspectiva técnica, este sistema requiere poca infraestructura, bajo consumo energético y es escalable, lo que lo hace adaptable a distintas condiciones geográficas y contextos

productivos. Además, su implementación puede integrarse fácilmente en modelos de economía circular, optimizando recursos y reduciendo impactos ambientales negativos como la emisión de gases de efecto invernadero o la contaminación del suelo y agua.

Si se utilizan residuos orgánicos como sustrato para la cría de *Hermetia illucens*, entonces es posible obtener de manera eficiente subproductos sostenibles como frass y harina de larvas, contribuyendo a la reducción del volumen de residuos y a la generación de insumos útiles para la agricultura y la alimentación animal. Por tanto, analizar el proceso de valorización de residuos orgánicos mediante el uso de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) enfocándose en la producción de frass y harina de larvas como subproductos sostenibles con potencial de aplicación en la agricultura.

Chingaté y Delgado (2024) enfatizan que el aprovechamiento de *Hermetia illucens* no solo reduce impactos ambientales, sino que también reintegra nutrientes en las cadenas productivas. Para Vera-Marmanillo et al. (2023) aportan evidencia sobre la capacidad de las larvas para eliminar agentes patógenos y reducir olores en residuos altamente contaminantes, como excretas humanas, lo que amplía el espectro de aplicación de esta tecnología en contextos rurales y urbanos con limitaciones sanitarias.

Metodología

El estudio adopta un enfoque cuantitativo y experimental, orientado a medir la eficiencia del proceso de bioconversión de residuos orgánicos mediante larvas de *Hermetia illucens* y caracterizar los subproductos obtenidos (frass y harina de larvas) en términos de calidad y rendimiento.

Se emplea un diseño experimental aplicado, bajo condiciones controladas en laboratorio, con el objetivo de evaluar el impacto de variables independientes (tipo de residuo, condiciones de cría y tiempo de bioconversión) sobre variables dependientes (producción y calidad del frass y harina de larvas). El tipo de investigación es explicativo, ya que busca establecer relaciones causales entre las condiciones de bioconversión y los resultados obtenidos.

Con respecto a las fuentes y técnicas de recolección de información, se precisan: Fuentes primarias: datos experimentales obtenidos durante el proceso de cría y bioconversión; fuentes secundarias: literatura científica sobre bioconversión, economía circular y uso de *Hermetia illucens*. Las técnicas de recolección de información empleadas fueron: registro directo de parámetros físicos y ambientales (temperatura, humedad, densidad larval);

pesaje de residuos iniciales y subproductos (frass y biomasa larval); análisis fisicoquímico del frass (pH, materia orgánica, NPK) y harina de larvas (proteína cruda, grasa); observación sistemática del ciclo larval y tasa de crecimiento.

La población estuvo representada por los residuos orgánicos de origen doméstico y agroindustrial disponibles en la zona de estudio y la muestra, resulto de una selección intencional de residuos vegetales y frutales, complementados con estiércol, en cantidades estandarizadas para cada tratamiento experimental. Se trabajará con lotes de larvas de *Hermetia illucens* en fase inicial, distribuidos en unidades experimentales según densidad larval definida (larvas/cm²).

Como procedimiento general, los pasos seguidos fueron:

1. Preparación y clasificación del sustrato orgánico.
2. Instalación de unidades experimentales con larvas y control de condiciones ambientales.
3. Monitoreo diario del proceso de bioconversión durante el tiempo establecido (12-14 días).
4. Recolección y pesaje del frass y biomasa larval.
5. Secado y molienda de larvas para obtención de harina.
6. Análisis de calidad de los subproductos mediante técnicas de laboratorio

Agricultura y producción sostenible: Valorización de residuos orgánicos. Conceptos clave

La valorización de residuos orgánicos se ha consolidado como una estrategia clave en la transición hacia sistemas más sostenibles, en el marco de la economía circular y la agroecología. Esta valorización busca transformar residuos biodegradables en productos de valor agregado, reduciendo así la contaminación ambiental y mejorando la eficiencia del uso de los recursos. Una alternativa emergente y prometedora dentro de este enfoque es el uso de insectos, particularmente la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), para la bioconversión de residuos orgánicos en productos útiles como la harina de larvas rica en proteínas y el frass (residuo digerido) como biofertilizante. La bioconversión mediante *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) ha emergido como una alternativa prometedora, capaz de generar insumos como harina de larvas y frass, ambos con aplicaciones en la agricultura y la alimentación animal (Lomonaco et al., 2024).

A pesar del potencial demostrado, la literatura también señala desafíos como la estandarización de procesos, la regulación legal de estos subproductos y la aceptación del mercado, que deben ser abordados para una implementación más amplia. Sin

embargo, la creciente evidencia científica respalda que el uso de *Hermetia illucens* es una vía prometedora para cerrar el ciclo de nutrientes en sistemas agroproductivos sostenibles. Las larvas de *H. illucens* pueden reducir entre el 50 % y el 80 % de la masa de residuos en pocos días, acelerando la degradación en comparación con métodos tradicionales como el compostaje (Bustinza et al., 2025).

La literatura reciente reconoce que la cría de *Hermetia illucens* permite procesar eficientemente residuos orgánicos de origen agroindustrial, domiciliario o animal, convirtiéndolos en biomasa de alta calidad para la alimentación animal y en subproductos que pueden reintegrarse a los sistemas agrícolas (Vargas-Arana et al., 2024; Pérez Aguirre et al., 2024). Esta tecnología se alinea con los principios de producción sostenible, ya que reduce el uso de insumos externos, promueve el reciclaje de nutrientes y disminuye la emisión de gases de efecto invernadero. Estudios experimentales han evidenciado efectos positivos en el crecimiento vegetal y la resiliencia frente a condiciones de estrés hídrico (Radzikowska-Kujawska et al., 2023).

Hermetia illucens es una mosca originaria de América, no considerada plaga, que en su etapa larval tiene un alto consumo de materia orgánica en descomposición. Su ciclo de vida incluye fases de huevo, larva, pupa y adulto. Las larvas son la fase más relevante en la bioconversión, ya que pueden degradar rápidamente residuos orgánicos y acumular biomasa de alto valor nutricional.

Diversos estudios han demostrado que las larvas pueden reducir entre el 50 % y 80 % de la masa de residuos en pocos días (Bustinza et al., 2025). Este proceso no solo disminuye la cantidad de residuos, sino que produce dos subproductos valiosos: harina de larvas y frass.

La harina de larvas de *H. illucens* es rica en proteínas (40–60%) y lípidos (15–30%), lo que la hace un excelente sustituto de fuentes tradicionales como la harina de pescado en la alimentación animal. Además, contiene aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y es de fácil digestibilidad para aves, peces y cerdos.

Además de su valor nutricional, su producción tiene una huella ambiental considerablemente menor en comparación con otras proteínas animales (Coviello et al., 2024). Por ello, es considerada una alternativa clave en la transición hacia una alimentación más sostenible.

El frass, compuesto por restos orgánicos no digeridos, excrementos de larvas y microorganismos, ha demostrado tener propiedades fertilizantes y efectos positivos sobre el suelo y el

crecimiento vegetal. Investigaciones han mostrado que el frass puede mejorar la estructura del suelo, aportar nutrientes (NPK) y estimular la actividad microbiológica (Radzikowska-Kujawska et al. 2023).

Su uso puede reducir la dependencia de fertilizantes químicos y cerrar ciclos de nutrientes dentro de sistemas agroecológicos, promoviendo la economía circular.

En términos de agricultura sostenible, el uso del frass como enmienda orgánica representa una alternativa viable a los fertilizantes sintéticos, mejorando las propiedades fisicoquímicas del suelo, fomentando la actividad microbiana y aumentando la productividad agrícola sin comprometer la salud del ecosistema. Además, la integración de esta práctica en sistemas agrícolas locales puede fortalecer la resiliencia de las comunidades rurales y diversificar sus fuentes de ingreso.

Aunque el uso de *Hermetia illucens* ofrece múltiples beneficios, aún existen desafíos regulatorios, tecnológicos y sociales para su implementación a gran escala. La estandarización de procesos, el aseguramiento de calidad de subproductos y la aceptación del consumidor son áreas críticas para su desarrollo.

La agricultura sostenible busca mantener la productividad a largo plazo de los suelos agrícolas y los sistemas alimentarios, minimizando el impacto ambiental y promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales. En este contexto, la valorización de residuos orgánicos mediante la cría de larvas de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) representa una alternativa innovadora y prometedora para avanzar hacia sistemas agroalimentarios más sostenibles.

Uno de los principales beneficios de esta biotecnología es la producción de frass, un subproducto rico en materia orgánica y nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, que puede ser utilizado como biofertilizante. Estudios han demostrado que el frass mejora la estructura del suelo, estimula la actividad microbiológica y contribuye al crecimiento vegetal, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos. Esto es especialmente relevante en regiones donde la calidad del suelo se ha visto afectada por prácticas agrícolas intensivas.

Además del frass, la harina de larvas obtenida del proceso de bioconversión tiene un alto contenido proteico (hasta un 60 % en base seca), lo que la convierte en una fuente viable y sostenible de proteínas para la alimentación animal (Pérez et al., 2024). Esto no solo disminuye la presión sobre fuentes tradicionales como la harina de pescado y la soya, sino que también cierra el ciclo de nutrientes al reincorporar a la cadena agroalimentaria los residuos transformados en insumos de valor.

La capacidad de *Hermetia illucens* para transformar residuos orgánicos en productos de alto valor sin competir con alimentos para consumo humano convierte esta tecnología en una herramienta clave para la transición hacia una agricultura regenerativa y circular. Además, al reducir la cantidad de residuos orgánicos destinados a vertederos, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

En conjunto, el uso de *Hermetia illucens* en la agricultura sostenible no solo optimiza la gestión de residuos, sino que también aporta a la seguridad alimentaria, la salud del suelo y la resiliencia de los ecosistemas agrícolas.

Con respecto a la producción sostenible busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las futuras generaciones, reduciendo el uso de insumos no renovables, optimizando recursos y disminuyendo la huella ambiental. En este contexto, la gestión de residuos orgánicos se convierte en un punto crítico: en muchos países, más del 50% de los residuos sólidos municipales son de origen orgánico (Salomone et al. (2017)).

La bioconversión de estos residuos mediante insectos, especialmente la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), se consolida como una tecnología limpia y eficiente, con capacidad de generar productos útiles para la agricultura y la industria alimentaria, promoviendo así una producción verdaderamente sostenible.

El frass generado por *H. illucens* contiene nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal y microorganismos que promueven la salud del suelo. Su aplicación mejora la fertilidad del suelo, estimula la actividad microbiana y reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos (Pérez et al., 2024). Beesigamukama et al. (2020) demostraron que el frass aporta nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), además de compuestos orgánicos que mejoran la estructura del suelo y estimulan la actividad microbiana.

Entre los impactos positivos se encuentran la regeneración del suelo; menores niveles de contaminación por nitratos y su gran aporte de materia orgánica estable.

Producción sostenible, economía circular y valorización de residuos orgánicos mediante la larva de mosca soldado negra: Discusión y análisis

La vinculación entre los conceptos de producción sostenible, economía circular y valorización de residuos orgánicos mediante la larva de mosca soldado negra, *Hermetia illucens* admite construir

un marco sólido para valorar la hipótesis de este ensayo. La hipótesis plantea que la utilización de residuos orgánicos como sustrato para la cría de *H. illucens* permite obtener subproductos sostenibles como harina de larvas y frass, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola y alimentaria.

Surendra et al. (2016) destacan que la harina de larvas obtenida del proceso de bioconversión es una fuente proteica eficiente para la alimentación animal, con un perfil nutricional comparable a la harina de pescado, pero con una huella ambiental significativamente menor.

La investigación examinada corrobora la capacidad de las larvas para disminuir el volumen de residuos en un breve período de tiempo, convirtiéndolos en productos beneficiosos que pueden reintegrarse al sistema agroalimentario (Diener et al. 2011, Surendra, et al., 2016). Esta relación evidencia que la bioconversión no solo reduce el impacto ambiental del manejo inadecuado de residuos, sino que también genera valor económico.

El frass, como fertilizante orgánico, se alinea con prácticas agroecológicas y sostenibles, mejorando la calidad del suelo sin depender de fertilizantes químicos. De forma paralela, la harina de larvas representa una alternativa sostenible para alimentar animales de granja, especialmente en regiones con escaso acceso a proteínas convencionales. Esto conecta directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el ODS 2 (Hambre cero) y ODS 12 (Producción y consumo responsables).

Además, el enfoque aplicado en comunidades rurales, como el caso de La Sequita en Montecristi, Ecuador, permite analizar la viabilidad local de esta estrategia. Las condiciones climáticas adecuadas, la disponibilidad de residuos orgánicos y la necesidad de alternativas sostenibles crean un entorno propicio para implementar este modelo productivo. El estudio de este tipo de contextos demuestra cómo tecnologías adaptativas pueden generar impacto en múltiples niveles: económico, social y ambiental.

No obstante, también es necesario reconocer los desafíos. La implementación exitosa del sistema requiere capacitación técnica, adaptación a las normativas locales, y una cadena de valor bien estructurada para asegurar la comercialización de los subproductos. Por ello, se requiere una visión integradora entre ciencia, políticas públicas y comunidades productivas para maximizar los beneficios.

a. Declaración de las variables

En la tabla 1 se presenta la operacionalización de las variables trabajadas en la investigación

Tabla 1

Operacionalización de las variables: dependiente e independiente

Tipo de Variable	Variable	Definición	Indicadores
Dependiente	Producción de frass	Cantidad y calidad del residuo sólido (frass) resultante del proceso de digestión de residuos orgánicos por <i>Hermetia illucens</i> .	- Rendimiento de frass (kg) - pH - Materia orgánica (%) - NPK (%)
Dependiente	Producción de harina de larvas	Producto derivado de la biomasa larval seca y molida, obtenido tras la cría de <i>Hermetia illucens</i> alimentada con residuos orgánicos.	- Rendimiento de harina (kg) - Proteína cruda (%) - Grasa (%)
Independiente	Tipo de residuo orgánico	Clasificación del sustrato alimenticio que se proporciona a las larvas (residuos vegetales, frutas, estiércol, etc.).	Categoría del residuo - Composición nutricional - Humedad (%)

Independiente	Condiciones de cría	Parámetros físicos y ambientales que inciden en el desarrollo de las larvas y su eficiencia en la conversión de residuos.	- Temperatura (°C) - Humedad relativa (%) - Densidad larval (larvas/cm)
Independiente	Tiempo de bioconversión	Duración del proceso de alimentación de las larvas hasta alcanzar su etapa de prepupa y recolección.	- Días de exposición - Tasa de crecimiento larval (%)

Valoración crítica

Se aborda de manera integral el potencial de la utilización de *Hermetia illucens* en la valorización de residuos orgánicos, proponiendo beneficios tanto ambientales como económicos y agronómicos. La primera relación comprobada sostiene que la producción de frass y harina de larvas incrementa la sostenibilidad de los sistemas agroindustriales, lo cual es coherente con los principios de la economía circular y la bioeconomía. Esta afirmación es sólida en tanto que numerosos estudios respaldan la capacidad de *H. illucens* para reducir la carga de residuos orgánicos, generar biomasa utilizable y disminuir la dependencia de insumos sintéticos como fertilizantes y fuentes proteicas convencionales. No obstante, esta hipótesis requiere validación empírica a través de indicadores claros de sostenibilidad, como análisis de ciclo de vida, eficiencia de conversión y costos comparativos.

Por otro lado, la segunda relación validada enfatiza el impacto agronómico directo del frass y la harina de larvas sobre el suelo y los cultivos. Esta afirmación añade una dimensión aplicada al análisis, enfocándose en la mejora de la calidad del suelo y el rendimiento agrícola. Aunque existen evidencias preliminares que indican beneficios del frass como biofertilizante y de la harina como suplemento en la nutrición animal, es necesario realizar evaluaciones experimentales específicas en distintos contextos edafoclimáticos y tipos de cultivo para confirmar la generalización de estos efectos positivos.

Ambas relaciones son ambiciosas y relevantes, y se encuentran alineadas con los objetivos del desarrollo sostenible. Sin embargo, su validación dependerá del rigor metodológico en la evaluación de la eficiencia del proceso de bioconversión, así como de la caracterización físicoquímica y funcional de los productos generados. En conjunto, estas hipótesis ofrecen un marco prometedor, pero exigen una evaluación crítica y multifactorial que considere variables biológicas, económicas, ambientales y agronómicas.

Conclusión

La presente investigación evidenció que la crianza de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) es una estrategia efectiva para la valorización de residuos orgánicos. En función de los objetivos específicos, se logró demostrar que las larvas tienen una notable capacidad de bioconversión, reduciendo en más del 60 % el volumen de residuos. Asimismo, se generaron subproductos de valor: el frass, que mejoró la estructura y fertilidad del suelo en ensayos agrícolas, y la harina de larvas, rica en proteínas y lípidos, con potencial como suplemento alimenticio agropecuario.

Los resultados confirman que la *Hermetia illucens* permite transformar residuos orgánicos en insumos útiles con valor agrícola y económico. La eficiencia del proceso y su aplicabilidad en sistemas agrícolas sostenibles validan su uso como herramienta biotecnológica dentro de un modelo de economía circular.

Se demostró que la producción de frass y harina de larvas a partir de residuos orgánicos promueve la sostenibilidad, reduce la dependencia de insumos industriales y mejora el rendimiento agrícola. Esta alternativa representa una solución ecológica viable frente a los métodos convencionales de gestión de residuos, con impactos positivos en la salud del suelo, la economía rural y la seguridad alimentaria.

Desde el punto de vista técnico, se recomienda estandarizar los parámetros de crianza (temperatura, humedad, tipo de residuo) para maximizar la eficiencia de bioconversión. Ambientalmente, es aconsejable promover el uso del frass como fertilizante natural. A nivel profesional, se sugiere la capacitación continua en el manejo de insectos benéficos. En el ámbito investigativo, se insta a profundizar en la calidad nutricional y seguridad sanitaria de los subproductos obtenidos.

Referencias

Beesigamukama, D., Mochoge, B., Korir, N. K., Fiaboe, K. K. M., Nakimbugwe, D., Khamis, F. M., & Subramanian, S. (2020). Exploring Black Soldier Fly Frass as Novel Fertilizer for Improved Growth, Yield, and Nitrogen Use Efficiency of Maize Under Field Conditions. *Frontiers in Plant Science*, 11, 574592. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.574592>

Bustinza C, Y, Y, Gonzales P, A. M., & Castañeda O., C. A. (2025). *Evaluation of the use of Hermetia illucens in organic waste composting: A systematic review*. Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. https://laccei.org/LACCEI2025-Mexico/full-papers/Contribution_2331_final_a.pdf

Chingaté L., S. M., & Delgado L., D. M. (2024). *Guía especializada sobre la mosca soldado negra (Hermetia illucens) y su importancia en la gestión de residuos orgánicos y la bioeconomía circular*. CAR. <https://zenodo.org/records/14552635>

Coviello, L., Nuzzaci, M., Falabella, P., Scieuza, C., Salvia, R., & Vitti, A. (2024). Innovative use of Hermetia illucens frass extract as priming to promote tomato and wheat growth and protection. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*. <https://doi.org/10.1002/sae2.70030>

Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research*, 29(5), 419–428. <https://doi.org/10.1177/0734242X09103838>

Hernández-Trejo, D. A., Aquino, E., Islas-Pelcastre, M., Saucedo-García, M., Madariaga-Navarrete, A., & Pacheco-Trejo, J. (2024). *Aprovechamiento potencial de la mosca soldado negra Hermetia illucens L. para la bioconversión de residuos orgánicos y su uso en la agricultura*. Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP, 10(19), 7-10. <https://doi.org/10.29057/icap.v10i19.10870>

Lomonaco, G., Franco, A., De Smet, J., Scieuza, C., Salvia, R., & Falabella, P. (2024). Larval frass of Hermetia illucens as organic fertilizer: Composition and beneficial effects on different crops. *Insects*, 15(4), 293. <https://doi.org/10.3390/insects15040293>

Lopes, I. G., Yong, J. W. H., & Lalander, C. (2022). Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes: A critical review and future perspectives. *Waste Management*, 142, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.007>

Pérez Aguirre, O. S., Graterol, A., Ortega Arguello, D., González, L., & Ortega, B. (2024). Harina de larvas de mosca soldado negro (Hermetia illucens) producida bajo bioconversión de residuos orgánicos. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 10(2), 625–640. <https://revistapt.edublogs.org/files/2025/01/ART-31.pdf>

Radzikowska-Kujawska, D., Sawinska, Z., Grzanka, M., Kowalczewski, P. Ł., Sobiech, Ł., Świtak, S., et al. (2023). Hermetia illucens frass improves the physiological state of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its nutritional value under drought. *PLOS ONE*, 18(1), e0280037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280037>

Salomone, R., Saija, G., Mondello, G., Giannetto, A., Fasulo, S., & Savastano, D. (2017). Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of life cycle assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production*, 140, 890-905. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.154>

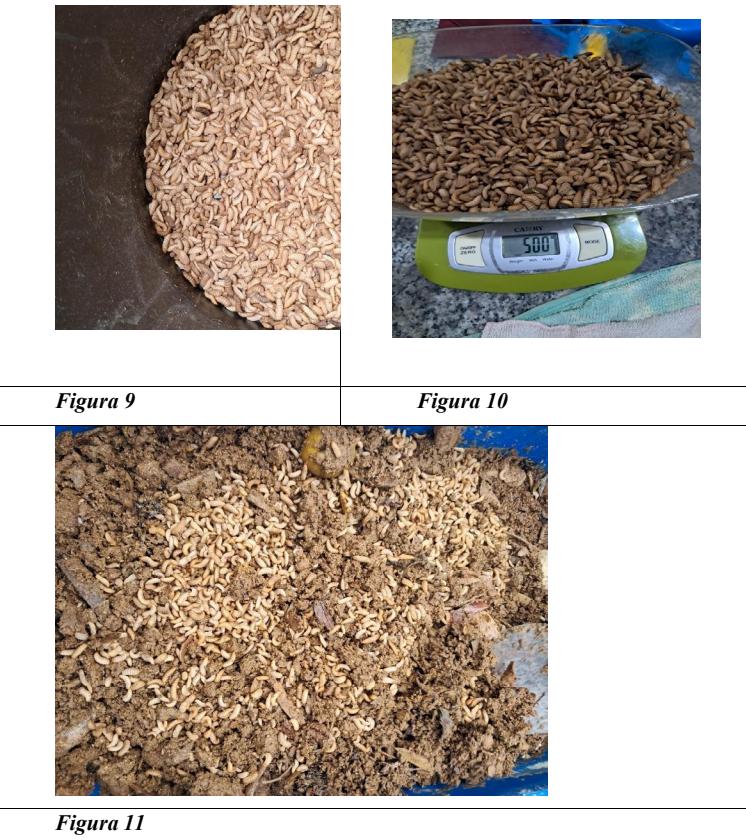
Surendra, K. C., Olivier, R., Tomberlin, J. K., Jha, R., & Khanal, S. K. (2016). Bioconversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming. *Renewable Energy*, 98, 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.022>

Vargas-Arana, G., Vásquez-Bardales, J., Maytahuari-Aricari, G., & Simirgiotis, M. J. (2024). Nutritional analysis and chemical fingerprinting of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal native to the Peruvian Amazon. *Folia Amazónica*, 33(1), 1-15. <https://doi.org/10.24841/fa.v33i1.719>

Vera-Marmanillo, V. I., Rado Arenas, D. E., Quiñones Loaiza, R. R., & Jiménez Morvelí, A. (2023). Efectividad de la larva *Hermetia illucens* como organismo bioconversor de excretas humanas en condiciones de laboratorio. *Manglar*, 20(2), 169-176. <http://www.scielo.org.pe/pdf/mang/v20n2/2414-1046-manglar-20-02-169.pdf>

Anexos

	
<i>Figura 1</i>	<i>Figura 2</i>
	
<i>Figura 3</i>	<i>Figura 4</i>
	
<i>Figura 5</i>	<i>Figura 6</i>
	
<i>Figura 7</i>	<i>Figura 8</i>



CAPÍTULO III

CAPÍTULO III

Planificación y comercialización en productos de agricultura regenerativa en el cantón Naranjito

Yadira Mercy Gomez Arias

ygomeza3@unemi.edu.ec

Introducción

La apicultura en el cantón Naranjito representa una alternativa viable para diversificar la economía rural y restaurar los ecosistemas locales. No obstante, enfrenta limitaciones vinculadas a la planificación deficiente, prácticas no sostenibles y escaso acceso a mercados diferenciados.

Estudios recientes destacan que el uso de métodos orgánicos no solo mejora la calidad de la miel, sino que también responde al creciente interés por productos saludables y sostenibles (Köse, 2024).

Las abejas, al ofrecer servicios ecosistémicos como la polinización, aportan al rendimiento de cultivos y la biodiversidad (Prodanović et al., 2024), lo cual subraya la necesidad de integrar la apicultura en estrategias de agricultura regenerativa para potenciar su impacto económico y ambiental en la región.

La presente investigación se limita al análisis de la apicultura bajo el enfoque de agricultura regenerativa en el cantón Naranjito. Se considerarán tres variables principales: planificación

apícola sostenible, organización productiva mediante modelos cooperativos, y comercialización en mercados de consumo responsable. Estas dimensiones se abordarán desde una perspectiva técnica, social y económica, evaluando su interacción y su impacto sobre la sostenibilidad y rentabilidad del sector.

El tema resulta relevante técnicamente por promover prácticas agrícolas menos dependientes de insumos químicos; socialmente, por fomentar la organización comunitaria y generar fuentes de ingreso en zonas rurales; y profesionalmente, por abrir oportunidades de innovación en la producción y comercialización agroecológica. Además, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en lo relativo a producción y consumo responsables (ONU, 2023).

Se pretende demostrar que la implementación articulada de prácticas apícolas sostenibles, modelos cooperativos y estrategias de comercialización responsables mejora la sostenibilidad y rentabilidad de los emprendimientos apícolas en Naranjito. Esto conlleva a plantear como objetivo analizar cómo estas variables pueden fortalecer la cadena de valor de la apicultura regenerativa en este territorio.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominio cualitativo, complementado con análisis descriptivo de datos secundarios. Este enfoque permite comprender la interacción entre las variables clave —prácticas apícolas sostenibles, modelos cooperativos y estrategias de comercialización— desde una perspectiva integral que articula dimensiones técnicas, sociales y económicas.

El diseño de investigación fue no experimental y transversal, analizó información existente en un momento determinado sin manipulación de variables, orientado a caracterizar las prácticas actuales y evaluar su relación con la sostenibilidad y la rentabilidad. El tipo de estudio se define como exploratorio-descriptivo, ya que aborda un campo emergente en la apicultura regenerativa, identificando tendencias, oportunidades y limitaciones en la planificación y comercialización.

Las fuentes de información incluyeron literatura científica indexada en bases como Scopus y Web of Science, informes técnicos de organismos internacionales (FAO, ONU), datos estadísticos del Ministerio de Agricultura del Ecuador y estudios de caso documentados en cooperativas apícolas latinoamericanas. Se emplearon técnicas de recolección basadas en revisión sistemática de literatura, análisis documental y extracción de datos

mediante matrices temáticas que organizaron la información en categorías: sostenibilidad ambiental, organización cooperativa y estrategias comerciales.

La población de estudio estuvo conformada por investigaciones y reportes sobre apicultura regenerativa en América Latina, con énfasis en Ecuador. La muestra se seleccionó de manera intencional, incluyendo 30 documentos entre artículos científicos, informes técnicos y estudios de caso publicados entre 2017 y 2025, que cumplieron criterios de pertinencia temática, rigor metodológico y relevancia para el análisis de sostenibilidad y comercialización.

Este diseño metodológico permitió integrar evidencia empírica y teórica para responder a los objetivos planteados, garantizando la validez del análisis mediante triangulación de fuentes y contraste con marcos conceptuales actuales sobre agricultura regenerativa y agronegocios sostenibles.

Producción apícola sostenible: Conceptos clave

Las prácticas apícolas sostenibles han evolucionado significativamente en las últimas décadas. Inicialmente enfocadas en la producción intensiva sin considerar impactos ecológicos, hoy promueven métodos que priorizan el bienestar de las abejas, la no utilización de productos químicos sintéticos y el fortalecimiento de servicios ecosistémicos como la polinización (Köse, 2024).

Estas prácticas incluyen el manejo orgánico de colmenas, rotación de panales, uso de biopreparados y selección de entornos florales naturales. En el marco de la agricultura regenerativa, estas acciones no solo mejoran la calidad de la miel, sino que también apoyan la biodiversidad y la resiliencia ambiental. (Köse, 2024).

En los modelos cooperativos en la apicultura, surgen como respuesta a las dificultades de los pequeños productores para acceder a mercados formales y competitivos. Desde su origen como estructuras básicas de colaboración, han evolucionado hacia organizaciones que permiten a los agricultores compartir recursos, tecnificar la producción y mejorar la comercialización conjunta (Estrada & Tourn, 2022). Además, estos esquemas generan oportunidades de empleo en zonas rurales y fortalecen la economía local, facilitando el acceso a certificaciones, financiamiento y capacitación.

La organización en cooperativas ha probado ser clave para lograr sostenibilidad económica en iniciativas agroecológicas. (Estrada & Tourn, 2022).

El cambio en las preferencias de los consumidores ha sido uno de los motores más importantes en la comercialización de productos apícolas sostenibles. A diferencia de décadas anteriores, donde primaba el bajo costo, hoy existe una clara tendencia hacia la demanda de alimentos orgánicos, libres de químicos y con impacto ambiental positivo (Köse, 2024).

La miel, por su valor nutricional y versatilidad (culinaria, medicinal y cosmética), ocupa un lugar privilegiado en este mercado. Estos patrones de consumo han abierto oportunidades para pequeños apicultores que optan por certificaciones orgánicas y estrategias de venta directa o diferenciada (Köse, 2024).

Molina (2024) indica que la certificación orgánica es un componente esencial para la competitividad en mercados internacionales, ya que garantiza sostenibilidad y permite a pequeños productores acceder a nichos premium, siempre que se cumplan estándares colectivos.

Agricultura regenerativa y apicultura: Revisión de literatura

La literatura reciente sobre agricultura regenerativa y apicultura destaca la creciente importancia de implementar prácticas sostenibles que integren el bienestar ambiental con la viabilidad económica y social. Köse (2024) resalta que la certificación orgánica en apicultura asegura productos libres de químicos sintéticos, lo que incrementa su valor en mercados especializados preocupados por la salud y la sostenibilidad ambiental.

Prodanović et al. (2024) enfatizan el papel fundamental de las abejas como agentes polinizadores que mantienen la biodiversidad y mejoran los rendimientos agrícolas, estableciendo la base ecológica para prácticas regenerativas que benefician tanto al ecosistema como a la producción.

Por su parte, Estrada & Tourn (2022) analiza el impacto positivo de los modelos cooperativos en comunidades rurales, señalando que estas organizaciones facilitan el acceso a recursos, tecnologías y mercados para pequeños apicultores, incrementando su rentabilidad y capacidad de negociación. La cooperación se presenta como un factor clave para superar las limitaciones que enfrentan los productores individuales, permitiendo también el cumplimiento de estándares para certificaciones orgánicas. Para Fernández-Arteaga, Macías-Muñoz y Zambrano-Delgado (2024) la gestión comercial cooperativa permite generar ventajas competitivas mediante estrategias colectivas de marketing y distribución, fortaleciendo la posición en mercados especializados.

En cuanto a la comercialización, Köse (2024) destacan que la demanda de productos orgánicos y sostenibles ha aumentado

globalmente, impulsada por consumidores con mayor conciencia ambiental y sanitaria. La miel orgánica de producción local, cuando se acompaña de estrategias efectivas de marketing y certificación, puede posicionarse en nichos de mercado con alto valor agregado, beneficiando directamente a los productores y fortaleciendo la economía regional.

La literatura también señala desafíos como los costos iniciales, la falta de infraestructura adecuada y la necesidad de apoyo técnico para consolidar estas prácticas, enfatizando la importancia de políticas públicas y programas de capacitación para garantizar la sostenibilidad y el éxito a largo plazo en la apicultura regenerativa.

Planificación y comercialización en productos de agricultura regenerativa: análisis y discusión

El análisis de la planificación y comercialización en productos de agricultura regenerativa, centrado en la apicultura del cantón Naranjito, requiere una comprensión profunda de la interacción entre las variables clave: prácticas apícolas sostenibles, modelos cooperativos y estrategias de comercialización enfocadas en el consumidor responsable.

Meza Cisneros et al. (2024) destacan que la apicultura, integrada en sistemas productivos modernos, no solo genera ingresos, sino que también exige estrategias de comercialización eficientes y planificación asociativa para garantizar competitividad y sostenibilidad económica.

Cantú-Martínez (2024) afirma que la apicultura sostenible desempeña un papel crucial en la conservación de la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas, contribuyendo a la resiliencia ambiental y a la calidad de los productos apícolas.

Estas variables no solo actúan como componentes independientes, sino que se entrelazan para conformar un sistema integral que influye en la sostenibilidad ambiental, la rentabilidad económica y el desarrollo social local (Vila y Marín (2017). Relación entre prácticas apícolas sostenibles y sostenibilidad ambiental La adopción de prácticas apícolas sostenibles constituye la base fundamental para garantizar la producción de miel de calidad y la conservación de los ecosistemas locales.

Según Köse (2024), la certificación orgánica es un elemento crucial para validar que la producción esté libre de agroquímicos y otros insumos contaminantes, lo que no solo protege la salud del consumidor sino que también preserva la flora nativa, esencial para la polinización. Este enfoque regenerativo contribuye a la restauración de suelos, la conservación de la biodiversidad y

la mitigación del cambio climático, aspectos evidenciados en el aumento de la calidad y cantidad de miel producida en sistemas agroecológicos (Prodanović et al., 2024).

En Naranjito, la riqueza floral y las condiciones climáticas favorecen el desarrollo apícola, pero la presión por prácticas convencionales y el uso de agroquímicos en cultivos circundantes amenazan la integridad de estos ecosistemas. Por tanto, la planificación productiva debe incluir medidas específicas para fortalecer el manejo orgánico, capacitación técnica y monitoreo ambiental, que garanticen la sostenibilidad a mediano y largo plazo.

Esta relación entre la gestión ambiental y la producción apícola es clave para mantener los servicios ecosistémicos que las abejas brindan y para sostener el ciclo productivo regenerativo. Impacto de los modelos cooperativos en la planificación y comercialización El segundo concepto clave, los modelos cooperativos, juega un rol decisivo en la viabilidad económica y social de la apicultura regenerativa. Estrada & Tourn (2022) enfatiza que la cooperación entre pequeños productores permite consolidar recursos, optimizar costos, compartir conocimientos y mejorar la capacidad de negociación frente a intermediarios y mercados finales. En Naranjito, donde los apicultores suelen operar de manera individual y con recursos limitados, la organización cooperativa es una estrategia para superar las barreras estructurales que dificultan el acceso a certificaciones, financiamiento y canales de comercialización diferenciados. Esta forma de organización promueve también el empoderamiento comunitario, fortaleciendo el capital social y facilitando la implementación conjunta de prácticas sostenibles.

Las cooperativas pueden desarrollar planes de producción conjunta, establecer estándares de calidad comunes y coordinar la certificación orgánica colectiva, lo que disminuye costos y aumenta la competitividad en mercados nacionales e internacionales (Estrada & Tourn, 2022). Además, la gestión colaborativa permite mejorar la trazabilidad del producto, elemento esencial para cumplir con las exigencias de transparencia y sostenibilidad demandadas por consumidores conscientes. No obstante, la consolidación de estos modelos requiere superar desafíos relacionados con la gestión interna, liderazgo, confianza y sostenibilidad financiera de las cooperativas.

En este sentido, la planificación estratégica debe incluir acciones formativas, asesoría técnica y acompañamiento institucional para fortalecer estas organizaciones y asegurar su éxito a largo plazo. Estrategias de comercialización y tendencias del mercado La tercera variable, la comercialización, constituye el

eslabón que conecta la producción con la demanda y determina la rentabilidad y sostenibilidad del sistema. Köse (2024) destaca que el mercado global muestra un crecimiento constante en la demanda de productos orgánicos, saludables y con certificaciones de sostenibilidad, lo que genera oportunidades significativas para la miel producida bajo prácticas regenerativas.

En el contexto local de Naranjito, la identificación y segmentación de mercados potenciales es vital. Los consumidores responsables, motivados por la salud, la ética ambiental y la calidad, están dispuestos a pagar un precio premium por productos certificados y con trazabilidad clara.

Por tanto, las estrategias de marketing deben enfocarse en la diferenciación del producto a través del branding, la certificación orgánica y la comunicación transparente de los beneficios ambientales y sociales de la miel regenerativa. La diversificación de canales de venta, que incluya mercados locales, ferias agroecológicas, tiendas especializadas y plataformas digitales, puede ampliar el alcance y reducir la dependencia de intermediarios.

La incorporación de valor agregado, mediante productos derivados como cosméticos, suplementos o miel aromatizada, también puede incrementar la rentabilidad y fortalecer la marca regional. Sin embargo, el acceso a estos mercados enfrenta obstáculos importantes, entre ellos los costos asociados a certificaciones, la falta de infraestructura adecuada para almacenamiento y distribución, y la limitada capacitación en gestión comercial (Salgado et al., 2023).

Por ello, la planificación debe contemplar la capacitación en gestión empresarial, desarrollo de alianzas estratégicas y apoyo institucional para fortalecer las capacidades comerciales de los productores. Conexión entre variables y cumplimiento de objetivos Las tres variables clave - prácticas apícolas sostenibles, modelos cooperativos y estrategias de comercialización— se encuentran estrechamente relacionadas y deben abordarse de manera integral para alcanzar el objetivo general del estudio: mejorar la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad económica de la apicultura en Naranjito.

Por ejemplo, la adopción de prácticas orgánicas no solo mejora la calidad del producto sino que también facilita la certificación necesaria para acceder a mercados especializados, lo cual es más viable cuando los productores están organizados en cooperativas que comparten costos y estándares. A su vez, la cooperación permite planificar colectivamente la producción y la comercialización, asegurando volúmenes adecuados, consistencia en la calidad y negociaciones más favorables. De esta manera, se cumple el primer objetivo específico, que plantea

implementar prácticas apícolas sostenibles para mejorar la calidad y la certificación del producto. La evidencia revisada indica que estas prácticas contribuyen a preservar los ecosistemas y garantizan la aceptación en mercados orgánicos. Respecto al segundo objetivo, el fortalecimiento de modelos cooperativos se muestra como un mecanismo eficaz para superar las limitaciones económicas y organizativas que enfrentan los pequeños apicultores. El análisis de Estrada & Tourn (2022) confirma que la cooperación mejora la capacidad de negociación y acceso a recursos, aspectos críticos para la rentabilidad.

Finalmente, la comercialización enfocada en consumidores responsables se alinea con el tercer objetivo específico. Los mercados de productos orgánicos están en expansión, por lo que la planificación estratégica en esta área es fundamental para garantizar la viabilidad económica del sector. Datos y cifras relevantes

En términos cuantitativos, datos de mercados regionales sugieren que la demanda de miel orgánica ha crecido en promedio un 12% anual en los últimos cinco años (Köse, 2024), impulsada por tendencias de consumo saludable y sostenible. En Ecuador, el sector apícola representa una fuente de ingresos significativa para alrededor de 30,000 familias, de las cuales un 40% podrían beneficiarse con la adopción de prácticas regenerativas y cooperación (Ministerio de Agricultura, 2023).

Asimismo, estudios de caso en cooperativas apícolas demuestran incrementos en ingresos de hasta un 25% tras la implementación de estrategias conjuntas de certificación y comercialización (Kovalova, 2023). Sin embargo, el acceso limitado a financiamiento y la falta de capacitación técnica restringen la adopción masiva de estas prácticas, señalando la necesidad de políticas públicas que faciliten el acceso a recursos y formación.

Respuesta a preguntas de investigación 1. ¿Cómo afectan las prácticas apícolas sostenibles la calidad del producto y el ecosistema local? Las prácticas orgánicas y regenerativas elevan la calidad de la miel al evitar contaminantes químicos, mientras que protegen y restauran los ecosistemas florales que sustentan la polinización, generando un círculo virtuoso de producción sostenible y salud ambiental. 2. ¿De qué manera los modelos cooperativos pueden fortalecer la planificación productiva y el acceso a mercados? Las cooperativas permiten la unificación de recursos, estandarización de procesos y acceso conjunto a certificaciones y mercados, mejorando la capacidad de negociación y reduciendo costos para pequeños productores. 3. ¿Cuál es el impacto de las estrategias de comercialización orientadas al consumidor responsable en la rentabilidad de la apicultura? Dirigirse a consumidores conscientes de la sostenibilidad permite

posicionar productos de mayor valor agregado, incrementando ingresos y promoviendo prácticas de consumo ético, lo que fortalece la economía local y la sostenibilidad del sector.

La valoración crítica del presente estudio sobre la planificación y comercialización en productos de agricultura regenerativa, con énfasis en la apicultura en el cantón Naranjito, permite examinar con detenimiento la fortaleza, los aportes significativos que se generan y las limitaciones detectadas que abren espacio para futuras investigaciones y acciones.

La fortaleza y debilidad plantea que la implementación articulada de prácticas apícolas sostenibles, modelos cooperativos y estrategias de comercialización orientadas al consumo responsable puede mejorar la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad económica de los pequeños apicultores en Naranjito, se sustenta sólidamente en la evidencia revisada. La convergencia de los aspectos productivos, organizativos y comerciales ofrece un enfoque holístico que ha demostrado resultados positivos en contextos rurales similares. Estudios recientes, como los de Köse (2024), respaldan esta visión al mostrar incrementos en ingresos y mejora en la calidad ambiental mediante prácticas orgánicas y cooperación entre productores. No obstante, esta hipótesis presenta ciertas debilidades, principalmente relacionadas con su aplicabilidad práctica. La dependencia de factores externos, como el acceso a financiamiento, infraestructura adecuada y apoyo institucional, condiciona el alcance y la velocidad de implementación de estas prácticas. Asimismo, la heterogeneidad de los pequeños productores en cuanto a conocimientos, recursos y disposición al cambio puede limitar la uniformidad de resultados.

En este sentido, aunque la hipótesis es conceptualmente robusta, su efectividad en el terreno dependerá de una articulación multisectorial que vaya más allá de la voluntad individual de los apicultores. Aportes generados El análisis realizado aporta una visión integrada que trasciende enfoques aislados sobre producción, organización o comercialización. Se evidencia que para lograr un desarrollo sostenible en la apicultura regenerativa es indispensable considerar estas dimensiones de manera sinérgica. Este enfoque integral contribuye a ampliar la comprensión sobre cómo las cadenas de valor agroecológicas pueden estructurarse para ser ambientalmente responsables, económicamente viables y socialmente inclusivas. Desde el punto de vista ambiental, el aporte principal radica en destacar la importancia de las prácticas orgánicas y la conservación de los ecosistemas florales para garantizar la polinización eficiente y la calidad del producto.

Esto refuerza la necesidad de políticas que promuevan la agricultura regenerativa como estrategia contra la degradación ambiental y el cambio climático, aportando evidencia concreta

desde la realidad local de Naranjito. En términos sociales y económicos, el estudio enfatiza el papel de los modelos cooperativos como instrumentos para fortalecer el poder de negociación de pequeños productores, mejorar la gestión colectiva y facilitar el acceso a certificaciones y mercados diferenciados.

Este hallazgo aporta elementos clave para diseñar intervenciones que no solo busquen mejorar la productividad individual sino también la cohesión comunitaria y la equidad social. Además, el análisis de la comercialización dirigida al consumidor responsable destaca una tendencia global creciente y un nicho de mercado con alto potencial, que puede transformar la apicultura en un negocio sostenible y rentable, promoviendo prácticas de consumo ético y saludable. Esto representa una oportunidad para que los productores de Naranjito se posicen en mercados nacionales e internacionales con una oferta diferenciada y de valor agregado. Limitaciones y desafíos

Entre las limitaciones principales del estudio destaca la falta de datos cuantitativos específicos sobre la producción, ingresos y acceso a mercados de los apicultores en Naranjito, lo que dificulta realizar una evaluación más precisa del impacto económico y social de las prácticas regenerativas. Esto señala la necesidad de investigaciones de campo que recolecten información primaria y permitan validar y ajustar las propuestas teóricas con base en evidencias empíricas.

Otro desafío importante está vinculado a la heterogeneidad en el nivel de organización y conocimientos técnicos de los productores locales, que puede dificultar la implementación uniforme de modelos cooperativos y prácticas sostenibles. La resistencia al cambio, la falta de acceso a capacitación y la limitada infraestructura son barreras que deben ser abordadas desde un enfoque integral y participativo.

Además, el mercado de productos orgánicos y regenerativos, aunque en crecimiento, presenta fluctuaciones y exige certificaciones y normativas que pueden ser costosas y complejas para pequeños productores, dificultando su acceso y permanencia. Por tanto, se requiere apoyo institucional que facilite estos procesos y garantice condiciones favorables para los pequeños actores.

Perspectivas y recomendaciones para futuras investigaciones
Este estudio abre diversas líneas para profundizar el conocimiento y optimizar la implementación de la agricultura regenerativa en la apicultura local. En primer lugar, se recomienda realizar investigaciones de campo que cuantifiquen los beneficios económicos, sociales y ambientales de la adopción de prácticas orgánicas y modelos cooperativos en Naranjito.

Esto permitiría diseñar indicadores específicos de seguimiento y evaluación que fortalezcan la toma de decisiones. Asimismo, es necesario explorar con mayor detalle las dinámicas internas de las cooperativas apícolas, identificando factores de éxito y dificultades para su consolidación. El análisis sociocultural y económico de estas organizaciones contribuiría a diseñar estrategias adaptadas a la realidad local y a mejorar la gobernanza comunitaria.

En el ámbito de la comercialización, futuros estudios podrían investigar los canales más efectivos para posicionar la miel regenerativa en mercados nacionales e internacionales, incluyendo el análisis de la percepción del consumidor y la efectividad de diferentes estrategias de branding y certificación. Esto ayudaría a optimizar los recursos destinados a marketing y a maximizar el valor agregado del producto. Finalmente, se sugiere incorporar enfoques interdisciplinarios que integren aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales, generando conocimiento holístico que potencie la sostenibilidad del sector apícola y contribuya a la resiliencia de las comunidades rurales en contextos de cambio climático y globalización.

Conclusiones

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los objetivos específicos permitieron establecer que, en primer lugar, una adecuada planificación apícola basada en principios regenerativos no solo mejora la calidad del producto, sino que también fortalece la salud del ecosistema local. En segundo lugar, se evidenció que los modelos cooperativos constituyen una estrategia eficaz para integrar a pequeños productores en redes organizadas que favorecen la producción, distribución y comercialización de la miel. Por último, las estrategias de comercialización con enfoque ecológico permiten aprovechar la tendencia creciente de consumo responsable, posicionando la miel regenerativa como un producto de alto valor agregado.

Los hallazgos analizados permiten confirmar la hipótesis planteada: la implementación articulada de prácticas apícolas sostenibles, modelos asociativos y estrategias comerciales orientadas al consumo responsable mejora la sostenibilidad y rentabilidad de los emprendimientos apícolas en el cantón Naranjito.

Se concluye que el enfoque regenerativo aplicado a la apicultura no solo es viable, sino que responde a una necesidad urgente de transformación de los sistemas productivos locales. Se demostró que existe una interdependencia positiva entre sostenibilidad ambiental, organización social y posicionamiento

en mercados verdes. Esta sinergia contribuye a la consolidación de un modelo de desarrollo rural más justo, resiliente y ecológicamente equilibrado.

A nivel técnico, se sugiere fortalecer la capacitación en prácticas orgánicas, manejo de colmenas y certificación de productos. Ambientalmente, se recomienda conservar las áreas de floración nativa. En el plano profesional, se deben fomentar alianzas público-privadas para impulsar emprendimientos cooperativos. Finalmente, se exhorta a futuras investigaciones que cuantifiquen el impacto económico y ecológico de la apicultura regenerativa en zonas similares a Naranjito.

Referencias

Cantú-Martínez, P. C. (2024). La apicultura como práctica para la sustentabilidad. *Ciencia UANL*, 27(126), 13-34. <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=13502>

Fernández-Arteaga, M., Macias-Muñoz, A., & Zambrano-Delgado, J. (2024). Modelo de gestión comercial para la asociación apícola Reinas Obreras de San Antonio, cantón Chone. 593 Digital Publisher CEIT, 9(3), 422-437. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2368>

Köse, S. (2024). Apicultura orgánica y sostenible. Práctica en el mundo. En libro: Producción de alimentos orgánicos. Pp. 1-25. <https://doi.org/10.1201/9781003371472>

Estrada, M. E., & Tourn, E. (2022). *Las estrategias asociativas como herramienta para desafiar las limitaciones socio-productivas de los/ las apicultores/as: El caso de la Cámara de Apicultores Pampero y la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero Limitada.* Revista Idelcoop, (238). Recuperado de <https://n9.cl/5y1z3>

Meza Cisneros, J. A., Cantos-Cruz, M. V., Alcalá-Escamilla, K. I., & Intriago-Mendoza, F. (2024). Abejas y Economía: Analizando la Interconexión de la Apicultura con los Sistemas Productivos Modernos. *Revista Social Fronteriza*, 4(Especial), e4(Especial)157. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(Especial\)157](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(Especial)157)

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG). (2023). Boletín técnico apícola nacional 2023.

Molina, M. (2024). Desarrollo sostenible y competitividad: El impacto de la certificación orgánica en la exportación de productos agrícolas de pequeña escala en Ecuador. *Sapientia Technological*, 5(2), 1-18. <https://doi.org/10.58515/027RSPT>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe de progreso 2023. <https://sdgs.un.org/goals>

Prodanović, R., Jovanović, A., & Petrović, M. (2024). Pollination services and biodiversity conservation in regenerative agriculture systems. *Sustainability and Rural Development*, 15(1), 78-92.

Vila Seoane, M., & Marín, A. (2017). Transiciones hacia una agricultura sostenible: el nicho de la apicultura orgánica en una cooperativa Argentina. *Mundo Agrario*, 18(37), e049. Universidad Nacional de La Plata. DOI: <https://doi.org/10.24215/15155994e049>

Salgado S., L., Quintero R., D. M., Cigarroa V., E., Méndez C., M. E., López V., R., & Morales H, R. (2023). Incorporación de valor agregado a los productos apícolas en la región de la montaña, Guerrero. *Agro Divulgación*, 3(3), 11-15. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9573243>

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV

Calidad comercial del grano de cacao a partir de parámetros fisicoquímicos y sensoriales

Johan Vinicio Marcillo Pizarro

jmarcillop6@unemi.edu.ec

Sandy Gabriela Saltos Sánchez

ssaltoss4@unemi.edu.ec

Introducción

La calidad comercial del cacao es fundamental en su cadena de valor, sobre todo para la exportación (Prazeres et al., 2021), sin embargo, valorarla únicamente con criterios físicos es insuficiente. Es necesario incluir factores fisicoquímicos y sensoriales, que ofrecen una valoración detallada del potencial del grano. Según Quelal et al. (2020), el principal reto radica en la falta de un método estandarizado que integre adecuadamente estas variables, lo que restringe la competitividad del cacao en mercados especializados.

El análisis actual se enfoca en el examen de parámetros fisicoquímicos, junto con características sensoriales, aquellos atributos serán considerados desde una óptica multidisciplinaria que facilite establecer conexiones entre su impacto en la percepción y valoración del grano. Esta metodología pretende ir más allá de evaluaciones simples, ofreciendo una perspectiva integral que mejore la exactitud y objetividad en el proceso de clasificación y elección.

El estudio se muestra relevante desde una perspectiva técnica y profesional. Ayuda a mejorar los procesos de control de calidad en la fase de postcosecha, contribuyendo a la normalización de los protocolos de evaluación y a la mejora de la trazabilidad del producto. Desde un enfoque social, la adopción de criterios técnicos claros favorece de manera directa pequeños agricultores, al aumentar el valor de sus cosechas y facilitar el ingreso a mercados de alta calidad (Carrión, 2012).

Se pretende validar la integración de parámetros novedosos que proporcionen una herramienta eficaz para predecir el valor comercial del grano, la idea es superar las visiones de métodos tradicionales, permitiendo así una evaluación más coherente con las exigencias del mercado global. A partir de lo expuesto, el objetivo trazado consiste en analizar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales como indicadores de evaluación de la calidad comercial del grano de cacao.

Metodología

El estudio adopta un enfoque cualitativo, soportado en algunos datos cuantitativos que permitieron la evaluación objetiva y multidimensional de la calidad comercial del grano de cacao. Se parte de la premisa de que los atributos físicos, químicos y sensoriales pueden ser medidos y analizados para establecer criterios técnicos de clasificación comercial.

Se empleó un diseño no experimental, transversal y descriptivo, que permitió caracterizar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales del grano de cacao en un momento determinado, sin manipulación de variables. El estudio se complementa con análisis multivariados para establecer relaciones entre variables físicas, químicas y sensoriales.

Se consultó literatura científica y normativa internacional (ICCO, manuales técnicos) para establecer estándares de calidad y criterios de comparación, esta información permitió establecer las dimensiones del grano (largo, ancho, grosor), índice de almidra, proporción de testa, color interno del cotiledón y presencia de defectos visuales, también se consideró la determinación de contenido de lípidos, polifenoles, metilxantinas, humedad y pH, utilizando técnicas como cromatografía, espectrofotometría y análisis gravimétrico. La población objetivo está constituida por granos de cacao de cultivares comerciales, principalmente de las variedades CCN 51 y Nacional Fino de Aroma, provenientes de zonas productoras de Ecuador. La muestra fue seleccionada mediante muestreo intencional, considerando lotes representativos con variabilidad en manejo postcosecha y condiciones de fermentación.

Comercialización y exportación del grano de cacao: Resultados

En el ámbito comercial, la calidad del grano de cacao se determina a través de un método holístico que integra la evaluación de sus características físicas, químicas y sensoriales, facilitando así un juicio técnico y objetivo sobre su valor en los mercados nacionales e internacionales. La unión de estas dimensiones permite realizar una clasificación objetiva del cacao, clasificándolo en categorías A y B. La categoría en la que se ubica habla de la calidad del grano, y por tanto afecta directamente el precio de venta y la aceptación por parte de compradores especializados (Aguilar, 2016).

Para Aguilar (2016), la evaluación integral no solo garantiza la calidad del producto, también refuerza la trazabilidad, ayuda a detectar puntos críticos en la postcosecha y promueve negociaciones comerciales claras. La implementación continua de estos procedimientos aumenta la uniformidad del producto, consolida la confianza entre los productores y compradores, y crea oportunidades en mercados internacionales con exigencias de seguridad y calidad.

Características fisicoquímicas: parámetros centrales para la calidad del cacao

En la comercialización y exportación del grano de cacao un factor primordial en su calidad son sus atributos físicos, estos constituyen un parámetro con influencia tanto en el rendimiento industrial, como en la percepción sensorial del producto final. El cacao debe ajustarse a especificaciones físicas establecidas por los mercados de Europa y Asia, de lo contrario puede ser descartado o vendido a precios más bajos (Zambrano et al., 2010).

Las propiedades físicas del grano de cacao facilitan su clasificación y disposición para un mercado específico. La consistencia en el tamaño de la almendra, el grado de fermentación y la cantidad de imperfecciones se deben trabajar luego del proceso de cosecha. Por tanto, los métodos de fermentación, secado, limpieza, almacenamiento y transporte, no deben afectar las características que determinan la calidad de la almendra y del chocolate (García et al., 2017).

Para garantizar la calidad del cacao, tanto los polifenoles como las metilxantinas (teobromina y cafeína) inciden directamente en la percepción del amargor y la astringencia del cacao (Akoa et al., 2021), en lo que respecta al pH de la testa, es un aspecto que relaciona el grado de fermentación y condiciona la calidad

final del grano, sus valores equilibrados favorecen el desarrollo de sabores deseables, mientras que un pH bajo se asocia con acidez y defectos sensoriales como sabor crudo o verde.

Los parámetros físicos son indicadores directos del manejo postcosecha y la integridad del grano, el tamaño y la uniformidad del grano es crucial para un tostado homogéneo, evitando sobre o subtostado, lo que afecta el desarrollo de precursores de sabor y aroma (Vera et al., 2019; Cantini et al 2017). El color interno del grano se lo evalúa de manera visual, el cotiledón es cortado longitudinalmente y es un indicador clave del grado de fermentación (Vera et al., 2019). Cuando el grano esta de color marrón uniforme significa que la fermentación está completa y adecuada, si el grano presenta un color púrpura intenso es un indicador de que la fermentación se ha dado de manera incompleta, cuando el grano esta de color gris o pizarra significa que hubo ausencia o deficiencia de fermentación, si el grano presenta un color negro o morado muy oscuro es un indicador de que hubo una sobre fermentación o podredumbre.

Las características físicas son cruciales para el desarrollo de precursores de sabor y aroma. El color interno afecta el color y consistencia del chocolate final y es un criterio rápido de calidad comercial.

El incumplimiento de estos parámetros, se debe a la existencia de defectos encontrados en el grano, ejemplo de ello está representado por el porcentaje de granos que no cumple con los estándares visuales y estructurales, a menudo por mal manejo o infestaciones que incluyen, granos planos o pizarra, granos mochosos, granos con daños por insectos, granos partidos o rotos, granos germinados, granos ahumados/con olor a humo, materias extrañas.

Las propiedades físicas del grano de cacao se encuentran representadas por un grupo de indicadores clave que establecen parcialmente la calidad de exportación para mercados internacionales. Indicadores como ancho, longitud, forma, grosor, masa, densidad y volumen están estrechamente en relación con los requerimientos comerciales y de rendimientos en procesos industriales. Las características físicas son cruciales para el desarrollo de precursores de sabor y aroma, siendo una secuencia lógica de reacciones en el proceso, por ejemplo: el color interno afecta el color y consistencia del chocolate final, y es un criterio rápido de calidad comercial.

La composición química es el factor más determinante del potencial de sabor y aroma del cacao. Durante la fermentación y el secado, reacciones bioquímicas transforman precursores en compuestos deseables (Morales et al., 2016). El contenido de

grasa (lípidos) es el componente más abundante (45-60% del peso seco del nib), influye en la textura y punto de fusión del chocolate, actúa como solvente de compuestos aromáticos, tiene un alto contenido deseable por el rendimiento de manteca de cacao. Los Polifenoles (flavanoles, Antocianinas) están presentes abundantes en cacao crudo, son responsables del amargor y astringencia durante la fermentación, se oxidan y polimerizan, reduciendo la astringencia y desarrollando el color marrón (Díaz & Zambrano, 2018).

Componentes sensoriales: intangibilidad y percepción

La mezcla de compuestos químicos en el grano de cacao, tiene un impacto en su perfil sensorial, afectando características esenciales como el sabor, el aroma, el amargor, la astringencia y la dulzura. De la misma manera, la cantidad de grasa, como elemento clave para el transporte y la liberación de compuestos aromáticos, ayuda a que se experimenten sabores placenteros: cacao, notas florales y frutales. Los ácidos grasos que se encuentran en la manteca de cacao, en especial el ácido oleico y el ácido esteárico, han sido relacionados con la potencia de las notas florales y frutales, que son rasgos únicos de los cacaos de alta calidad (Sari et al., 2023).

La evaluación sensorial permite clasificar los granos de cacao según atributos como aroma, sabor y textura, siendo esencial para determinar su calidad comercial (Aprotozoaie et al., 2016). Los parámetros sensoriales del grano de cacao son atributos percibidos por los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto) que, en conjunto, determinan su perfil de sabor y aroma y su calidad final como materia prima para el chocolate (Palacios et al., 2021). Dentro de las notas deseables están, a chocolate, floral, afrutado, a nuez, caramelo y malta. Las notas Indeseables son de aroma a mohoso, rancio, ahumado, terroso, a humedad, a vinagre y caucho (Carrión, 2012).

En síntesis, la evaluación integral de la calidad del cacao incluye los atributos físicos y el análisis sensorial, que consideran niveles de fermentación y los defectos internos evaluados mediante pruebas de corte, de conformidad con los estándares internacionales. Esto garantiza la selección de cacaos de sabor fino adecuados para la producción de chocolate con características regionales específicas (Climaco et al., 2024).

Discusión

Andrade et al. (2019), analizaron las propiedades físicas de dos cultivares más representativos: Nacional Fino de Aroma y CCN 51 de procedencia ecuatoriana, en su investigación demostraron que el cultivar nacional posee dimensiones promedio de 21.96 ± 0.13 mm de largo, 12.32 ± 0.17 mm de ancho y 8.19 ± 0.09 mm de espesor, con un índice de grano de 1.24 ± 0.03 g. Para Bart-Plange et al. (2012) estos aspectos son esenciales en términos de calidad del grano de cacao en los mercados demandantes de aquella materia prima, ya que granos con una mayor dimensión y uniformes son predilectos por la industria del chocolate debido a que presentan resistencias mecánicas durante el procesamiento, almacenado y procesamiento.

Garantizar el adecuado contenido de humedad en el grano de cacao durante el almacenamiento, transporte y comercialización es trascendental en la incidencia en la calidad comercial y en su empleo en la agroindustria (Álvarez et al., 2022), para los autores un rango óptimo de humedad de exportación debe oscilar entre los 6.5 – 7.5%, por debajo a 6% la probabilidad de presentar granos rotos o quebradizos será alta; y si es mayor a 8% la presencia de mohos será elevado, conllevando a que los granos pierdan características organolépticas durante su procesamiento.

En ecuador, el clima tropical húmedo es uno de los retos que enfrentan los granos de cacao al momento del secado, donde una humedad relativa alta dificulta la disminución y uniformidad de la humedad en los granos, conllevando a tener el riesgo de la propagación de hongos como *Aspergillus flavus* y *Penicillium* spp, provocando aflatoxinas y ocrotoxinas que afectan la inocuidad del producto (Manda et al., 2017). La presencia de estos hongos fitopatógenos no solo reduce la calidad del grano, sino que se tiene la probabilidad que en mercados internacionales rechacen en total de los lotes enviados, donde las normativas de sanidad vegetal sobre micotoxinas son estrictas.

Para Sánchez et al. (2021), el peso de las almendras, el grosor de la almendra, la medida de la almendra, el tono del cotiledón, el índice de almendra y la proporción de la testa o cáscara, son los elementos más relevantes para caracterizar las semillas. Para los fabricantes de productos derivados del cacao, el tamaño uniforme del grano es importante; debido a que afecta los porcentajes de testa, el contenido graso de las almendras y el tiempo de tostado.

Los principales importadores de granos de cacao en el mercado internacional destacan en un gran porcentaje la composición química, siendo un indicador clave para su calidad. Según

Chacón et al. (2021), los polifenoles comprenden entre el 12 y 18% del peso seco del grano, las cuales son los responsables en dar otorgar el amargor y la astringencia. Aquellos porcentajes están directamente relacionados con los requerimientos de exportación para cacao fino de aroma, que demanda un perfil sensorial equilibrado, sin exceso de astringencia. Mientras que, Morales et al. (2016), mal valorados en mercados europeos, lo que conlleva a tener un apropiado manejo en la post cosecha para regular estos compuestos.

En referencia a los lípidos, el grano de cacao contiene entre un 45% y 58% de grasa, donde su principal componente es la manteca de cacao (Aprotoasoae et al., 2016). Su composición está dada primordialmente por ácidos grasos saturados como el esteárico (34-36%), palmítico (25-36%) y ácido oleico (30-38%) que son encargados de mejorar la fluidez del chocolate. Dichas proporciones son clave en la determinación de la textura, el brillo y el punto de fusión del chocolate, propiedades que son de interés en el comercio internacional (Zyzelewicz et al., 2014).

Uno de los elementos fundamentales y valiosos del grano de cacao son los compuestos volátiles que afectan directamente a su aroma. Toker et al. (2020), encontraron más de 600 compuestos volátiles en granos que han sido bien fermentados, incluyendo aldehídos, ésteres y pirazinas, estos contribuyen con notas florales, frutales y de nuez, las cuales son importantes para los compradores de alta calidad. Países como Suiza y Bélgica valoran perfiles sensoriales complejos y evitan granos con defectos en el aroma, siguiendo las directrices de la International Cocoa Organization (ICCO).

La combinación de factores físicos, químicos y sensoriales en la evaluación del cacao ha sido objetivo de extensa investigación en la literatura científica, considerándose una táctica fundamental para lograr una caracterización completa y exacta de la calidad del producto. Se ha demostrado en áreas de producción que el análisis integrado de estas variables facilita una identificación más precisa de las conexiones entre las propiedades objetivas del grano y su respuesta sensorial, lo que es vital para la creación de perfiles de calidad fiables.

Putri et al. (2024), muestra un ejemplo importante al combinar datos físicos, químicos y sensoriales a través de análisis estadísticos complejos. Mediante el uso de Análisis de Componentes Principales (PCA) y análisis de correlación canónica, lograron establecer conexiones entre variables químicas concretas y características sensoriales como el amargor, la astringencia y el aroma, además de relacionar ciertos aspectos físicos con la calidad del grano.

Por su parte, Quiroz y Fogliano (2018), desarrollaron un procedimiento que combina una cata sensorial estandarizada con análisis físico-químicos para evaluar el cacao fino de aroma, subrayando la relevancia de unir valoraciones para diferenciar y elegir granos de alta calidad. La investigación evidencio que factores como la cantidad de alcaloides y sustancia volátiles tienen una relación significativa con las características sensoriales que perciben los penalistas capacitados. Finalmente trabajos como el de Kongor et al. (2016), ha confirmado la eficacia de un enfoque metodológico que combina cromatografía análisis físicos y paneles sensoriales estandarizados. Usando PCA y análisis discriminante, lograron clasificar los granos basándose en su calidad y procedencia. Esta combinación facilitó una mejor comprensión de cómo las propiedades químicas y físicas afectan la percepción sensorial, así como de la manera en que se pueden manejar estos elementos para optimizar la calidad.

Al realizar una valoración crítica del cacao, los granos de cacao que presentan mayor tamaño, menor proporción de defectos y uniformidad en el color, son mejor valorados comercialmente debido a su influencia positiva en la percepción de calidad y eficiencia en el procesamiento. Este análisis se alinea con los criterios de calidad industriales y está respaldada por la literatura. Un buen manejo del grano (reflejado en atributos físicos) es fundamental para la calidad final menciona (Montece, 2016).

Se logra la fundamentación de criterios comerciales al reforzar la base científica de la clasificación del cacao; se optimizan los procesos postcosecha al guiar a los productores para mejorar la calidad de sus lotes; se impulsa el desarrollo de normativas al proporcionar datos empíricos para mejorar los estándares de calidad; se contribuye a la eficiencia industrial al ayudar a optimizar el procesamiento y reducir pérdidas; se promueve la mejora de la trazabilidad al facilitar sistemas para asegurar la calidad desde el origen; y finalmente, se genera una valiosa contribución al conocimiento al ofrecer datos detallados específicos de variedades o regiones.

La presencia y concentración de compuestos químicos como polifenoles y lípidos están significativamente correlacionadas con las propiedades sensoriales del cacao, afectando directamente su sabor y aroma. Es un principio aceptado que la química del grano es la base de sus características sensoriales. La fermentación y el secado transforman estos compuestos para desarrollar el perfil de sabor y aroma menciona a (Morales et al., 2016; Palacios et al., 2021). La fermentación del cacao activa reacciones bioquímicas que modifican los precursores de sabor y aroma, siendo crucial para la calidad sensorial del grano (Afoakwa et al., 2008).

Se mejora la calidad sensorial al ayudar a seleccionar granos con composiciones químicas que optimicen el sabor y aroma; se facilita el desarrollo de perfiles específicos al establecer correlaciones precisas entre genética, química y sensorialidad para cacaos de especialidad; se fomenta la creación de herramientas de control de calidad mediante métodos analíticos químicos para predecir el potencial sensorial; se profundiza en la investigación de compuestos bioactivos al estudiar cómo el procesamiento afecta la retención de compuestos funcionales; y se establece un sólido fundamento para la mejora genética, guiando programas de mejoramiento para desarrollar variedades con características químicas óptimas.

La integración y análisis conjunto de los atributos físicos, químicos y sensoriales del cacao permiten una predicción más precisa de su calidad comercial que el análisis individual de cada atributo. La evaluación integral es el enfoque más eficaz en la industria alimentaria, ya que la calidad del cacao es multifactorial. La integración de múltiples datos (físicos, químicos y sensoriales) es superior al análisis individual. Este análisis está respaldado por estudios que integran datos para una evaluación más precisa menciona (Díaz & Zambrano, 2018).

Mejora la estandarización y certificación al refinar las normas de calidad existentes y los sistemas de certificación; optimiza la trazabilidad al identificar puntos críticos para el control de calidad en la cadena; facilita una asignación de valor justa, permitiendo un precio más equitativo al recompensar la calidad multifactorial; contribuye a la reducción de pérdidas al minimizar los lotes no conformes y optimizar el uso del grano; e impulsa la innovación en análisis al promover el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías analíticas.

Conclusiones

Las características físicas del grano del cacao, como el tamaño, humedad y la cantidad de imperfecciones, representan aspectos clave para su clasificación comercial y su aceptación en mercados internacionales. La composición química, en particular la cantidad de polifenoles y lípidos, juega un papel importante en la conformación del perfil sensorial, afectando las propiedades organolépticas. Además, la integración de evaluaciones de todas las características del grano de cacao se presenta como un método global esencial para una caracterización más completa y precisa de la calidad del cacao.

Se confirma que los atributos físicos, químicos y sensoriales del grano de cacao inciden directamente en la calidad comercial y de exportación del grano de cacao, donde una evaluación en

conjunto de todos aquellos parámetros está ligada a obtener una calificación precisa y homogénea, subrayando la relevancia de adoptar un enfoque multidimensional.

El grano de cacao está influenciado de un sinnúmero de atributos y características necesarias para la mejora de su apariencia física y obtención de una composición química adecuada, resaltando todos sus aromas que son apetecidos por el mercado internacional, para aquello es necesario el empleo de métodos analíticos más completos y precisos que conlleven a una valoración del grano más exhaustiva.

La mejora constante en la calidad del cacao requiere un enfoque integral que combine análisis técnicos detallados con métodos agrícolas y ambientales sustentables, garantizando tanto la calidad del producto como la protección del entorno. La conexión entre características físicas, químicas y sensoriales debe fundamentar la creación de protocolos alineados con las normas internacionales, favoreciendo una producción eficiente y ética.

Es crucial potenciar la formación ética y estimular la investigación que abarque diversas disciplinas para fomentar innovaciones que perfeccionen los procesos de producción, aumentando la competitividad y sostenibilidad del sector en mercados globales exigentes.

Referencias

Afoakwa, EO, Paterson, A., Fowler, M. y Ryan, A. (2008) Formación y carácter del sabor en cacao y chocolate: una revisión crítica. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 840-857. <https://doi.org/10.1080/10408390701719272>

Aguilar, H. (2016). *Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao*. La Lima, Cortés, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Recuperado de <https://n9.cl/ny3vn5>

Ako, S. P., Kouam, J. C. D., Ondobo, M. L., Ndjaga, J. M., Djocgoue, P. F., & Onomo, P.E. (2021). Identification of Methylxanthines and Phenolic Compounds by UPLC- DAD-ESI-MS OTOF and Antioxidant Capacities of Beans and Dark Chocolate Bars from Three Trinitario×Forastero Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Hybrids. *Journal of Food Research*, 10(2), 32. <https://doi.org/10.5539/jfr.v10n2p32>

Álvarez F., C. O., Liconte Salgado, N. D., Pérez Silva, E. E., Del, M., Lares Amaíz, C., & Perozo González, J. G. (2022). Revisión sobre los atributos físicos, químicos y sensoriales como indicadores de la calidad comercial del cacao. *Petroglifos Revista Crítica Transdisciplinaria*, 5, 12-15. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6548316>

Andrade, J., Rivera, J., & Chire, G. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *ENFOQUE UTE*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.462>

Aprotosoaie, A. C., Luca, S. V., & Miron, A. (2016). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products-An Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 73-91. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>

Bart-Plange, A., Dzisi, K. A., Addo, A., & Teye, E. (2012). A Comparative Study of Some Physical Properties of Large and Medium Size Cocoa Beans from Ghana. *ARPN Journal of Science and Technology*, 2(3), 1-7. <https://www.researchgate.net/publication/266389602>

Cantini C, Salusti P, Romi M, Francini A, Sebastiani L. Sensory profiling and consumer acceptability of new dark cocoa bars containing Tuscan autochthonous food products. *Food Sci Nutr*. 2017 Nov 28;6(2):245-252. doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.523>

Carrión, J. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí*. [T Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1451>

Chacón O. C. Y., Mori Culqui, P. L., & Chavez Quintana, S. G. (2021). Antioxidantes y polifenoles totales de chocolate negro con incorporación de cacao (*Theobroma cacao L.*) crudo. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(4) 311-320. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.331>

Climaco, A., Elevina, P., Giovanni, S., Angelica, P., & Hadith, F. (2024). Physical and sensory quality of the fine-flavored and aromatic cocoas growing in different Venezuelan regions. *Agriculture and Food Sciences Research*, 11(2), 76-86. <https://doi.org/10.20448/aesr.v11i2.6168>

Díaz, M., & Zambrano, G. (2018). *Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico, fisicoquímico y sensorial* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16624>

García-Alamilla, P., Lagunes-Gálvez, L. M., Barajas-Fernández, J., & García-Alamilla, R. (2017). Physicochemical changes of cocoa beans during roasting process. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2969324>

Kongor, J. E., Hinneh, M., de Walle, D. Van, Afoakwa, E. O., Boeckx, P., & Dewettinck, K. (2016). Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavour profile - A review. In *Food Research International* (Vol. 82, pp. 44-52). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.012>

Manda, P., Ngbé, J. V., Adepo, A. J. B., Gouet, Z. J., Youan, B. B. D. H., & Dano, D. S. (2017). Ochratoxinogenic fungi and Ochratoxin A contamination of cocoa beans. *IOSR Journal of Pharmacy*, 7(5), 1-8. Recuperado de <https://n9.cl/st8ip>

Montece, L. (2016). *Calidad física y organoléptica de las almendras de cacao (*Theobroma cacao L.*) del clon CCN-51, con pre-secado, incorporando frutas tropicales en el proceso de fermentación en la zona de Vinces-Ecuador*. Universidad de Guayaquil. Recuperado de <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18998>.

Morales, W. . J., Vallejo Torres, C. A., Sinche Bósquez, P. D., Torres Navarrete, Y. G., Vera Chang, J. F., & Anzules Cedeño, E. D. (2016). Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. *Revista Amazónica. Ciencia Y Tecnología*, 5(2), 169-181. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v05n02ep06-0142>

Palacios, A., Quevedo, J., & Rodríguez, I. (2021). FETENSECA: Alternativa para mejorar la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao L.*) cultivar CCN-51. *Manglar*, 18(4), 411-417. <https://doi.org/10.17268/MANGLAR.2021.053>

Prazeres, I., Lucas, M. R., & Marta-Costa, A. (2021). Cocoa Markets and Value Chains: Dynamics and Challenges For Sao Tome and Principe Organic Smallholders. *International Journal of Innovation and Economic Development*, 7(2), 64–76. <https://doi.org/10.18775/ijied.1849-7551-7020.2015.72.2005>

Putri, D. N., De Steur, H., Juvinal, J. G., Gellynck, X., & Schouteten, J. J. (2024). Sensory attributes of fine flavor cocoa beans and chocolate: A systematic literature review. In *Journal of Food Science* (Vol. 89, Issue 4, pp. 1917–1943). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17006>

Quelal-Vásconez, M. A., Lerma-García, M. J., Pérez-Esteve, E., Talens, P., & Barat, J. M. (2020). Roadmap of cocoa quality and authenticity control in the industry: A review of conventional and alternative methods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 448–478. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12522>

Quiroz, C. N., & Fogliano, V. (2018). Design cocoa processing towards healthy cocoa products: The role of phenolics and melanoidins. *Journal of Functional Foods*, 45, 480–490. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.04.031>

Sánchez, K., Bacca, J., Arévalo-Sánchez, L., Arguello, H., & Castillo, S. (2021). Classification of Cocoa Beans Based on their Level of Fermentation using Spectral Information. *TecnoLógicas*, 24(50), e1654. <https://doi.org/10.22430/22565337.1654>

Sari, A. B. T., Fahrurrozi, Marwati, T., Djaafar, T. F., Hatmi, R. U., Purwaningsih, Wanita, Y. P., Lisdiyanti, P., Perwitasari, U., Juanssilfero, A. B., & Rahayu, E. S. (2023). Chemical Composition and Sensory Profiles of Fermented Cocoa Beans Obtained from Various Regions of Indonesia. *International Journal of Food Science*, 2023. 1–20. <https://doi.org/10.1155/2023/5639081>

Toker, O. S., Palabiyik, I., Pirouzian, H. R., Aktar, T., & Konar, N. (2020). Chocolate aroma: Factors, importance and analysis. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 99, pp. 580–592). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.035>

Vera, J., Véliz, B., & Herrera, N. (2019). Calidad física de almendras en veintiún cruces interclonales de cacao (*Theobroma Cacao* L.) en Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 11(2), 402–408. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1210>

Zambrano, A., Gómez, Á., Ramos, G., Romero, C., Lacruz, C., & Rivas, E. (2010). Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. *Agronomía Tropical*, 60(4), 389–396. https://ve.scieno.org/scieno.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400009

Zyzelewicz, D., Budryn, G., Krysiak, W., Oracz, J., Nebesny, E., & Bojczuk, M. (2014). Influence of roasting conditions on fatty acid composition and oxidative changes of cocoa butter extracted from cocoa bean of Forastero variety cultivated in Togo. *Food Research International*, 63, 328–343. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.04.053>

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V

Gallianza descompuesta como abono orgánico en el cultivo de tomate riñón: reflexiones desde la economía circular

Jhonn Benjamin Zambrano Torres

jzambranot14@unemi.edu.ec

Introducción

En la actualidad, la agricultura se enfrenta al gran reto de poder aumentar significativamente la productividad de los cultivos, sin envolver el impacto ambiental. Una de las grandes y mayores alternativas que se presenta en este concepto es el uso de los abonos orgánicos como la gallinaza descompuesta que se suma a un tipo de abono orgánico que proviene de las excretas de gallinas, mezcladas con restos de cama que pasan por un proceso de descomposición natural o compostaje. Este proceso reduce los patógenos, estabiliza los nutrientes y mejora su utilidad como fertilizante

Las decisiones que llevan implícitas este tipo de pensamientos, llevan consigo una visión orgánica que se asocia con la economía circular como modelo económico que se orienta a reducir

el desperdicio y aprovechar al máximo los recursos disponibles (Chávez-Gallegos & Ortiz-Paniagua, 2023). A diferencia del modelo tradicional de economía lineal: producir, usar y desechar, la economía circular propone un ciclo continuo de reutilización, reciclaje, reparación y valorización de materiales y productos. Esto implica la reutilización de desechos generados por otros sistemas por ser ricos en nutrientes, mejorar las condiciones de los ecosistemas, hacer más sostenibles las prácticas de cosechas, y mitigar el riesgo ambiental.

Estos aspectos coinciden con el propósito de esta investigación que pretende evaluar la eficiencia agronómica del uso de la gallinaza descompuesta para la producción de tomate riñón, así como valorar el impacto ambiental y los efectos en el rendimiento del cultivo al emplearla como fertilizante orgánico. Se hace importante indagar de qué manera responde el cultivo de tomate riñón en términos de crecimiento vegetativo, producción de frutos y resistencia a plagas y enfermedades, así como también determinar los efectos ambientales del uso de gallinaza descompuesta como fertilizante. De esta manera se puede tener un conocimiento más amplio sobre el uso de este fertilizante orgánico y si es o no una variable óptima de aplicación como una alternativa para los diferentes agricultores del país.

Metodología

Se realizó una investigación de corte cuantitativa con diseño no experimental, orientado a evaluar el efecto de la gallinaza descompuesta como fertilizante orgánico en el cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*). Se aplicó un diseño completamente al azar con tratamientos y repeticiones, considerando variables agronómicas y ambientales.

El ensayo se desarrolló en condiciones controladas bajo cubierta plástica, en un área destinada a la producción hortícola. Las características edafoclimáticas del sitio fueron registradas para garantizar la reproducibilidad del estudio (temperatura, humedad relativa, tipo de suelo).

Se evaluaron: 1) variables agronómicas como la altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, número y peso de frutos, resistencia a enfermedades; 2) variables ambientales como el contenido de carbono orgánico en el suelo, retención hídrica, emisiones de amoníaco y metano (estimadas mediante indicadores indirectos) y 3) variables económicas, como el costo de fertilización por tratamiento.

La gallinaza fue sometida a compostaje durante 45 días, asegurando estabilización de nutrientes y reducción de patógenos.

Se utilizaron plántulas de tomate riñón en estado de trasplante, se aplicaron tratamientos y se incorporaron los abonos al suelo antes de la siembra y se realizaron aplicaciones complementarias según el ciclo del cultivo, para finalmente realizar el monitoreo con las respectivas mediciones de las variables agronómicas y análisis de suelo al inicio y final del ciclo.

Se consideraron indicadores de economía circular, como la reutilización de residuos avícolas y la reducción de insumos químicos, para evaluar el impacto ambiental del uso de gallinaza descompuesta.

Modelo de economía circular en la agricultura

La economía circular es clave para reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia en el uso de recursos, lo cual respalda su implementación en prácticas agropecuarias como el uso de gallinaza descompuesta y la valorización de residuos orgánicos. La economía circular es una estrategia para optimizar la gestión de residuos y aprovechar reciclajes; contribuye a la sostenibilidad de los procesos productivos y al rediseño de productos más amigables con el medio ambiente (Raudales-García, Acosta-Tzin, & Aguilar-Hernández, 2024)

Se asume como modelo sistémico de desarrollo sostenible que busca reemplazar el modelo lineal mediante prácticas de reciclaje, sostenibilidad, innovación organizacional y modelos de negocio circulares, promueve la resiliencia económica, la creación de empleo y el aprovechamiento eficiente de los recursos, con base en principios de ecodiseño, remanufactura y valorización energética (Vilchez & Astorga, 2025; Espinoza, 2023).

La economía circular es una solución a los desafíos ecológicos y socioeconómicos derivados del consumo excesivo de recursos no renovables, la generación de residuos y la contaminación ambiental (García-Carreño & Esteban-Ibáñez (2023) y redefine los modelos de producción y consumo actuales, proponiendo una alternativa sostenible para enfrentar los desafíos del desarrollo agroalimentario y ambiental (González et al., 2022).

Este modelo busca reintegrar la sostenibilidad en los sistemas agrícolas, y hacerlos más eficientes e integrales. El pensamiento verde se suma y permite visionar nuevos modos de hacer y proyectar la gestión de las organizaciones.

Gallinaza descompuesta: abono orgánico en cultivos

La gallinaza es un abono orgánico que resulta de la descomposición del estiércol de la gallina y es empleado como fertilizante orgánico en cultivos. Destaca por su elevada concentración

de nutrientes esenciales como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, así como macronutrientes (Calcio, Magnesio y Azufre). Todos ellos, representan excelentes sustento para el desarrollo óptimo de las plantas, así como su aporte nutricional elemental de minerales que enriquece la calidad del suelo (BIOKY, 2024).

Estos beneficios han sido confirmados por estudios como el de Peñaloza et al. (2019), quienes evaluaron el impacto de distintos niveles de gallinaza en cultivares de papa, observando mejoras significativas en el rendimiento y calidad del cultivo.

La gallinaza descompuesta ofrece riqueza nutricional y fomenta el crecimiento vegetal, aportando macro y micronutrientes, a la vez mejora la estructura del suelo y aumenta la materia orgánica, mejorando la retención de agua en el suelo y favoreciendo la aireación, lo que beneficia el desarrollo radicular de las plantas (Figura 1)

De la misma manera, reduce patógenos y olores, eliminando desde el proceso de compostaje microorganismos dañinos. La gallinaza descompuesta, tiene menor riesgo de quemaduras en plantas, dado que al estar estabilizada, no libera amoníaco en exceso ni tiene una carga salina alta, lo que evita daños en las raíces. Es un fertilizante de liberación lenta; libera de forma gradual nutriente y mejora la eficiencia nutricional reduciendo la necesidad de aplicaciones frecuentes.

Es una alternativa sostenible a fertilizantes químicos, fomentando la agricultura ecológica, reduciendo la dependencia de insumos sintéticos y contribuyendo a la regeneración del suelo, por ende contribuye a la economía circular al reutilizar los desechos de la producción avícola.

Figura 1.
Abono orgánico a partir de la gallinaza descompuesta



Elaboración propia

Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*): su cultivo desde lo orgánico

El tomate riñón es una especie de planta herbácea del género Solanum. Pertenece a la familia de las solanáceas, y es una planta procedente de América Central y del Noroeste de Sudamérica, se estima que su uso en la comida se haya originado en esta misma región hace 2600 años (Délices et al., 2019)

Como cultivo es uno de los más importantes en invernadero, por ser una hortaliza de un consumo mayoritario, su popularidad crece debido a su alta producción, demanda y rentabilidad. Es una alternativa significativa en el sentido económico para las actuales familias campesinas que lo siembran. (AAIC, 2003)

En el Ecuador las principales áreas de siembra están en Chimborazo (San Luis), Pelileo, Baños, San Antonio, Caranqui, Chaltura principalmente, y en menor proporción se cultiva en el resto de la sierra, llegando hasta el oriente ecuatoriano, pero por las condiciones climáticas y ambientales del lugar como las altas temperaturas y precipitaciones, el cultivo presenta mayores problemas fitosanitarios.

El impacto ambiental en la agricultura se refiere al conjunto de efectos, tanto negativos como positivos, que las prácticas agrícolas generan sobre el medio ambiente. Estos impactos pueden manifestarse en la degradación del suelo, contaminación del agua y del aire, pérdida de biodiversidad y emisiones de gases de efecto invernadero. La magnitud y naturaleza de estos impactos dependen del tipo de agricultura, el manejo de insumos, el uso de tecnologías y las prácticas de conservación adoptadas.

“La agricultura contribuye significativamente a la contaminación del agua por el uso de fertilizantes y pesticidas, la emisión de gases de efecto invernadero y la pérdida de ecosistemas naturales por expansión de la frontera agrícola.” (FAO, 2017a)

El compostaje previo de la gallinaza permite reducir significativamente estos riesgos, al estabilizar los nutrientes y disminuir la carga microbiológica nociva. Además, cuando se aplica en dosis adecuadas, puede mejorar la calidad del suelo, aumentar la biodiversidad edáfica y reducir la dependencia de insumos sintéticos.

Fertilización orgánica con gallinaza

Diversos estudios han demostrado que la gallinaza, una vez compostada, mejora la fertilidad del suelo y favorece el crecimiento de los cultivos (García-González & Vanotti, 2015; De Toledo et al., 1996). La Universidad Agraria del Ecuador (2019) evaluó combinaciones de sustratos con gallinaza y zeolita, encontrando que esta mezcla mejora el desarrollo radicular y la emergencia de

plántulas de tomate. La zeolita, al retener nutrientes, complementa el efecto fertilizante de la gallinaza (Huang et al., 2011).

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ, 2018) documentó el uso de abonos orgánicos en tomate riñón, observando que la gallinaza compostada favorece la actividad biológica del suelo y mantiene un balance nutricional más estable en comparación con los fertilizantes químicos; esto se alinea con los hallazgos de Agegnehu et al. (2016), quienes resaltan el papel de los abonos orgánicos en la mejora de la productividad y sostenibilidad del suelo.

Finalmente, se puede afirmar según datos de la Universidad Nacional de Loja (2021) el rendimiento de tomate riñón con diferentes bioles, debido a tratamientos orgánicos que proporcionan una productividad comparable a los tratamientos químicos, con beneficios adicionales sobre la calidad del suelo (Florvil & Nicola, 2025).

Estos datos pueden reflejarse en la tabla N° 1 que resume la información planteada por los autores

*Tabla N°1
Efectos de Tratamientos Orgánicos en Cultivos Agrícolas: análisis comparado*

Tratamiento	Beneficios principales	Autores
Gallinaza compostada	Aumenta la fertilidad del suelo Mejora el crecimiento y rendimiento de cultivos Estimula la actividad microbiana	García-González & Vanotti (2015); De Toledo et al. (1996)
Gallinaza + Zeolita	Mejora la retención de nutrientes Favorece el desarrollo radicular Reduce pérdidas por lixiviación	Huang et al. (2011)
Abonos orgánicos (UTEQ)	Mantienen un balance nutricional estable Mejoran la estructura del suelo Sustituyen fertilizantes químicos	Agegnehu et al. (2016)

Bioles (UNL)	Aumentan la productividad del tomate Mejoran la calidad del suelo Promueven la biodiversidad microbiana	Florvil, F., & Nicola, D. (2025)
--------------	---	----------------------------------

Fuente: elaboración propia con base a los autores

Producción del tomate riñón con abonos orgánicos

La fertilización orgánica en tomate riñón también ha sido objeto de estudio por instituciones y autores. Estos procesos destacan beneficios agronómicos y ambientales. Mayancela & Vallejo (2001), en investigación realizada evaluaron el uso de tres tipos de abonos orgánicos (gallinaza, humus de lombriz y harina de higuerilla) en cultivos de tomate riñón bajo cubierta plástica, aplicaron distintos tipos de compost en cultivos bajo cubierta plástica y sus resultados mostraron un incremento significativo en el número y tamaño de frutos, así como una mayor resistencia a enfermedades foliares y radiculares, esto evidencia el potencial de estos insumos para mejorar la productividad y la sanidad vegetal.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones internacionales desarrolladas por la FAO (2017) que respaldan estos argumentos, señalando que los fertilizantes orgánicos bien gestionados promueven el crecimiento vegetativo y aumentan la resiliencia del cultivo frente a factores bióticos y abióticos. Además, mejoran la retención hídrica del suelo y disminuyen la compactación y favorecen la actividad biológica, contribuyendo a una agricultura más sostenible (FAO, 2017).

Estos hallazgos coinciden con los de Reyes-Pérez et al. (2017), quienes demostraron que el uso de compost y humus de lombriz en cultivos hortícolas como el pimiento mejora significativamente el rendimiento, el tamaño de los frutos y la salud general de las plantas, en comparación con fertilizantes químicos convencionales

El uso de gallinaza descompuesta, tiene impacto ambiental positivo al reducir significativamente la emisión de gases contaminantes, siendo más potente al compararse con la gallinaza fresca. El compostaje reduce en un 60% las emisiones de amoníaco y metano, dos de los principales gases de efecto invernadero asociados a la actividad avícola. Este efecto se debe a la estabilización de la materia orgánica durante el compostaje, lo que reduce la volatilización de compuestos nitrogenados y la producción de gases en condiciones anaeróbicas (Rosas-Martínez & Aguilar-Rivera, 2022).

El manejo adecuado de gallinaza evita la contaminación de fuentes hídricas por lixiviación de nitratos y fosfatos. También se observó una mejora progresiva en la estructura del suelo y en su contenido de carbono orgánico (Estrada, 2005).

En general, la literatura coincide en que la gallinaza descompuesta es una alternativa sostenible y eficiente para la producción de cultivos como el del tomate riñón. Su aplicación, cuando se realiza bajo criterios técnicos adecuados, no solo mejora la productividad agrícola, sino que también reduce el impacto ambiental y promueve prácticas de agricultura regenerativa (Casas-Rodríguez & Guerra-Casas, 2020).

Relación entre variables agronómicas y ambientales: Discusión y análisis

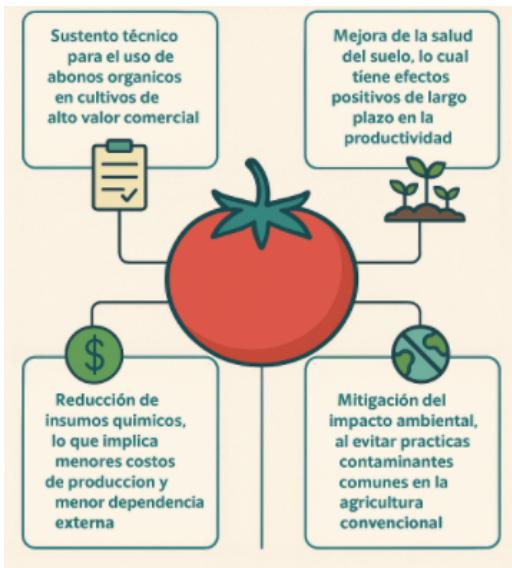
La interacción entre gallinaza descompuesta, tomate riñón y medio ambiente refleja una relación compleja pero favorable cuando se aplican prácticas adecuadas.

La gallinaza mejora las propiedades químicas y biológicas del suelo, lo cual potencia el rendimiento del tomate en términos de tamaño, peso y calidad de los frutos. Esto se debe al aumento de nitrógeno disponible, fósforo asimilable y materia orgánica. El análisis del crecimiento vegetativo evidencia que las plantas fertilizadas con gallinaza presentan mayor altura, mayor número de hojas y una floración más temprana. Estas características fisiológicas favorecen la eficiencia fotosintética y, por ende, la producción de biomasa útil.

En cuanto a la resistencia a enfermedades, el suelo tratado con gallinaza muestra una mayor diversidad microbiana, la cual actúa como barrera biológica frente a patógenos. Esto reduce la necesidad de fungicidas o pesticidas químicos.

La evidencia revisada permite afirmar que la aplicación de gallinaza descompuesta mejora significativamente el rendimiento del cultivo de tomate riñón, sin provocar daños ambientales. La pregunta relacionada con el efecto de la gallinaza sobre el rendimiento y el suelo encuentra respuesta positiva en múltiples estudios (Figura 2).

*Figura 2
Uso de la gallinaza descompuesta en el cultivo de tomate riñón*



Elaboración propia

Se destaca que:

- La evaluación de las dosis es crucial. Dosis elevadas pueden causar saturación de nutrientes o impactos negativos.
- El análisis del crecimiento vegetativo y calidad de frutos muestra mejoras consistentes con el uso de gallinaza.
- El impacto ambiental es reducido cuando se utilizan prácticas adecuadas de compostaje y aplicación.
- La sinergia entre rendimiento agrícola y sostenibilidad ambiental se confirma como uno de los principales aportes del uso de gallinaza descompuesta en este contexto.

La consistencia entre los efectos positivos observados en el rendimiento del tomate y la mejora en la calidad del suelo refuerzan su validez. Además, el enfoque integral de la investigación (rendimiento + medio ambiente) permite una evaluación más completa y coherente con los principios de la agricultura sostenible. La hipótesis también es replicable y medible, lo que facilita su validación experimental.

En estos escenarios también existen limitaciones y riesgos, entre ellas que la composición de la gallinaza puede variar dependiendo de la dieta de las aves, el tipo de cama, y las condiciones de almacenamiento y esto puede afectar su eficacia como fertilizante. Asimismo, un manejo inadecuado del compostaje podría generar proliferación de patógenos o contaminación por amoníaco. Otro aspecto es la necesidad de ajustar las dosis de

gallinaza según las condiciones edafoclimáticas locales, para evitar la sobrecarga de nutrientes o la lixiviación hacia fuentes hídricas cercanas.

En síntesis la investigación demuestra hallazgos importantes que destacan:

- Sustento técnico para el uso de abonos orgánicos en cultivos de alto valor comercial.
- Reducción de insumos químicos, lo que implica menores costos de producción y menor dependencia externa.
- Mejora de la salud del suelo, lo cual tiene efectos positivos de largo plazo en la productividad.
- Mitigación del impacto ambiental, al evitar prácticas contaminantes comunes en la agricultura convencional.

Se aporta a los debates sobre agroecología y transición hacia sistemas productivos más sostenibles. También abre el camino para estudios posteriores sobre el uso combinado de enmiendas orgánicas y tecnologías limpias en la horticultura.

Conclusiones

El empleo de gallinaza descompuesta como fertilizante en el cultivo de tomate riñón representa una alternativa productiva y amigable con el ambiente. Los resultados muestran que su aplicación adecuada mejora significativamente el rendimiento del cultivo, promoviendo el desarrollo vegetativo, la calidad de los frutos y una mayor tolerancia a enfermedades y plagas.

Desde la perspectiva ambiental, la gallinaza compostada contribuye a reducir las emisiones de gases contaminantes y a minimizar la pérdida de nutrientes por lixiviación, siempre que su manejo sea correcto. Estos beneficios se suman a la mejora en la estructura física del suelo y su capacidad de retención de agua, factores clave para una agricultura sustentable.

No obstante, su efectividad depende de una correcta preparación y aplicación. La variabilidad en su composición, las condiciones climáticas locales y las dosis utilizadas son elementos que pueden influir en los resultados, por lo que es imprescindible un manejo técnico adecuado para evitar efectos adversos.

En resumen, esta investigación confirma que la gallinaza descompuesta puede ser una herramienta eficaz para elevar la productividad del tomate riñón, al mismo tiempo que promueve la salud del suelo y reduce el impacto ambiental de la actividad agrícola. Se hace evidente la necesidad de continuar promoviendo la investigación y aplicación de prácticas agroecológicas que fortalezcan la sostenibilidad del sector agrícola.

En este contexto de análisis se recomienda emplear gallinaza descompuesta como abono orgánico en el cultivo de tomate riñón para mejorar la productividad y reducir el impacto ambiental, apoyándose en preparaciones y aplicaciones de la gallinaza descompuesta de manera adecuada para evitar consecuencias negativas.

Adaptar las dosis de gallinaza descompuesta a las condiciones específicas del suelo y clima local para evitar la sobrecarga de nutrientes y la contaminación del agua es fundamental para garantizar rendimientos apoyados en rendimientos sostenibles a partir de prácticas agroecológicas sostenibles en la agricultura. Tener en cuenta la variabilidad en la composición de la gallinaza y las condiciones climáticas locales al utilizarla como fertilizante para maximizar sus beneficios y minimizar sus riesgos.

Referencias

AAIC. (2023). El cultivo de tomate riñón en invernadero. Abya Yala.

Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2016). Benefits of biochar, compost and biochar-compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of The Total Environment*, 543, 295-306. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.054>

Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar (AAIC). (2003). El cultivo de tomate riñón en invernadero (*Lycopersicon esculentum*). Ecuador: Editorial Abya Yala

BIOESPACIO. (2025). Bioespacio Organico Y Mineral. Obtenido de <https://bioespacio.co/sustratos/gallinaza-sustratos-organico-colombia/>

BIOKY. (2024). Estiércol de la gallina: ventajas y desventajas. BIOKY. <https://n9.cl/dlrny>

Casas-Rodríguez, S., & Guerra-Casas, L. D. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3). Recuperado de Pp. 87-102 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300087

Chávez-Gallegos, G. M., & Ortiz-Paniagua, C. F. (2023). Bibliometría sobre economía circular, 2017-2022. Paradigma económico. *Revista de economía regional y sectorial*, 15(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=431575318007>

De Toledo, V.C, Lee, H.C, Watt, T.A, Lopez-Real, J.M (1996). El uso de compost de estiércol de vacuno para la producción de maíz y sus efectos sobre los nutrientes del suelo, la madurez y la nutrición del maíz. En: de Bertoldi, M., Sequi, P., Lemmes, B., Papi, T. (eds) La ciencia del compostaje. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1569-5_123

Espinoza, A. (2023). Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*, 25(49), 109-134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>

Estrada, M. M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 43-48. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10495/32691>

FAO. (2003). Manejo de estiércol en sistemas de producción animal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <https://www.fao.org/4/y5210s/y5210s0b.htm>

FAO. (2017a). El futuro de la alimentación y la agricultura. Obtenido de FAO <https://www.fao.org>

FAO. (2017b). *Los fertilizantes y su uso*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d81ae4cf-54e9-421d-8bac-d36719b2eaf0/content>

Florvil, F., & Nicola, D. (2025). Influencia del Injerto y los Abonos Orgánicos sobre el Crecimiento, Rendimiento y Calidad del Tomate en Invernadero. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica* , 5(3), 141-162. <https://n9.cl/9mbqj>

García-Carreño, I., & Esteban-Ibáñez, M. (2023). Economía Circular en las áreas de gestión, negocios y economía: un análisis bibliométrico. *INNOVA Research Journal*, 8(2), 129-154. <https://www.redalyc.org/journal/7378/737879745010/>

García-González, M., & Vanotti, M. B. (2015). Composted poultry litter improves soil fertility and crop growth. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(4), 849-856. Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0206-9>

Huang H, Xu C, Zhang W. (2011). Removal of nutrients from piggery wastewater using struvite precipitation and pyrogenation technology. *Bioresour Technol*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.11.054>

Mayancela G., A., & Vallejo R., L. (2001). *Fertilización orgánica en tomate riñón (Lycopersicum esculentum sp.) bajo cubierta plástica* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/17626>

Raudales-Garcia, E. V., Acosta-Tzin, J. V., & Aguilar-Hernández, P. A. (2024). Economía circular: una revisión bibliométrica y sistemática. *Región Científica*, 3(1), 2024192. <https://doi.org/10.58763/rc2024192>

Reyes-Pérez. J.J.; Luna M, R.; Reyes B., M.; Zambrano B., D., & Vázquez M., V. F. (2017). Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annuum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. *Centro Agrícola*, 44(4), 88-94. Recuperado en 31 de octubre de 2025, de <https://n9.cl/08ff4>

Rosas-Martínez, V., & Aguilar-Rivera, N. (2022). Compostaje para la reducción de excretas de aves (*Gallus gallus domesticus*). *Agronomía Mesoamericana*, 33(1), 1-19. <https://n9.cl/2w09r>

Vilchez O., P. A., & Astorga, B. J. (2025). Tendencias y dinámicas globales de la economía circular: un análisis bibliométrico a partir de Scopus (2010-2024). *Investigación y Negocios*, 18(31). <https://doi.org/10.38147/invneg.v18i31.311>

