

VOL IV

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2025

VOL IV

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2025



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
<b>Imagem da Capa</b>	Bruna Bejarano, Arquivo Pessoal
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*  
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*  
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil  
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*  
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*  
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*  
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*  
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*

Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil  
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*  
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del País Vasco, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*  
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*  
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*  
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E87 Estudos em ciências agrárias e ambientais IV [livro eletrônico] /  
Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Editora  
Artemis, 2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-59-8

DOI 10.37572/EdArt\_310725598

1. Ciências agrárias. 2. Ciências ambientais. 3.  
Sustentabilidade. 4. Agricultura sustentável. 5. Manejo de recursos  
naturais. I. Spers, Eduardo Eugênio. II. Título.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



## APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o volume IV da coletânea **Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais**, resultado do esforço colaborativo de pesquisadores de diferentes regiões e instituições, que compartilham aqui reflexões, dados e contribuições relevantes para o avanço do conhecimento técnico-científico em suas áreas de atuação.

Este volume reúne 13 trabalhos organizados em cinco eixos temáticos que refletem a diversidade e complexidade do campo agrário e ambiental contemporâneo: Sistemas de Produção Aquático e Animal; Sustentabilidade Ambiental e Conservação de Recursos Naturais; Sistemas de Produção Vegetal e Agricultura de Precisão e Educação e Inovação no Meio Agrário.

Os temas abordados vão desde o manejo sustentável de recursos naturais, passando por inovações tecnológicas na agricultura e aquicultura, até discussões sobre formação profissional e segurança sanitária nas cadeias produtivas. Essa pluralidade é o reflexo da crescente interdisciplinaridade que caracteriza os estudos agrários e ambientais hoje – exigindo diálogos entre a ciência, a tecnologia, a educação, a economia e a sociedade.

Além da qualidade dos estudos apresentados, destacamos o compromisso dos autores com a pesquisa aplicada, a sustentabilidade e a busca por soluções adaptadas às realidades locais, muitas vezes desafiadoras. A presença de autores da América Latina e Europa também fortalece o caráter internacional da obra, fomentando o intercâmbio de experiências e metodologias.

Agradecemos a todos os autores pela confiança em compartilhar seus trabalhos conosco. Que esta publicação possa inspirar novas pesquisas, colaborações e, acima de tudo, práticas que contribuam com a construção de sistemas agrários e ambientais mais resilientes, justos e inovadores.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### SISTEMAS DE PRODUÇÃO AQUÁTICO E ANIMAL

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

EFFECTS OF INCLUSION OF PROBIOTIC *PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI* IN DIETS WITH HIGH LEVELS OF SOYBEAN MEAL IN GROWTH AND INTERLEUKINS GENE EXPRESSION OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

Jesus Manuel Segura-Campos

Luis Héctor Hernández-Hernández

Madison S. Powell

Mario Alfredo Fernández-Araiza

Susana Alejandra Frías-Gómez

Mauricio Castillo-Domínguez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255981](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255981)

#### **CAPÍTULO 2..... 13**

INTRASPECIFIC DENSITY EFFECT ON GROWTH OF *Marphysa* “SP”. JUVENILES

João Pedro Monteiro Ferreira Garcês

Pedro Marques Pousão Ferreira

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255982](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255982)

#### **CAPÍTULO 3..... 28**

MINI-ECOSISTEMA ACUÁTICO COMO MODELO DE ESTUDIO EN ECOFARMACOVIGILANCIA

Rafael Manuel de Jesús Mex-Álvarez

María Magali Guillen-Morales

David Yanez-Nava

María Esther Mena-Espino

Roger Enrique Chan-Martínez

Dylan Manuel Ferrer-Dzul

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255983](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255983)

#### **CAPÍTULO 4..... 38**

CONTROL PROGRAM OF SHEEP COCCIDIOSIS IN THE PRODUCTION CHAIN FROM THE BREEDER TO THE CONSUMER

Ivan Pavlović

Aleksandra Tasić

Jovan Bojkovski

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255984](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255984)

## SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

### **CAPÍTULO 5..... 68**

DETERMINACIÓN ANALÍTICA DEL NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASES DE RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES

José German Flores-Garnica

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255985](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255985)

### **CAPÍTULO 6..... 86**

PHYTOCLIMATIC DYNAMICS IN NATURAL OROMEDITERRANEAN FORESTS OF *Pinus sylvestris* L. IN THE CENTRAL SPANISH IBERIAN PENINSULA. SUITABILITY AND VERSATILITY UNDER CLIMATE CHANGE

Carmen Allué Camacho

Javier M. García López

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255986](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255986)

### **CAPÍTULO 7 .....102**

USO DE HUMUS DE LOMBRIZ PARA REVITALIZAR SUELOS DETERIORADOS POR PRODUCTOS QUÍMICOS

Julian Rene Perdomo Ramos

Tania Paola Perdomo Ramos

José Francisco Machado Carrillo

Edison Arturo Perdomo Ramos

Jirley Vanessa Rojas Gómez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255987](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255987)

## SISTEMAS DE PRODUÇÃO VEGETAL E AGRICULTURA DE PRECISÃO

### **CAPÍTULO 8.....125**

EL SISTEMA PRODUCTIVO ALGODÓN (*GOSSYPIUM HIRSUTUM* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

Ignacio Orona Castillo

Cirilo Vázquez Vázquez

Apolinar González Mancilla

Joaquín Osornio Córdoba

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255988](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255988)

**CAPÍTULO 9.....133**

PRECIO DE MERCADO Y COSTOS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE *Cedrela Odorata* L. DE POBLACIONES VULNERABLES AL CAMBIO CLIMÁTICO, MÉXICO

Salvador Sampayo-Maldonado

Joel Rodríguez-Zúñiga

Horacio Bautista-Santos

Fabiola Sánchez Galván

Juan Sebastian Rodríguez Bravo

Oscar Del Ángel Piña

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3107255989](https://doi.org/10.37572/EdArt_3107255989)

**CAPÍTULO 10.....153**

CALCIUM CARBONATE APPLIED TO THE SUBSTRATE AND FOLIAR SPRAY IN TOMATO AND BELL PEPPER

Juan Manuel Soto Parra

Esteban Sánchez Chávez

Omar Cástor Ponce García

Rosa María Yáñez Muñoz

Nubia Guadalupe Torres Beltrán

Julio César Oviedo Mireles

Linda Citlalli Noperi Mosqueda

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_31072559810](https://doi.org/10.37572/EdArt_31072559810)

**CAPÍTULO 11.....163**

AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN ARROZ: MAPEO DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DEL SUELO Y SU IMPACTO CON EL RENDIMIENTO DE GRANO

Sergio Salgado Velázquez

Fabiola Olvera Rincón

Diana Rubi Ramos López

Pablo Ulises Hernández Lara

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_31072559811](https://doi.org/10.37572/EdArt_31072559811)

## EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO NO MEIO AGRÁRIO

### **CAPÍTULO 12 .....179**

LA ENSEÑANZA AGRICOLA Y LA FORMACIÓN DEL INGENIERO AGRÓNOMO Y SU IMPORTACIÓN EN LA AGRICULTURA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

José Luis Gutiérrez Liñán

Carmen Aurora Niembro Gaona

Alfredo Medina García

Oscar Arce Cervantes

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_31072559812](https://doi.org/10.37572/EdArt_31072559812)

### **CAPÍTULO 13 .....192**

SECOND GENERATION FRUGAL INNOVATION - TOWARDS APPROPRIATE FRUGAL AGRICULTURAL INNOVATION FOR FAMILY FARMS IN ANGOLA

Jone Heitor Sebastião

Jean-Pierre Caliste

Henri Dou

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_31072559813](https://doi.org/10.37572/EdArt_31072559813)

### **SOBRE O ORGANIZADOR..... 210**

### **ÍNDICE REMISSIVO ..... 211**

# CAPÍTULO 7

## USO DE HUMUS DE LOMBRIZ PARA REVITALIZAR SUELOS DETERIORADOS POR PRODUCTOS QUÍMICOS

Data de submissão: 25/06/2025

Data de aceite: 11/07/2025

### **Edison Arturo Perdomo Ramos**

Magister en administración de  
Organizaciones

Escuela Militar de Suboficiales

Sargento Inocencio Chinca

Tolemaida – Nilo Cundinamarca

Colombia

<https://orcid.org/0009-0009-2056-0228>

### **Jirley Vanessa Rojas Gómez**

Magister en Educación Ambiental

Escuela Militar de Suboficiales

Sargento Inocencio Chinca

Tolemaida – Nilo Cundinamarca

Colombia

<https://orcid.org/0000-0002-3828-987X>

### **Julian Rene Perdomo Ramos**

Magister en TIC para la Educación

Escuela Militar de Suboficiales

Sargento Inocencio Chinca

Tolemaida – Nilo Cundinamarca

Colombia

<https://orcid.org/0000-0001-8695-4785>

### **Tania Paola Perdomo Ramos**

Magister en Derechos Humanos y

Sistemas de Protección

Escuela Militar de Suboficiales

Sargento Inocencio Chinca

Tolemaida – Nilo Cundinamarca

Colombia

<https://orcid.org/0000-0002-3455-4103>

### **José Francisco Machado Carrillo**

Magister en Altos Estudios sobre

Terrorismo, Análisis y Estrategia

Escuela Militar de Suboficiales

Sargento Inocencio Chinca

Tolemaida – Nilo Cundinamarca

Colombia

<https://orcid.org/0000-0003-1663-6575>

**RESUMEN:** El proyecto de lombricultura tiene como objetivo revitalizar suelos deteriorados por el uso de productos químicos agrícolas, mediante la transformación de residuos orgánicos en abono orgánico, conocido como humus, utilizando lombrices californianas. La iniciativa se desarrolla, aprovechando los residuos alimenticios del comedor como fuente principal de alimento para las lombrices. El proceso se estructuró en varias fases: investigación sobre lombricultura y morfología de la lombriz, adecuación del terreno, construcción del lombricultivo, selección de alimentos apropiados (evitando ácidos, cítricos o alcalinos) y finalmente monitoreo, donde se evaluó la adaptación de las lombrices

y la eficiencia en la producción de humus. Como referencia se tomó la empresa de lombricultura ubicada en Tenjo (Cundinamarca), líder en el país en la producción de abonos orgánicos. Los resultados demostraron que este tipo de producción es una alternativa viable, económica y sostenible para el manejo de residuos orgánicos y la recuperación de suelos, sin requerir grandes inversiones ni cuidados especializados. Además, el humus obtenido mejora la estructura del suelo, aporta nutrientes esenciales y contribuye a reducir el impacto ambiental de los fertilizantes químicos. En conclusión, la lombricultura representa una solución práctica, ecológica y económica para la restauración del suelo, promoviendo una agricultura más responsable y sostenible.

**PALABRAS CLAVE:** abono; emprendimiento; humus de lombriz; sostenibilidad.

## USE OF EARTHWORM HUMUS TO REVITALIZE SOILS DAMAGED BY CHEMICAL PRODUCTS

**ABSTRACT:** The vermiculture project aims to improve soils that are damaged by the use of chemical products in agriculture. It uses Californian earthworms to turn organic waste into natural fertilizer, called humus. The project uses food waste from the school cafeteria as the main food source for the worms. The project was done in several steps: first, research about worm farming and the biology of the worm; second, preparing the land; third, building the worm farm; then choosing the right food (avoiding acidic, citrus, or alkaline foods); and finally, monitoring how the worms adapt and how much humus they produce. The team used a worm farming company in Tenjo, Cundinamarca, as a model. This company is a national leader in making and selling organic fertilizers. The results showed that worm farming is a good, cheap, and sustainable way to manage food waste and improve soil. It does not need a lot of money or special care. The humus produced helps the soil, gives it important nutrients, and reduces the damage caused by chemical fertilizers. In conclusion, worm farming is a natural, eco-friendly, and low-cost way to fix damaged soil and support responsible farming.

**KEYWORDS:** fertilizer; entrepreneurship; worm humus; sustainability.

### 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura ha sido necesaria para satisfacer las necesidades de la humanidad a través de los tiempos. Pero el desarrollo insostenible de la misma ha contribuido a muchos problemas cada vez más graves, sobre todo a partir de la revolución verde: erosión del suelo, desbalance de la materia orgánica, desbalances de nutrientes, contaminación por plaguicidas y formación de drenajes tóxicos, que generan problemas severos de salud también a los seres humanos. Todo esto ha llevado a proponer la Bioeconomía, que plantea la producción de materias en base a recursos renovables y/o reciclables, ya que la explotación de los recursos naturales disminuye drásticamente la producción de bienes como el agua, el suelo o la biodiversidad. (Marcano et al., 2021)

La proliferación nociva y descontrolada de herbicidas, insecticidas y fungicidas ocasiona grandes alteraciones en el suelo, impactando negativamente en los

microorganismos que están involucrados en su metabolomía, así como en los nutrientes esenciales para las plantas y en el ciclo de vida del suelo en sí mismo. Este tema es sin duda uno que se puede ampliar considerablemente, pero nos interesa más abordar cómo el uso de fertilizantes minerales y, en particular, los fertilizantes químicos afectan profundamente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Además, es importante señalar que el uso indiscriminado de estas sustancias no solo genera problemas en el suelo, sino que también contamina el agua embalsada en represas que son utilizadas para el riego del campo, lo cual puede tener repercusiones graves en la calidad del agua y en la salud de los ecosistemas. (García et al. 2024).

Son múltiples los efectos adversos causados por las cosechas de los cultivos en diferentes ambientes del campo de un agricultor. La calidad físico-química del suelo se vuelve fundamental para poder realizar un cultivo exitoso en esta zona tan específica. Sin embargo, al estar la calidad del suelo deteriorada, se presentan distintas consecuencias que describiremos a continuación con un poco más de detalle. El uso de insumos minerales y químicos, tales como fertilizantes y plaguicidas, provoca grandes alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Estas alteraciones provocan obstrucción de poros, compactación del terreno, disminución de aire en el suelo y reducción de la permeabilidad. A medida que estos problemas se agravan, la capacidad del suelo para sostener los cultivos disminuye, impactando directamente en la producción agrícola y la calidad de los alimentos que cosechamos. (Mora, 2024)

“La lombricultura se inició en 1950 en EE. UU. con una especie conocida como la lombriz roja, siendo su verdadero nombre científico *Eisenia foetida*. Desde entonces se han realizado estudios que han tenido como resultados varios tipos de lombrices rojas cada vez más selectas, pero que en la actualidad los tipos más utilizados en la lombricultura son tres: *Eisenia foetida*, *Lombricus rubellus* y el rojo híbrido; de éstas la más difundida en el mundo es la lombriz *Eisenia foetida*, pertenece al phylum Anélidos clase Oligoquetos, explotada a nivel industrial por países como EE.UU., Japón, Italia, España y Chile principalmente”. Dionisio y Gilberto (1995). “Existen muchos tipos de lombrices, pero las que se usan en la lombricultura corresponde a la lombriz roja californiana, estas lombrices también se les conoce como anélidos o lombrices segmentadas pues su cuerpo está compuesto de muchos anillos. La lombricultura es una técnica agroecológica donde la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) procesa cualquier tipo de materia orgánica en lombricompost, sin el uso de elementos químicos o coadyuvantes, que pueden llegar a dañar los suelos. También se puede obtener subproductos, como humus, lixiviados, carne de lombriz rica en proteína para el consumo humano y animal (cerdos,

aves de corral, peces)” (Gonzales et al, 2019). Actualmente en el municipio de Tenjo-Cundinamarca (Colombia) cerca de Bogotá D.C. se encuentra ubicada la empresa más grande y pionera en el tema, logrando posicionarse en el país como una de las principales empresas productoras de lombricomposta, lombriz roja californiana y como asesora de lombricultura. su trayectoria hace aportes a diferentes beneficios tales como: Reciclado aproximado de 91.404 Toneladas de residuos orgánicos municipales y de las plazas de mercado. Produjo 800 Toneladas de composta para uso como alimento para sus criaderos. Ha implementado 1.523 Toneladas de (Humus) para uso como abono orgánico en el mejoramiento de cultivos de cultivos. Ha generado 2.849 litros de humus líquido para uso como fertilizante orgánico líquido en la producción de cultivos. Ha suministrado 32.174 Kilos (32 Toneladas) de pie de cría de lombriz para uso en nuevas explotaciones de lombricultura, presentando así 58 asesorías personalizadas en diseño, establecimiento y producción de explotaciones lombrícolas en diferentes territorios del país. participando en 7 ferias internacionales agro-expo a partir del año 2001, (Corpamag, 2021)

Este proyecto de lombricultura, busca crear conciencia en nuestros campesinos mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos como fuente principal de alimento para las lombrices, la cual produce el abono llamado “humus”. Y que, al implementarse en los suelos de cultivos, en las plantas, jardines, zonas verdes mejora las condiciones del suelo y el medio ambiente, como también mejora la calidad económica al evitar la compra de fertilizantes o abonos para el suelo.

El aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y agroindustriales, su transformación en productos y el uso de estos en los cultivos permiten hacer circular los nutrientes dentro del sistema productivo, contribuyendo a transformar la bioeconomía en el paradigma predominante en la agricultura del futuro. En el presente trabajo, se propone obtener el humus de lombriz como producto de la digestión anaeróbica a partir de residuos orgánicos

## 2. MARCO REFERENCIAL

“A lo largo de la historia los residuos sólidos orgánicos han jugado un papel muy importante para el medio ambiente debido a que estos fueron utilizados como abonos para la fertilización y conservación del suelo” (Gálvez, 2014) sin embargo hoy en día a través de la revolución de nuevos productos químicos como fertilizantes, fungicidas, pesticidas, herbicidas, insecticidas etc. Se presenta un impacto profundo en el daño al ecosistema, aire, agua y los suelos dejando a un lado la utilización de los residuos orgánicos, que a través del método de lombricultura que inicia su desarrollo “en los Estados Unidos a

finales de la década de los años cuarenta y principios de los cincuenta” (García et al, 2013) se ha utilizado de nuevo estos residuos como fuente de materia prima para las lombrices que producen un humus totalmente orgánico libre de contaminación.

“En los últimos 50 años, Polonia ha experimentado un deterioro sin precedentes del medio ambiente y la pérdida de biodiversidad. Emisiones de gases tóxicos, como el  $\text{SO}_2$ , han alcanzado de 3 a 4 millones de toneladas anuales, afectando ampliamente la flora, la fauna y la salud humana. Casi todas las aguas superficiales están muy contaminadas. Más del 75% del agua en el Vístula, el río más grande de Polonia es inadecuada incluso para uso industrial. La contaminación ambiental, la pérdida y fragmentación del hábitat y la industrialización de las tierras agrícolas y los bosques han contribuido a la pérdida de biodiversidad. Hasta 2500 especies de plantas pueden estar en peligro ( $\approx 25\%$  de todas las especies) y aproximadamente 228 ( $\approx 2\%$ ) han sido extirpadas de Polonia. Las mayores pérdidas de flora y fauna se han producido en los ecosistemas de humedales. Entre las especies de vertebrados, 15 ( $\approx 2\%$ ) se han perdido y más de 210 (otro 30%) están en peligro de extinción. Dada la incertidumbre económica actual, es difícil predecir las tendencias futuras de las emisiones contaminantes y sus efectos sobre la diversidad biológica de Polonia.” (Oleksyn y Reich, 1994).

Hoy en día se busca que todo lo que utilizamos para mantener nuestros cultivos, jardines, prados, no contengan químicos tales como fertilizantes, herbicidas, fungicidas y pesticidas con el fin de minimizar la contaminación por esta razón se están implementando los cultivos de lombrices ya que estos invertebrados son capaces de producir una clase de abono orgánico a través de la transformación de la materia orgánica proveniente de la descomposición de restos de animales o plantas que se depositan sobre el suelo. (factorhumus, 2022).

Según (Villalobos y González, 2023) la lombriz es muy antigua, su historia se remonta a tiempos inmemoriales. La lombriz, siempre ha estado ligada al desarrollo de la humanidad. El rol de las lombrices en el mejoramiento de las tierras de cultivo era bien conocido en el Antiguo Egipto. Una gran parte de la fertilidad del valle del Nilo dependía de estos animales. Por eso los faraones tenían previstos castigos muy severos a quienes las dañaran o contrabandearan.

El gran filósofo griego Aristóteles las definió certeramente como “los intestinos de la tierra”. Los romanos también supieron apreciar a las lombrices, aunque recién en el siglo XIX se explicó científicamente cuál era su verdadera función en el ecosistema.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. IMPORTANCIA DEL SUELO EN LA AGRICULTURA

En los últimos 40 años, el suelo ha adquirido una relevancia vital de suma importancia en función del desarrollo agrícola, y por lo tanto, ha experimentado una creciente presión ocasionada por las actividades agrícolas sobre el ambiente natural (Meneses, 2023). Esta presión se convierte en un concepto cada vez más familiar para los alumnos, al relacionarse con temas críticos como la concentración poblacional, la seguridad alimentaria y las repercusiones del cambio climático, junto con la escasez hídrica que enfrenta nuestro planeta. En relación con estos temas fundamentales, se han generado diversos sistemas liberadores de nutrientes, defensas de cultivos y mejoradores de suelos, todos desarrollados a partir de formulaciones químicas que buscan atender la creciente demanda de los sistemas de producción agrícola. Este enfoque se ha planteado dentro de un marco que parte de la producción agropecuaria, en donde se persiguen automáticamente mejoras significativas en la eficiencia del uso de los recursos y en el manejo de insumos, aunque aquellos que se alimentan de lo que puede tener respuesta también pueden generar efectos negativos sobre estos suelos (Berral et al. 2024). Esta situación se convierte en una condición que escapa al sistema, dado que, si se permite que continúe, el suelo rápidamente perdería su eficiencia tan valiosa. Si bien existen mejoras notables en la biodisponibilidad de nutrientes dentro de estos sistemas, la falta de coincidencia con el ciclo biogeoquímico que ocurre naturalmente en el suelo puede ser la clave que conduce a la sobre saturación. Esta sobre saturación resulta en la pérdida de sustratos a través de procesos como la lixiviación, o en el reemplazo de nutrientes que, aunque podrían alterar positivamente la biodiversidad, también podrían afectar negativamente las propiedades variadas del suelo en cuestión, alterando así la evolución cíclica fundamental del ciclo. Como resultado de contar con una oferta equilibrada en el suelo, fuera de los rangos de trabajo óptimos de humedad o del uso externo que se requiere en términos hídricos, se limita la pérdida de sustratos y se promueve que la microbiología del suelo pueda restringir y, en su caso, defenderse adecuadamente en la forma o función normal de sus diversas actividades. Este proceso es crucial, ya que permite evitar influencias fitotóxicas que pueden comprometer la salud del ecosistema agrícola. (Tarda, 2023)

#### 3.2. CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La contaminación del suelo, un problema creciente y alarmante en el ámbito mundial, afecta de manera directa y severa la salud de todos los organismos vivos, así como

del entorno en el que habitan. Se define como la acumulación de diversos contaminantes en la superficie terrestre, lo que genera un daño considerable en la calidad y producción del área que se ve afectada (Carliño et al. 2021). En lo que respecta a los suelos agrícolas, la introducción de compuestos orgánicos mediante la labranza, además de los derrames ocasionados por almacenamientos deficientes o la ruptura de insecticidas, se considera la principal fuente de esta contaminación. Varios investigadores de renombre coinciden en que muchos tipos de residuos sólidos, tales como aquellos derivados de alimentos, plásticos y pesticidas, permiten la mezcla incuestionable con el medio ambiente y la alteración significativa de la condición del área en cuestión. Estos residuos afectan considerablemente la salud del suelo. Los factores ambientales, como el oxidante, el agua de lluvia y la luz solar, son considerados claves en los procesos de transformación de esos compuestos contaminantes. Además, es importante resaltar que los plaguicidas, a partir de su degradación tanto biológica como hidroquímica, generan residuos nuevos que pueden ser de carácter más o menos tóxico, intensificando aún más el problema de la contaminación del suelo y sus efectos en el ecosistema. (Jiménez, 2022)

Existen diversos impactos debido a la presencia de productos químicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El mal uso de los sustratos de cultivo puede generar pérdida de su calidad, es decir, la eliminación del microbiota y/o descomposición del inóculo de plagas, deficiente aireación, entre otros (Rodríguez. et al. 2025). A través del uso del humus de lombriz, así como de otros biofertilizantes, se facilita la mejora del crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como del aprovechamiento de las condiciones del suelo. Existen diversas investigaciones cohesivas en la acción de tipo edáfico y la utilización de diferentes humus de lombriz bajo diversas condiciones, mejorando considerablemente la sanidad y disponibilidad de alimentos para las plantas, facilitando el mayor aprovechamiento de los nutrientes, con ello el desarrollo inicial de la plántula, el crecimiento y desarrollo general del cultivo. (Intriago et al. 2024)

### 3.3. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

En el mundo de hoy hay una constante preocupación por el medio ambiente y sus problemas, uno de los más graves es la contaminación, esto se debe a que muchas de nuestras actividades han venido contribuyendo a este problema.

Los suelos, sea cual sea su naturaleza, padecen frecuentemente contaminación generada por la actividad del ser humano que da lugar a daños irreparables, ya sea por la eliminación de residuos domésticos o industriales sin control alguno, la aplicación injustificada de pesticidas, herbicidas, fungicidas o productos agroquímicos que afectan

drásticamente el equilibrio natural del suelo. Las aguas de escorrentía provocadas por lluvias, olas, deshielos, etc., arrastran y depositan a la superficie del suelo todos estos productos y otros que no deseaban. (Urgilez, 2024)

### 3.4. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

Esta lombriz la podemos definir como “un híbrido descubierto en California a principios de los años cincuenta, de un intenso color rosado, que puede alcanzar una edad de 16 años. Alcanza su madurez sexual entre el segundo y tercer mes de vida y, a partir de entonces, produce aproximadamente cada 7-10 días una capsula con un número de embriones que oscila entre 2 y 20, los cuales salen del capullo al cabo de dos o tres semanas” Compagnoni y Putzolu (2018). La rapidez de su desarrollo es una de las ventajas que hoy en día son utilizadas de los criaderos a nivel mundial. Según (Somarriba y Guzmán, 2004) la principal función de la lombriz roja es la de transformar todas las grasas, proteínas y carbohidratos de los desechos orgánicos, en minerales que enriquecen el suelo, el cuerpo de la lombriz roja californiana está constituido el 80% de agua y el 20% de materia seca, la materia seca contiene entre 60 a 65% de proteína. Estas lombrices son muy prolíferas. Se aparean cada 7 días, poniendo de uno a tres huevos por lombriz cada diez días, refiriéndonos siempre a las lombrices adultas, siempre que se encuentren en óptimas condiciones.

### 3.5. HUMUS DE LOMBRIZ: DEFINICIÓN Y COMPOSICIÓN

El humus de lombriz es el resultado final de varios procesos que incluyen la digestión, la excreción y la transformación del material que se utiliza como alimento para las lombrices del género *Eisenia*. En su mayoría, este alimento proviene de fuentes orgánicas y de origen vegetal, que son digeridas y humificadas gracias a la mezcla de diferentes secreciones que provienen de la saliva y del intestino, así como el propio excremento de las lombrices. El resultado de estos procesos culmina en la producción de un tipo de materia orgánica de alta calidad, considerados como un fertilizante orgánico superior. Este humus es sintetizado principalmente a partir de vegetales que son ricos en nutrientes, lo que contribuye a su finura y acidez, y en conjunto se presenta como un residuo que se convierte en un producto de gran valor.

Se ha observado que el humus de lombriz actúa como un elemento nutritivo esencial, presentando un perfil de características que es muy similar al de la turba. Este material contiene alrededor de un 60-70% de carbono, así como solamente un 10-15% de nitrógeno. Esto demuestra que el grado de transformación del material orgánico es tan

elevado que este solo se limita a cumplir su rol como fuente de nutrientes, sin interferir en las propiedades físicas del medio en el que se aplica. Al inyectar el humus de lombriz en el suelo, se convierte en un elemento fundamental dentro del sistema físico del mismo, ya que mejora notablemente la textura del suelo, además de liberar diversos nutrientes minerales. Esto se traduce en una fuente estable de aire, agua y nutrientes, ayudando a mantener la humedad en el suelo. Además, el color del humus de lombriz también aporta un atractivo visual que beneficiará la plantación. (Chicaiza, 2023)

### 3.6. BENEFICIOS DEL HUMUS DE LOMBRIZ

El uso de humus de lombriz en suelos agrícolas se presenta como una alternativa ecológica muy valiosa que contribuye significativamente a aumentar no solo sus propiedades físicas, sino también químicas y biológicas. Es importante tener en cuenta que incrementos moderados en el volumen de los poros del suelo pueden mejorar notablemente la eficiencia de la captación de agua por parte de las raíces de las plantas. Esto no solo facilita el acceso a agua esencial, sino que también incrementa la aireación, mejora la circulación y promueve el drenaje del exceso de agua, generando así beneficios importantes en la actividad biológica del suelo. Además, el color oscuro y característico del humus de lombriz no solo es indicativo de su riqueza en nutrientes, sino que también ayuda a la retención de calor en el suelo. Este aumento en la temperatura del sustrato puede ser beneficioso para el desarrollo de microorganismos y la proliferación de raíces. Por otro lado, el incremento del lípido, en cualquiera de sus formas, tras el cambio de color que ocurre en el humus de lombriz, será sin duda suficiente para contribuir a tener tierras fértiles y altamente productivas, promoviendo así una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente. (Barco et al, 2024)

La acción del humus de lombriz cubre también, y de manera integral, la absorción eficiente de agua, además de proporcionar mediante la neutralización de suelos ácidos a través de un intercambio químico que ocurre en ambos lados de las pequeñas montañitas formadas por limos, hojas, cenizas, o paja de caña de azúcar, que son ingeridas por la lombriz en el proceso natural de vermicompostaje (Intriago et al. 2024). Durante esta fase, las bacterias desempeñan un papel crucial, ya que transforman los materiales en sustancias químicas con diferentes características y ricas en colonias diversas de microorganismos. Estos microorganismos, a su vez, van desgastándose progresivamente, liberando formas biogénicas y disoluciones que son conducidas hacia las raíces de las plantas, las cuales serán asimiladas y utilizadas eficazmente por ellas en el proceso vital de formarse como un nuevo tejido saludable y vigoroso.

### 3.7. COMPOST VS. HUMUS DE LOMBRIZ

El Compost es el interesante resultado de la descomposición de materiales orgánicos variados que ocurre en presencia de aire fresco y humedad adecuada. Aunque su uso ha sido parte de la práctica agrícola durante siglos por el ser humano, en la actualidad se promueve de manera activa y se utiliza el adecuado proceso de su elaboración, en el cual los residuos orgánicos que provienen de diferentes fuentes son cuidadosamente adicionados en capas alternas. Después de varias semanas y meses de este cuidadoso proceso, se obtiene el valioso producto final al cual se le han ido adicionando en forma regular agua, aire y humedad. Este es considerado el resultado orgánico por excelencia en el manejo Agroecológico de los cultivos, a pesar de que no siempre se cuenta con la certeza absoluta sobre sus beneficios (Sánchez, 2022). Esto corre el riesgo de subestimar la importancia y el rol de otros enmendantes igualmente importantes, como es el caso del Humus de Lombriz, que ha sido elogiado en diferentes partes del mundo. Esto sucede a pesar de que poco se ha profundizado de manera científica o práctica en los aportes específicos de este enmendante respecto al óptimo manejo de cultivos, lo cual es esencial para un entendimiento integral del tema.

El Humus de Lombriz es un resultado fascinante de la biotransformación llevada a cabo por las lombrices, que se produce a partir de la digestión compleja de la materia orgánica y agua en presencia de las enzimas digestivas, junto con las secreciones que provienen de las paredes intestinales de estos organismos. Este proceso de digestión es extraordinario ya que da como resultado la generación de dióxido de carbono y agua, al mismo tiempo que permite que las lombrices peguen o enlacen partículas primarias o estructuras oligoméricas presentes en el material que han consumido. Por lo tanto, estamos hablando de un material realmente biogénico que tiene un origen natural y que está intrínsecamente ligado a la interacción de estos seres con su entorno. En resumen, se puede afirmar que “Las lombrices, al igual que otros organismos vivos, sintetizan compuestos biogénicos en su propio nombre, favoreciendo así la continuidad de los círculos de la vida.” Este elaborado material orgánico que resulta del proceso de digestión constituye un porcentaje que varía entre el 80 y el 95 % de la forma sólida del humus, y esto depende del rango de humedad relativa del ambiente atmosférico en el que se encuentre. En cambio, al comparar este material con los elementos inorgánicos que son típicos en la naturaleza, se observa que el humus NO genera un ambiente propicio para la vida de los seres vivos, a pesar de que este material sí puede inducir, a través de procesos físicos más que bioquímicos, una reactivación pasiva (Pico, 2022). Esto se debe a que el humus es el resultado del impacto de una variedad de agentes, que abarcan desde los

biológicos y químicos hasta los físicos, todos los cuales juegan un papel en la renovación y mantenimiento del ecosistema.

Tabla 1. Comparativo entre el Humus de Lombriz y el Compost.

<b>Criterio</b>	<b>Humus de Lombriz (Vermicompost)</b>	<b>Compost</b>
<b>Proceso de producción</b>	Producido por la digestión de materia orgánica por lombrices, especialmente <i>Eisenia foetida</i> . (Domínguez & Edwards, 2011)	Producido por descomposición aeróbica natural de residuos orgánicos mediante microorganismos. (FAO, 2015)
<b>Tiempo de producción</b>	Más rápido (2 a 3 meses) debido a la acción directa de las lombrices. (Atiyeh et al., 2001)	Puede tardar de 3 a 6 meses o más, dependiendo del tipo de residuos y manejo. (Rynk, 1992)
<b>Organismos involucrados</b>	Lombrices y microorganismos simbióticos (bacterias, actinomicetos, hongos). (Lazcano & Domínguez, 2011)	Solo microorganismos aerobios (bacterias y hongos). (FAO, 2015)
<b>Contenido de nutrientes</b>	Alto en nitrógeno, fósforo y potasio disponibles, y enzimáticamente activos. (Domínguez & Edwards, 2011)	Contiene nutrientes, pero en menor disponibilidad inmediata para las plantas. (Rynk, 1992)
<b>pH del producto final</b>	Neutro a ligeramente alcalino (6.5 - 7.5), ideal para la mayoría de cultivos. (Lazcano & Domínguez, 2011)	Variable, depende de los materiales utilizados; puede ir de 5.5 a 8.0. (FAO, 2015)
<b>Textura y olor</b>	Textura fina, color negro y sin olor desagradable. (Edwards et al., 2004)	Textura más gruesa, olor terroso si está bien hecho, pero puede tener malos olores si está mal manejado. (FAO)
<b>Aplicación en el suelo</b>	Mejora la estructura del suelo, promueve la vida microbiana y estimula el crecimiento vegetal. (Atiyeh et al., 2001)	Aumenta la materia orgánica y mejora la retención de agua, pero de forma más lenta. (Rynk, 1992)
<b>Costo de producción</b>	Requiere más infraestructura y manejo (lombrices, camas, humedad constante). (Edwards et al., 2004)	Menor costo; puede hacerse en pilas al aire libre con herramientas básicas. (FAO, 2015)
<b>Impacto ambiental</b>	Alto beneficio: recicla residuos, mejora suelos y evita químicos. (Lazcano & Domínguez, 2011)	También positivo, pero puede emitir gases si se maneja mal. (Rynk, 1992)

Nota: comparativo detallado entre el humus de lombriz y el Compost, se pueden evaluar las características principales de abonos orgánicos, los recursos disponibles, objetivos agrícolas y compromiso con el medio ambiente. Fuente del Autor.

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS (METODOLOGÍA)

El estudio se realizó por medio de un enfoque metodológico cuantitativo para la implementación de un lombricultivo para la producción y extracción de humus con el resultado de fortalecer los suelos desgastados por insumos químicos. La producción de lombricomposta es un proceso biológico que transforma materia orgánica a través de la acción de las lombrices de tierra, utilizando procesos biológicos y físicos sin intervención de los seres humanos. Las lombrices son organismos formados por segmentos que se

encuentran en la superficie del suelo, siendo los más comunes los del género *Eisenia fetida*, para este caso se utiliza la lombriz californiana, siendo esta una de las más utilizadas debido a su alta eficiencia de transformación de materia orgánica en su medio interno (Martínez, et al, 2025)

Se inicio con la fase I, la cual fue llamada indagación, en esta fase se hicieron consultas sobre lombricultivos ya creados y también sobre la morfología de la lombriz, para poder conocer más sobre ellas y la manera en que la cultivan, La importancia de las lombrices en el proceso de vermicompostaje radica en su papel fundamental como agentes descomponedores. Sin embargo, no todas las especies de lombrices están igualmente capacitadas para llevar a cabo el proceso de vermicompostaje. Hay que tener en cuenta para su selección el aprovechamiento del material a procesar como alimento, el desarrollo óptimo bajo criterio bioclimático local, la velocidad de reproducción y multiplicación, comportamiento biológico, eficiencia alimenticia y productividad, entre otros factores. Entre las especies más relevantes utilizadas a nivel mundial como organismos transformadores de materia orgánica se encuentran: *Lumbricus terrestris*, *L. rubellus*, *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia fetida*, *Perionyx excavatus* y *Danotus subterminalis*. (Córdova, 2019)

También se realizó un presupuesto para la adquisicion de materiqales como los son: las puntillas, las tablas, el plástico, una polisombra, todos estos materiales tienen un costo aproximado de \$40.000 pesos, hay que tener en cuenta que todos estos materiales son importantes a la hora de desarrollar nuestro criadero de lombrices y que son de fácil acceso.

La vermicompost está compuesta principalmente por humus de lombriz, substancia que se origina de la degradación de la materia orgánica y es obtenida de los excrementos intestinales de las lombrices. Este producto, también se le conoce como vermicompos, vermicompost, humus, lombricomposta u otros nombres, lo que genera confusión en la terminología empleada de acuerdo al beneficio que conlleva la práctica. A fin de que el proceso de obtención de hummus de lombriz se desarrolle de la mejor forma posible es fundamental tener en cuenta el tamaño y la edad de las lombrices seleccionadas, el material vegetal y alimento que se dará a las lombrices como sustrato, así como la calidad del mismo, el espacio utilizado para el funcionamiento del sistema donde permanecerá la microbiota en un tiempo apropiado, las condiciones de humedad, temperatura y aireación que debe tener el sistema y la frecuencia y forma de recolección del producto nutritivo trabajado por estos organismos. (Alescano y Muñoz, 2023)

En la fase II, fue llamada adecuación del terreno, se hizo una búsqueda de un sitio óptimo para realizar el lombricultivo el lugar utilizado debe estar indirectamente a los rayos del sol ya que estos pueden afectar a el cultivo también hay que tener en cuenta que el terreno sea plano para que facilite la construcción del criadero.

El vermicompostaje se puede realizar en una amplia variedad de sustratos orgánicos que, al deteriorarse, proporcionan agua y alimento a las lombrices. Esto genera temperaturas adecuadas para el desarrollo de las lombrices y de los organismos que ayudan a degradar los residuos. La calidad del humus va a depender de qué tipo de material se utilice y de cómo se maneje el proceso de vermicompostaje. Ocurre la transformación de los residuos orgánicos, por lo menos en los primeros días, proporcionándoles oxígeno y humedad para su degradación. El vermicompostaje se lleva a cabo en sustratos orgánicos, es decir, residuos de origen vegetal, animal o mixtos; los materiales deben estar libres de plaguicidas, venomatos y contaminantes de origen físico o químico. Los residuos provenientes de la agricultura, como elementos fibrosos, son importantes y provechosos en el proceso de vermicompostaje. Son ricos en celulosa y lignina que permiten a las lombrices ayudarles a degradarse; además, permiten mayor infiltración de aire evitando el mal olor que se origina cuando la materia prima se encuentra en mal estado. Ejemplos de residuos fibrosos son, cañas de azúcar, pastos, carrizos, restos de podas, entre otros. (Merino, 2024), así mismo los alimentos que se dieron a las lombrices debían estar libres de ácidos como limones o toronjas.

En la fase III, fue llamada construcción, se tomaron 6 tablas donde 2 de ellas fueron cortadas con medidas diferentes, después se procedió a apuntillar cada una de las tablas armando unos cajones rectangulares, donde se tuvo en cuenta la generación de las condiciones óptimas para el desarrollo de la lombriz.

La temperatura, humedad y aireación son fundamentales para la producción de humus, debido a que estos factores afectan la proliferación de los organismos que llevan a cabo el proceso de descomposición y posterior producción de humus: las lombrices y microorganismos. La temperatura óptima para el crecimiento de lombrices es de aproximadamente 20 °C. Para evitar que la temperatura dentro del sistema se eleve demasiado se sugiere la cantidad adecuada de materiales y una correcta aireación por ello se utilizó la poli sombra material que permite el paso del aire y protege de los rayos solares. La humedad, por su parte, debe encontrarse en una cantidad suficiente para que las lombrices puedan desarrollarse y realizar su trabajo, además de garantizar las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de los microorganismos, que son

los organismos encargados de realizar la descomposición natural previa a la producción de humus. (Guevara, 2024)

La correcta aireación del sistema previene la compactación del material y la aparición de olores desagradables. El aire caliente tiende a escapar hacia arriba y el aire fresco a entrar en la parte inferior, por lo que es natural que haya un movimiento para airear lo que es importante cuando se logra que tanto aire se mantenga en el sistema. La cantidad de lombrices, materiales y humedad impactará la cantidad de aire que se contará en forma natural, en un inicio se deberá realizar un movimiento o aireación estrictamente manual, posteriormente el sistema se aireará con la cantidad suficiente por los mecanismos naturales. (Monroy y Esquivel, 2021)

En la fase IV, fue llamada elaboración de camas y sustratos, se realizó con 3 tipos de sustratos con el fin de obtener los resultados e identificar cuál es el más efectivo y más viable para utilizar, también se realizaron los soportes para las canastillas.

Como hemos indicado, las lombrices tienden a salir de su universo físico, el humus de lombriz, para migrar a espacios más amplios, donde puedan encontrar mayor profundidad de suelo. Esto es debido a su biología; una bocanada de aire al desplazarse y/o nutrir su organismo; la migración a nuevo lugar tiende a asegurar su resistencia, eso hace que sus funciones sean más eficientes. Para evitar que eso suceda y afecte directamente la producción de humus de lombriz hay que encontrar la posición ideal, la cual se entierra realizando filas en “v” honda a 20 cm. En el fondo de la fila profunda se lo cubre y se lo rodea con el material necesario para irse alimentando hasta su consumo, luego cuando se debéis ir formando nuevos piños o colmenas. (García, 2024)

La humedad es un factor muy importante para la biología de la lombriz, debe de estar en un balance bueno, porque un exceso al igual que una baja, afectará el desarrollo de la lombriz, ambos casos generan condiciones adecuadas para el desarrollo de enfermedades y/o ataque nocivo de patógenas y competidores. Los materiales a usar pueden variar en el equilibrio de al menos 3 semanas resultando de la conservación de fuerzas vivas y/o el desarrollo de enfermedades y/o ataque de competidoras nocivas. Para unos mejores resultados evitar el uso de chala, o restos de esta en el humus para no entrar en competencia núcleos-espinas, luego al abono. (Guevara, 2024)

En la fase V, llamada monitoreo, se le hizo un seguimiento a la lombriz, para saber que sustrato tuvo mejor adaptabilidad en las lombrices y cuál es el que produce mayor cantidad de humus, así mismo se realizó pruebas de fertilización del suelo con productos como la palma de plátano.

El Humus de Lombriz ha demostrado ser un fertilizante altamente eficaz orientado al mejoramiento y restauración de los suelos que se encuentran degradados,

presentando características que lo hacen indispensable para cualquier agricultor. Su eficacia se manifiesta claramente tanto en el cultivo propio de este abono orgánico, como también en los suelos que han recibido el tratamiento del humus, tales como plantaciones agrícolas y de madera, surcos, fajas costeras junto a caminos, huertas, jardines y muchas otras áreas verdes. La aplicación de Humus en estos cultivos ha demostrado ser un gran nivelador nutritivo, logrando, en el caso de otras producciones agrícolas, no solo un mejor transporte, sino también un correcto enraizamiento de las plantas. Su uso se ha presentado eficazmente en montañas y laderas aledañas a los cultivos y ha fomentado, a su vez, un mejor drenaje, evitando el derrumbe y secado de pastizales, el Humus que ha colmado el circulito ha permitido que el agua residida no se evapore rápidamente, logrando su fijación en la raíz del cultivo para su rápida y eficaz absorción. Esto ha llevado a un notable incremento en la productividad de los suelos y ha generado un ambiente más saludable para el crecimiento de las plantas y el desarrollo de la biodiversidad en estos ecosistemas.

Figura 1. Creación del Lombricultivo.



*Nota:* se identifica los materiales, las lombrices y el ambiente propicio para el lombricultivo. Fuente del Autor.

Figura 2. Fertilización con Humus de lombriz en matas de plátano.



Nota: fertilización de los suelos desgastados por procesos químicos abonados con humus de lombriz en matas de plátanos. Fuente del Autor

## 5. RESULTADOS

La implementación del humus de lombriz en la agricultura sostenible enfrenta varios retos y desafíos, siendo uno de ellos la escalabilidad del proceso. Esto es un asunto delicado, ya que, aunque el proceso de elaboración y uso del humus de lombriz en el suelo es sencillo y de bajo costo, para determinar la viabilidad del negocio se vuelve efectivamente difícil si sus efectos se pueden medir y si generan beneficios. Para esto se necesita información de campo que se puede obtener directamente del productor a aplicar en sus propiedades de cultivo y/o de atención de sus animales. Con esta información, se pueden realizar las proyecciones reales, la de cultivos que realmente pueda obtener o las producciones de establos que la solución pueda potenciar con certeza real. Este trabajo podría tomar tiempo y recursos del productor, pero a su vez podría traer grandes beneficios. Para aplicar rápidamente la solución e ir evaluando su impacto en la producción de cultivos y/o producción animal se puede tomar la definición de pequeños paños de evaluaciones controladas, esto es se definen unos terrenos que a su vez están en un campo de grandes extensiones en donde se puede gestionar la solución a escala y/o distribuir a un gran número de productores a uno de cada estos paños o al área de su emplazamiento. Esto puede significar ahorro y resultados evidentes demostrativos hacia los demás productores.

Por otro lado, el humus de lombriz competitivamente permite un buen precio de adquisición porque es de fácil producción a bajo costo, lo podemos caracterizar como un producto versátil que se adapta diferente a los cultivos y que permite acondicionar el suelo mejorando simultáneamente una amplia gama de propiedades físicas, químicas, biológicas y fisiológicas. El cultivo a mejorar se mezcla con el humus y se aplica a los cultivos específicos. Su producción estimulará el resultado económico en los cultivos y/o en la producción animal llevando a alcanzar el retorno esperado, nutrir los suelos desgastados por productos químicos.

## 6. DISCUSIONES

La presencia de nutrientes en el suelo es un requisito fundamental e indispensable para la producción agrícola de calidad, ya que es uno de los factores más importantes que influye en la actividad biológica y el crecimiento saludable de las plantas. Para obtener un suelo fértil y productivo, inicialmente es necesario conocer a fondo el contenido de los diversos elementos presentes y aplicar un material enmiendado que pueda efectivamente aumentar las reservas y la calidad del suelo. La materia orgánica, que incluye restos de plantas y descomposición de microorganismos, es uno de los componentes más importantes y cruciales de la agricultura sostenible. Además, es una de las principales características que se encuentran en los suelos con alta actividad biológica y diversidad microbiana, lo que contribuye considerablemente al mejoramiento de la estructura del suelo y al potencial productivo de las áreas agrícolas. (Bonilla, 2024)

La conversión de materia orgánica en humus puede aumentar significativamente los nutrientes disponibles en el suelo. Este proceso de conversión es vital para la salud y fertilidad del suelo. El humus favorece el aumento de los niveles de fertilidad del suelo debido a la alta disponibilidad de nutrientes principales que aporta. Al añadir directamente sustancias húmicas al suelo, se potencia de manera notable: el potencial fisiológico de la capacidad de intercambio catiónico, que es esencial para mantener un equilibrio de nutrientes en el suelo; la disponibilidad tanto de macronutrientes como de micronutrientes, los cuales son necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas; y el tiempo de estabilización de la materia orgánica, lo que lleva a un aumento en la acumulación de varios nutrientes en el suelo y contribuye a un ecosistema más robusto. El humus puede producir un efecto dual en lo que respecta a los nutrientes: puede disminuir el lixiviado, que es la pérdida de nutrientes por el agua que se filtra a través del suelo, o generar efectos opuestos, como el aumento del lavado de nutrientes minerales que son cruciales para las plantas. Existen informes sobre algunos efectos beneficiosos que son contribuidos

directamente por los componentes del humus, que, debido a sus particulares propiedades, pueden reemplazar nutrientes que se han perdido por el proceso de lixiviado. Además, las interacciones físico-químicas entre la materia orgánica del suelo y los cationes y aniones metálicos pueden llevar a una adecuada fijación de los iones en el suelo y, en caso de ser lixiviados, pueden encontrarse en una forma que esté disponible para ser absorbidos, facilitando así una mejor absorción radicular por las plantas y, por ende, promoviendo el desarrollo sano y vigoroso de la vegetación. (Enriquez, 2021)

Tabla 2. Composición del Humus de lombriz.

<b>COMPOSICIÓN GARANTIZADA</b>	
<b>Nitrogeno (N)</b>	<b>1.8%</b>
<b>Fósforo (P2O5)</b>	<b>4.5%</b>
<b>Materia Orgánica</b>	<b>51.0%</b>
<b>Carbono Orgánico Oxidable</b>	<b>29.1%</b>
<b>Relación Carbono / Nitrogeno</b>	<b>15.9</b>
<b>Cenizas</b>	<b>28%</b>
<b>Humedad Máxima</b>	<b>20.0 - 35.0%</b>
<b>pH</b>	<b>6.75</b>
<b>Densidad (gramos/cm )</b>	<b>0.49</b>
<b>Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)</b>	<b>63.6 mEq/100g</b>
<b>Capacidad Retención de Agua</b>	<b>125.0%</b>

Nota: identificación de los componentes finales del humus de lombriz. Hernández (2015)

En la actualidad, los métodos de agricultura sostenible se han reivindicado frente a un modelo intensivo que deteriora el medio ambiente y afecta a animales y personas. La agricultura sostenible aboga por integrar a la agroecología, donde, por una parte, se apela a la soberanía alimentaria y, por otra, a la preservación del medio ambiente, minimizando los impactos negativos que puede generar el desarrollo de la actividad agrícola. En la actualidad hay algunos grupos de trabajo de participación público-privada, que lideran la implementación de la agricultura agroecológica y su investigación, permitiendo evaluar las capacidades de los sistemas de producción agroecológicos, y formar así los grupos estratégicos, concebidos como granjas o empresas agrícolas sostenibles. (Ungucha et al. 2024)

Se constata el crecimiento en las ventas de productos orgánicos en todo el mundo, en datos que aportan de la rama de productos agrícolas orgánicos procedentes de los países en desarrollo en comparación con aquellos proveniente de mundo desarrollado. Los productos orgánicos siguen las normativas del comercio agrícola mundial y son propicios porque satisfacen a un público consumidor preocupado por la

calidad y variedad de los alimentos, el respeto a los trabajadores, así como su huella ecológica. Según algunos, el desarrollo y/o la orientación de los mercados de alimentos hacia economías menos intensivas en la utilización de insumos generados actualmente son favorables al mantenimiento de las tradiciones locales y, posibilitan, a través del incremento en el consumo de los productos agroecológicos, su mayor inclusión en la agricultura comercial. (Ávila, 2022)

La fertilización de suelos con humus de lombriz es una práctica muy común, con su experiencia lograda en el uso específico de humus de lombriz en siembra, fertilización y revitalización de suelos urbanos además de paisajismo. Para los usos específicos antes mencionados, el contenido precisamente encontrado de nutrientes que son objetivo de la fertilización de humus de lombriz permitiría aportar el total de la fertilización recomendada cuando los humus de lombriz se aplican de 0.30 o más en una sola aplicación de un año para otro, al asistir además de las aplicaciones de fertilización estándar utilizada en esta extensiva fertilización área. (Guillén, 2022)

El manejo de cultivos ornamentales se recomienda que en la etapa de preplantación de estos se aplique los 5m<sup>3</sup> de humus de lombriz en pocas a varias semanas antes de la siembra, aprovechando los sistemas de riego de las mismas que favorecen el contacto físico del humus con la raíz para prevenir la compactación del humus en el ambiente radicular. En el caso de cultivos de flores cortadas, se recomienda ser aplicados completamente inundándolos con el humus frente a todo el sistema radical de la planta reproductiva o flores cortadas en contenedores que permiten el contacto visual y físico más adecuado entre la raíz y el substrato. (Balleux, 2022)

## 7. CONCLUSIONES

La degradación de los suelos, como efecto de decisiones y prácticas no adecuadas, se manifiesta como un riesgo latente y creciente para la seguridad alimentaria mundial. La situación actual exige que las decisiones que se adopten sean críticas y relevantes para garantizar que las próximas generaciones cuenten con los recursos necesarios para afrontar la demanda de alimentos y otros productos fundamentales para la vida y el bienestar de las sociedades humanas. Por este motivo, en el ámbito de la investigación, se ha producido un aumento significativo en los esfuerzos para obtener un mejor conocimiento de las características y dinámicas de los suelos, así como para aportar soluciones efectivas que favorezcan su recuperación o mejora sostenible. En este sentido, se han presentado diversas alternativas y enfoques, como el uso de fertilizantes de origen sintético, que, aunque pueden ser efectivos, también plantean preocupaciones

sobre su impacto ambiental. Asimismo, se está promoviendo el empleo de insumos de origen natural y sostenible, de múltiples orígenes, entre los cuales se encuentran los fertilizantes de origen biológico, que representan una opción viable y ecológica para la fertilización de los suelos y la revitalización de su capacidad productiva.

Teniendo en consideración lo anteriormente planteado, el uso de humus que proviene de los excrementos de las lombrices es una opción viable y altamente beneficiosa como producto para la revitalización de suelos que han sido deteriorados a lo largo del tiempo debido a la carga y acumulación de productos que afectan negativamente el entorno natural. La rápida disponibilidad de los nutrientes esenciales que ofrece una dosis de humus de lombriz aplicado a los suelos, actúa de manera eficiente al cerrar las brechas de carencias que los cultivos enfrentan, al menos en un período corto de tiempo, lo que permite tanto el fortalecimiento como el crecimiento adecuado de las especies vegetales. Tal premisa puede ser utilizada en suelos cultivables que han sido sometidos a intensas labores para su producción y el uso frecuente de insumos de tipo sintético que, a la larga, pueden resultar perjudiciales (Palacios, 2025). Entre las condiciones que favorecen el uso de este insumo natural y orgánico, destacan los estilos característicos de su aplicación, así como los beneficios adicionales que se pueden obtener en términos ambientalistas o la producción de un abono/insumo terrestre correspondiente a dicho reciclaje; lo cual proporciona un valor agregado significativo a dicho proceso, impulsando no solo la productividad agrícola, sino también promoviendo la sostenibilidad y la salud de nuestros ecosistemas.

Se recomienda aplicar el humus de lombriz mediante una técnica de abono líquido, ya que este método también favorece una acción continua y controlada de liberación de nutrientes en el suelo. Por lo tanto, inyectar el humus de lombriz se constituye como uno de los abonos orgánicos más ricos en nutrientes, rivalizando incluso con sustancias como combinaciones minerales y secuencias químicas. Estos aportes son necesarios para la fertilización de cultivos, siendo especialmente efectivo en aquellos que requieren de un alto contenido de humedad y nutrientes. Sus beneficios se reflejan en el crecimiento vigoroso de las plantas, especialmente en aquellas que son parte de cultivos energéticamente híbridos que también se ven favorecidos por un adecuado manejo del carbono en las hojas y una eficaz circulación de agua en el suelo (Enriquez, 2021)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alescano C, J. A. y Muñoz C, Y. N. (2023). Efecto del fertilizante orgánico “Humus de Lombriz” en el crecimiento y productividad en el cultivo de zucchini (Cucurbita Pepo L.), en el sector Chipe Hamburgo .... [utc.edu.ec](http://utc.edu.ec)

- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., y Metzger, J.D. (2001). *Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium*. *Bioresource Technology*, 78(1), 11–20.
- Ávila Mamani, F. L. (2022). *Sistemas de gestión de la calidad en productos agroecológicos*. ull.es
- Balleux, J. M. (2022). *Acciones para el Aprovechamiento Agroecológico de los Residuales Sólidos Orgánicos en el Parque Zoológico Nacional*. accesoabierto.uh.cu. uh.cu
- Barco J, C. D., Guerrero R, S. B., Romero A, T. F., y Tello C, C. C. (2024). *Modelo Prolab: Humus de lombriz potenciado con nutrientes orgánicos de nitrógeno-potasio-fósforo (NPK) en presentación grow cubes, una propuesta sostenible para mejorar la calidad de los cultivos*. pucp.edu.pe
- Berral-Ortiz, B., Cáceres-Reche, M., Romero-Rodríguez, J. M., & Alonso-García, S. (2024). *Programas de entrenamiento y recursos tecnológicos en la mejora de la comprensión lectora en educación primaria*. *Información tecnológica*, 35(2), 49-60. scielo.cl
- Bonilla Winso, B. J. (2024). *Uso de agrobiodiversidad en la producción sostenible en la agricultura*. utb.edu.ec
- Compagnoni, L., & Putzolu, G. (2018). *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus*. Parkstone International.
- Carliño, M. J., Segura, F. O., & Iglesias, J. C. (2021). *5.-Contaminación ambiental y su influencia en la salud*. *ReNaCientE-Revista Nacional Científica Estudiantil-UPEL-IPB*, 2(1), 75-90. investigacion-upelipb.com
- Córdova, M. R. (2019). *Remoción de contaminantes de las aguas mieles del café, utilizando lombrices Eisenia foetida y Lumbricus terrestris, Moyobamba 2019*. repositorio.unsm.edu.pe. unsm.edu.pe
- Corpamag, Corporación Autónoma Regional Del Magdalena (2021)**. Corpamag-Autoridad Ambiental del Magdalena - Inicio.
- Chicaiza, M. V. D. C. (2023). *Humus de Lombriz Roja Californiana (Eisenia fetida) a Partir de la Combinación de Residuos Orgánicos*. Erevna: Research Reports. revistaerevna.com
- Domínguez, J., y Edwards, C. A. (2011). *Biology and Ecology of Earthworm Species Used for Vermicomposting*. En: **Vermiculture Technology**. CRC Press.
- Edwards, C. A., Arancon, N. Q., y Sherman, R. (2004). *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*. CRC Press.
- Enriquez Haro, J. T. (2021). *Los abonos orgánicos: ventajas y desventajas en los cultivos hortícolas de la costa ecuatoriana* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).
- FAO (2015). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Factor Humus. *Abonos y fertilizantes para cultivos*. (2022). *Abonos y fertilizantes para cultivos - Factor Humus*.
- Gálvez V, A. (2014). *Reciclado de los residuos agrícolas de la empacadora total produce mediante la técnica de lombricultura*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla <https://hdl.handle.net/20.500.12371/6736>

- García, B. A. C., Rangel, C. C. R., y Suárez, D. M. T. (2024). Efecto de los agroquímicos en la actividad enzimática del suelo agrícola: Una revisión bibliográfica. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 15(2). unillanos.edu.co
- García Luna, J. (2024). Microbiota, macrobiota y fertilidad en función del sistema de uso del suelo. *repositorioinstitucional.buap.mx*. buap.mx
- García, M., Espinosa, M. G. N., López, C. N. V., y López, J. V. (2013). Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana. *Estudios Agrarios*.
- Gonzales, D. A., Gómez, J. A., Martínez, A., Sotelo, M. J. (2019). Lombricultura: proyecto pedagógico para buenas prácticas ecológicas para la conservación de nuestro planeta, en la granja experimental cica, Cimitarra – Santander. *Revista de Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente*
- Guevara V, L. F. (2024). Análisis de crianza y reproducción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). *utb.edu.ec*
- Guillén Z, A. (2022). Fertilización con humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en la producción del cultivo de papa *Solanum tuberosum* l) Variedad Canchan INIA Chuquibambilla-Grau. *unamba.edu.pe*
- Hernández D.,(2015).Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana. Instituto tecnológico de la cuenca del Papaloapan.
- Intriago, D. A. M., Rosado, V. F. M., & Arteaga, B. R. A. (2024). Influencia del humus de lombriz en la calidad de los suelos agrícolas: un estudio de caso. *Didasc@ lia: Didáctica y Educación*, 15(3), 388-404. *unirioja.es*
- Jiménez A, C. (2022). Uso de agroquímicos en el cultivo de papa y la contaminación del suelo agrícola en el distrito de Chinchero, Cusco, Perú. [HTML]
- Lazcano, C., y Domínguez, J. (2011). *The use of vermicompost in sustainable agriculture*. En: **Vermiculture Technology**, CRC Press.
- Marcano, A. I. P., Acevedo-Duque, Á, y Mora, B. S. R. (2021). La sustentabilidad como principio de responsabilidad empresarial frente los ecosistemas naturales. *Revista de Filosofía*. *academia.edu*
- Martínez, L. P. A., Islas-García, A., Luna, I. M., Cisneros, A. G. V., y Corona, R. E. L. (2025). Lombricomposta: Una experiencia educativa para transformar residuos en conciencia ambiental. *Enseñanza y Comunicación de las Geociencias*, 4(1). *unam.mx*
- Meneses B, M. J. (2023). Agricultura regenerativa sustentable para promover la diversidad en el suelo. *utb.edu.ec*
- Merino P, C. J. (2024). Caracterización físico química de humus de heces de alpaca (*Vicugna pacos*) de diferentes cantones de la provincia de Chimborazo. *epoch.edu.ec*
- Monroy, A. I. G., y Esquivel, I. A. G. (2021). Sistema de automatización para una lombricomposta. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 8(15). *ctes.org.mx*
- Mora Lombeida, S. J. (2024). Prácticas intensivas y su efecto sobre la erosión del suelo. *utb.edu.ec*
- Oleksyn, J., y Reich, P. B. (1994). Contaminación, destrucción del hábitat y biodiversidad en Polonia. *Conservation Biology*.

- Palacios G, F. A. (2025). Importancia de los abonos orgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L.) en el Ecuador. [utb.edu.ec](http://utb.edu.ec)
- Pico G, M. V. (2022). Evaluación de la composición físico-químico de los abonos orgánicos (humus y compost) producidos en la estación experimental Tunshi.. [epoch.edu.ec](http://epoch.edu.ec)
- Rodríguez-Delgado, I., Martín-Martín, G. J., Pérez-Iglesias, H. I., & García-Batista, R. M. (2025). Comportamiento de propiedades físicas, químicas y biológica del suelo en sistemas de producción agrícola. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8(S1), 184-196. [umet.edu.ec](http://umet.edu.ec)
- Rynk, R. (1992). *On-Farm Composting Handbook*. NRAES-54, Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service.
- Sánchez T, R. D. (2022). Estudio de enmiendas aplicadas al agua de riego, para ser utilizada en café robusta *Coffea canephora*, en la etapa de vivero en Manglaralto, Santa Elena.. [upse.edu.ec](http://upse.edu.ec)
- Somarriba Reyes, R., & Guzmán González, G. (2004). *Análisis de la influencia de la cachaza de caña y estiercol bovino como sustrato de la lombriz roja californiana para producción de humus* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Tarda, A. S. (2023). Estudio de la degradación de *Typha latifolia* L. en bañados de desborde fluvial. [unlp.edu.ar](http://unlp.edu.ar)
- Ungucha, X. R. T., Naranjo, C. S. C., & Velásquez-Cajas, Á. P. (2024). Huertos climáticamente inteligentes: soberanía alimentaria y medicina ancestral en la comuna Yamanunka de Shushufindi, Ecuador. *Ciencias y Saberes* ISSN: 2960-8430, 2(3), 1-17. [jordansrowles.co.uk](http://jordansrowles.co.uk)
- Urgilez, M. D. R. (2024). Seguridad alimentaria: Riesgo asociados Metales Pesados sobre la salud humana. *Journal of American Health*. [jah-journal.com](http://jah-journal.com)
- Villalobos, J. R. V., y González, J. A. (2013). Las lombrices de tierra en la medicina popular española: un contraste en el uso medicinal a través de la Historia. *Medicina naturista*.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**EDUARDO EUGENIO SPERS** realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### Símbolos

3D printing 192, 193, 198, 202, 203, 204, 205, 207, 209

### A

Abono 102, 103, 105, 106, 115, 116, 121, 123

Accesión 133, 134, 137, 138, 139, 143, 145, 147, 148, 149, 150

Adaptive management 86, 99

Additive manufacturing 193, 203, 204

Africa 26, 42, 60, 149, 193, 197, 203, 206, 207

Agriculture 65, 103, 123, 124, 151, 164, 177, 178, 180, 192, 193, 195, 198, 201, 204, 205, 207, 208, 209

Agronomía 128, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 190

Almacenamiento 133, 134, 135, 137, 138, 139, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150

Angola 192, 193, 198, 202, 207, 208

Aplicación del método científico 179

Aquaculture 1, 2, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 24, 26

### B

Biomedicina 28

### C

Cambio climático 36, 100, 107, 133, 134, 137, 139, 141, 143, 145, 146, 148, 150, 151

'Canon' bell pepper 153, 154, 155

Climate change 86, 87, 97, 98, 99, 100, 101, 134, 159, 193

'Closter' tomato 153, 154, 155

Coccidiosis control 38, 46, 54, 59

Color L\*a\*b\* 153, 154, 155

Competitive intelligence 193

Costos 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 165

### D

Density 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 83, 84

Desarrollo rural 179

Desarrollo sustentable 28, 29, 186, 188

Distribución 68, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 80, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 150, 165, 169, 170, 172, 173, 175, 189

## E

Educación agrícola 179, 183, 185, 186, 187, 190

Eimeria infection 38, 62, 63, 67

Emprendimiento 103, 181

Enterprise 4.0 192, 193

## F

Family farming 193, 194, 198, 201, 203, 207

Fingerlings 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Frugal development 192, 193, 201, 208

Fruit size 154

## G

Geostatistics 163, 176

Growth 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 42, 46, 61, 154, 209

## H

Humus de lombriz 102, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

## I

Intervalo equivalente 68, 70, 73

Intervalo geométrico 68, 70

Intervalos de progresión 68, 73

Intervalos iguales 68, 70, 73, 76, 77, 81, 82

## K

Kriging 163, 164, 165, 172, 173, 174, 175, 176, 178

## M

Management zones 163, 164, 176

Marphysa 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

## O

Oryza sativa 163, 177, 178

## P

Parasitic disease management 38

Phytoclimatology 86

Pinus sylvestris 86, 87, 88, 95, 98, 100

Plagas y enfermedades 125, 126, 181, 190

Plant-origin protein 2, 9

Polychaetes 13, 14, 15, 17, 20, 24, 25, 26, 27

## R

Rainbow trout 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Renta de tierra y agua 125

Response surface 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Rol del ingeniero agrónomo 179

Rupturas naturales 68, 70, 73, 76

## S

Salud ambiental 28

Sheep farming 38, 43, 48

Sheep health 38, 59

Sostenibilidad 103, 121, 132, 187, 188, 189

Spatial analysis 84, 163

Suitability 86, 87, 89, 90, 91, 93, 95, 96, 97, 98, 142, 178

Survival 1, 2, 5, 6, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 39, 51, 100

## T

Tecnología de producción 125

Toltrazuril treatment 38

## V

Versatility 86, 97, 98, 99, 100

Vulnerability 84, 86, 99, 101



EDITORA  
ARTEMIS

2025