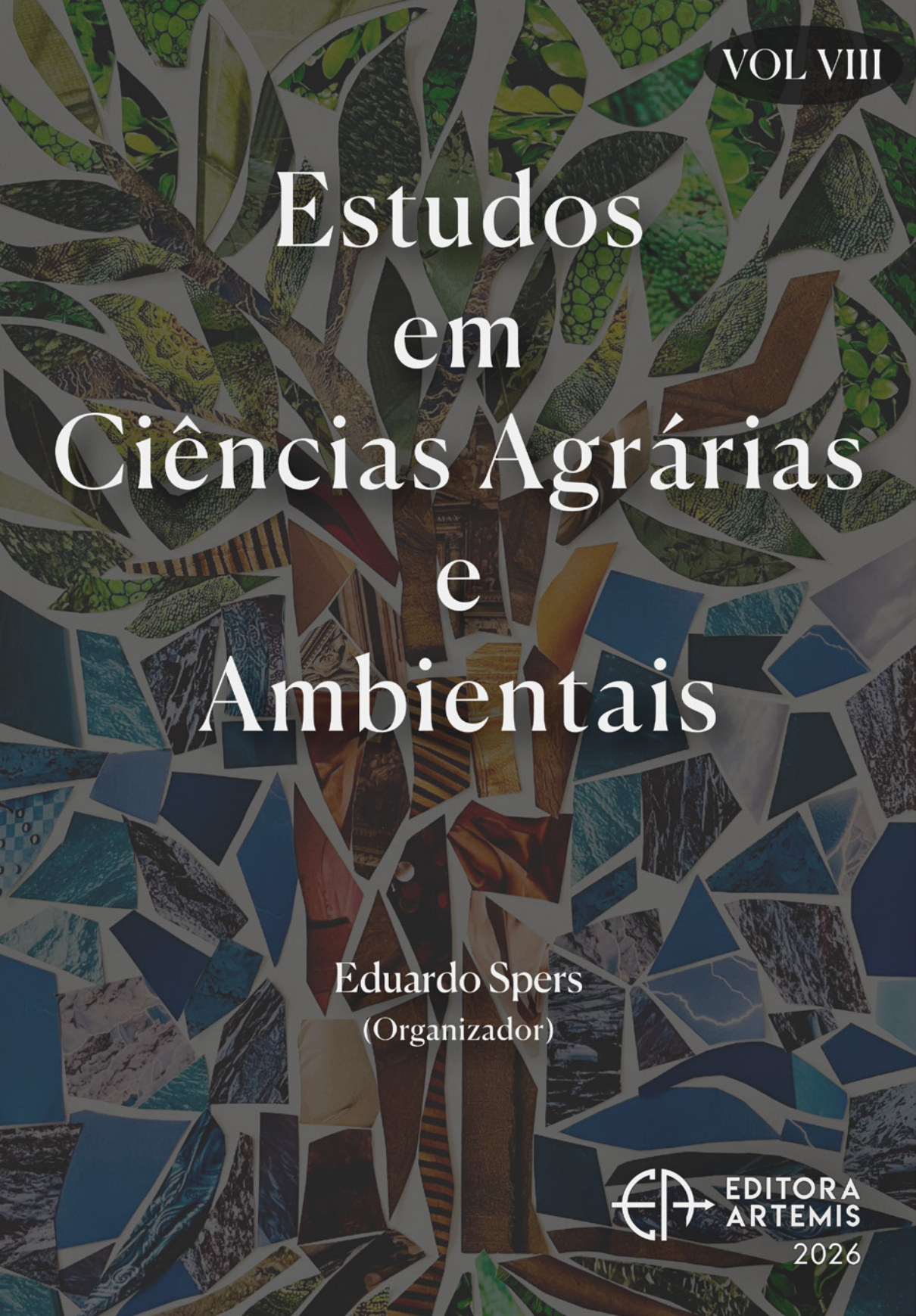




VOL VIII

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2026

VOL VIII

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2026



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.**

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

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México

Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^a Dr.^a Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina

Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal

Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina

Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil

Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru

Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a 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 Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, 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.^a Dr.^a Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Prof.^a Dr.^a Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Prof.^a Dr.^a María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil

Prof.^a Dr.^a 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 M^aGraça 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 Pais 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. Sergio 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)

E82 Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais VIII [livro eletrônico] / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – 1. ed. – Curitiba, PR: Editora Artemis, 2026.
il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-32-1

DOI 10.37572/EdArt_250926321

1. Ciências agrárias. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade.
I. Spers, Eduardo Eugênio

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Os desafios contemporâneos relacionados ao uso dos recursos naturais, à conservação da biodiversidade, às mudanças ambientais e à sustentabilidade dos sistemas produtivos exigem abordagens cada vez mais integradas. Nas Ciências Agrárias e Ambientais, essa integração se torna especialmente relevante diante da necessidade de conciliar produção, conservação, desenvolvimento territorial e uso responsável dos recursos, considerando tanto os processos ecológicos quanto as dimensões sociais e econômicas envolvidas.

O oitavo volume de ***Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais*** reúne quatorze capítulos organizados em quatro eixos temáticos: **Território, mudanças ambientais e conservação; Solo, biodiversidade e agroecossistemas sustentáveis; Produção sustentável, manejo e organização dos sistemas produtivos; e Economia circular, transformações ambientais e história da agricultura.** Em conjunto, os trabalhos propõem um percurso que parte de questões ambientais e territoriais amplas e avança em direção ao funcionamento dos agroecossistemas, às estratégias de produção sustentável e às transformações históricas das relações entre agricultura, recursos e paisagem.

O primeiro eixo reúne estudos voltados às mudanças ambientais, à vulnerabilidade territorial, à soberania alimentar e à conservação de áreas naturais. As análises destacam como clima, uso da terra, planejamento territorial, políticas de desenvolvimento e participação comunitária interferem diretamente na relação entre sociedade e ambiente. A vulnerabilidade de áreas costeiras diante da elevação do nível do mar, por exemplo, envolve não apenas fatores físicos, mas também infraestrutura, uso do solo, planejamento e capacidade adaptativa. Da mesma forma, a soberania alimentar é discutida a partir das disputas pelo território, pela terra e pela água e das diferentes formas de organização da produção rural.

No segundo eixo, o olhar se volta ao solo, à biodiversidade e ao funcionamento dos agroecossistemas. A agricultura regenerativa é apresentada como uma abordagem sistêmica voltada à recuperação da saúde e da funcionalidade do solo, com princípios relacionados à redução da perturbação, à cobertura permanente, à diversidade e à integração planejada entre componentes do sistema produtivo. Os estudos sobre fungos micorrízicos, bactérias rizosféricas e recursos fitogenéticos ampliam essa discussão ao abordar diferentes dimensões da biodiversidade e de sua importância ecológica. As interações entre organismos e solo, a participação de microrganismos nos processos de transformação da matéria orgânica e a conservação da diversidade vegetal evidenciam a relevância dos recursos biológicos para o funcionamento dos ecossistemas e para o desenvolvimento de estratégias de conservação e uso sustentável.

O terceiro eixo aborda diferentes estratégias de aprimoramento dos sistemas produtivos, considerando aspectos técnicos, ecológicos e organizacionais. São discutidas alternativas como a utilização de microrganismos benéficos para reduzir a dependência da fertilização mineral, o emprego de alimentos vivos na aquicultura, o comportamento e o manejo de bovinos autóctones em sistemas extensivos de montanha e formas coletivas de organização e comercialização entre pequenos produtores. Os trabalhos demonstram que a sustentabilidade da produção depende não apenas da eficiência no uso dos recursos, mas também da adequação das práticas de manejo, da conservação da paisagem e das condições de organização econômica e social dos produtores.

Por fim, o quarto eixo estabelece um diálogo entre aproveitamento de recursos, transformação ambiental e história da agricultura. O estudo sobre a utilização da casca de noz para a produção de carvão ativado examina os requisitos técnicos e de investimento associados à valorização de resíduos agroindustriais, em consonância com os princípios da economia circular. Os dois capítulos seguintes ampliam a perspectiva temporal ao investigar as relações entre agricultura, clima, desmatamento e transformações sociopolíticas nas terras baixas maias, bem como os conhecimentos, as tecnologias de manejo da água e as intervenções sobre a paisagem desenvolvidos no contexto da agricultura andina e inca. Em conjunto, esses trabalhos permitem considerar diferentes formas de utilização e transformação dos recursos naturais, desde experiências históricas de organização agrícola até propostas contemporâneas de valorização de materiais e processos produtivos.

A diversidade dos capítulos reunidos neste volume evidencia que os desafios ambientais e agrícolas contemporâneos não podem ser compreendidos de forma isolada. Solo, água, biodiversidade, território, produção, tecnologia e organização social constituem dimensões interdependentes de sistemas em constante transformação.

Ao integrar estudos sobre conservação, sustentabilidade, produção e história da agricultura, este volume contribui para ampliar o debate sobre formas mais equilibradas de relação entre sociedade, sistemas produtivos e ambiente, valorizando tanto a inovação científica quanto o conhecimento acumulado ao longo do tempo.

Boa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

TERRITÓRIO, MUDANÇAS AMBIENTAIS E CONSERVAÇÃO

CAPÍTULO 1..... 1

VULNERABILITY DUE TO RISING SEA LEVELS IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN

Johan Andrés Avendaño Arias
Leonardo Santana Bohorquez
Ivan Dario Camacho Puerto
Gustavo Enrique Ramírez Gómez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263211

CAPÍTULO 2..... 33

CONFIGURACIÓN TERRITORIAL DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA: EXPLORANDO LAS TERRITORIALIDADES RURALES EN FONSECA, COLOMBIA

Elkis Peñaranda Pinto

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263212

CAPÍTULO 3..... 50

CREACIÓN Y DESARROLLO DE UN CENTRO DE PROMOCIÓN AMBIENTAL MATLALCUÉYATL PARA LA RECUPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: CASO: ZITLALTEPEC, TLAXCALA, MÉXICO

Fernando Mohedano López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263213

SOLO, BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS SUSTENTÁVEIS

CAPÍTULO 4..... 65

AGRICULTURA REGENERATIVA: PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS PARA RECUPERAR EL SUELO Y FORTALECER LOS AGROECOSISTEMAS

Benigno Rivera-Hernández
José Jesús Obrador-Ólán
Eustolia García-López
José Francisco Juárez-López
Eugenio Carrillo-Ávila

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263214

CAPÍTULO 5..... 81

FUNCTIONAL ROLE OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN AGGREGATE FORMATION, BIODIVERSITY, AND EDAPHIC FUNCTIONING

Sud Sair Sierra

Raúl Hernando Posada

Johanna Santamaría

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263215

CAPÍTULO 6..... 108

ASLAMIENTO DE BACTERIAS DEGRADADORAS DE LIGNINA DE SUELO RIZOSFERICO DE *QUERCUS SPP.*

Iván Hernández Portillo

Yadira Cornejo Silva

María Yolanda Ríos Gómez

Ramiro Ríos Gómez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263216

CAPÍTULO 7..... 115

PHYTOGENETIC RESOURCES OF THE GENUS *Lupinus* IN BAJA CALIFORNIA: EXPLORATION AND *in situ* CHARACTERIZATION STRATEGIES

Guadalupe Minerva Torres Alfaro

María Nancy Herrera-Moreno

Jesús Alicia Chávez-Medina

Kalina Bermúdez Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263217

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL, MANEJO E ORGANIZAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS

CAPÍTULO 8..... 120

MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL CULTIVO DE ARROZ EN UN SUELO DE BAJA OFERTA NUTRICIONAL

Eliecer Miguel Cabrales Herrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263218

CAPÍTULO 9.....139

THE GREAT UNKNOWN: USE OF LIVE FOOD IN AQUACULTURE

Marco Polo Franco Archundia

Héctor Eduardo Franco-Cotero

Jimena Ramos

Luis Ángel Fabro-Leal

Fátima Getsemaní Osorio-Arce

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263219

CAPÍTULO 10 150

COMPORTAMENTO E MANEIO DE BOVINOS AUTÓCTONES NAS MONTANHAS DO NORTE DE PORTUGAL

Marco André de Almeida Fernandes

Gustavo Paixão

Joaquim Lima Cerqueira

José Pedro Araújo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632110

CAPÍTULO 11.....167

REMATE GANADERO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES: MÉTODO DE EVALUACIÓN FODA

Félix Cavour Ferrari

María Elena Fretes

José Braulio Silvero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632111

ECONOMIA CIRCULAR, TRANSFORMAÇÕES AMBIENTAIS E HISTÓRIA DA AGRICULTURA

CAPÍTULO 12 175

INVERSIÓN TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE CÁSCARA DE NUEZ EN DELICIAS, CHIHUAHUA

Marina Imelda Terrazas Gómez

Luisa Patricia Uranga Valencia

Sandra Pérez Álvarez

Víctor Hugo Villarreal Ramírez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632112

CAPÍTULO 13187

¿LA AGRICULTURA DESTRUYÓ A LOS MAYAS? SEQUÍAS, DEFORESTACIÓN Y COLAPSO EN LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Humberto Álvarez Sepúlveda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632113

CAPÍTULO 14 200

¿CULTIVARON LOS INCAS EN EL DESIERTO? AGRICULTURA, AGUA Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE EN EL IMPERIO INCA

Humberto Álvarez Sepúlveda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632114

SOBRE O ORGANIZADOR.....212

ÍNDICE REMISSIVO213

CAPÍTULO 12

INVERSIÓN TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE CÁSCARA DE NUEZ EN DELICIAS, CHIHUAHUA¹

Data de submissão: 11/08/2026

Data de aceite: 28/08/2026

Marina Imelda Terrazas Gómez

Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Delicias-Chihuahua-México
<https://orcid.org/0000-0002-6559-4052>

Luisa Patricia Uranga Valencia

Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Delicias-Chihuahua-México
<https://orcid.org/0000-0002-5872-6360>

Sandra Pérez Álvarez

Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Delicias-Chihuahua-México
<https://orcid.org/0000-0002-9211-0797>

Víctor Hugo Villarreal Ramírez

Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Delicias-Chihuahua-México
<https://orcid.org/0000-0003-3087-5062>

¹ Este manuscrito constituye una evaluación técnica detallada y una extensión del trabajo de investigación titulado "Inversión técnica para la elaboración de carbón activado a partir de cáscara de nuez en Delicias, Chihuahua", el cual fue publicado de manera preliminar en la *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* (Vol. 12, Núm. 1, 2024). Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con la publicación de este artículo.

RESUMEN: La presente investigación tuvo como objetivo determinar la inversión técnica requerida para la implementación de una planta de producción de carbón activado a partir de cáscara de nuez en Delicias, Chihuahua, mediante una evaluación de ingeniería preliminar orientada a definir los requerimientos de proceso, infraestructura, equipamiento y tecnología. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. Se integró información obtenida mediante revisión documental especializada, entrevistas y cuestionarios aplicados a nueve empresas (cuatro plantas purificadoras de agua y cinco procesadoras de nuez) relacionadas con la generación de cáscara de nuez y el uso potencial de carbón activado. Asimismo, se empleó el método modificado de Lang y Chilton para estimar la inversión técnica requerida. Los resultados permitieron identificar las etapas fundamentales del proceso productivo, conformadas por la preparación de la materia prima, carbonización, activación y acondicionamiento final, así como los requerimientos de infraestructura y equipamiento necesarios para una planta de pequeña a mediana escala. La inversión técnica estimada ascendió a \$4,806,000 MXN, concentrándose principalmente en el equipamiento principal y la infraestructura del proceso. Se concluye que la disponibilidad regional de cáscara de nuez y sus

características fisicoquímicas ofrecen condiciones favorables para el desarrollo de proyectos de valorización agroindustrial bajo un enfoque de economía circular. La información generada constituye una base técnica para futuros estudios de ingeniería de detalle, factibilidad económica y escalamiento industrial.

PALABRAS CLAVE: residuos agroindustriales; valorización de biomasa; ingeniería de proyectos; procesos termoquímicos; economía circular.

TECHNICAL INVESTMENT FOR THE PRODUCTION OF ACTIVATED CARBON FROM WALNUT SHELL IN DELICIAS, CHIHUAHUA

ABSTRACT: This study aimed to determine the technical investment required for implementing an activated carbon production plant using walnut shell as the primary raw material in Delicias, Chihuahua, Mexico, through a preliminary engineering assessment focused on defining process, infrastructure, equipment, and technology requirements. A quantitative, descriptive, and cross-sectional research design was adopted. Data was collected through a comprehensive literature review, structured interviews, and questionnaires administered to nine companies (four water purifying plants and five walnut processors) involved in walnut processing and potential activated carbon utilization. The modified Lang and Chilton method was applied to estimate the technical investment required for plant implementation. The assessment identified the main production stages, including raw material preparation, carbonization, activation, and final conditioning, together with the infrastructure and equipment required for a small-to medium-scale production facility. The estimated technical investment amounted to MXN 4.806 million, with the highest proportion allocated to process equipment and supporting infrastructure. The findings indicate that the regional availability and physicochemical characteristics of walnut shell provide favorable conditions for the development of value-added agro-industrial projects based on circular economy principles. The proposed engineering framework offers a technical reference for subsequent detailed engineering, economic feasibility studies, and industrial-scale implementation of biomass valorization projects.

KEYWORDS: agro-industrial residues; biomass valorization; project engineering; thermochemical processes; circular economy.

1. INTRODUCCIÓN

Aprovechar los residuos agroindustriales trasciende la simple gestión ambiental; constituye el motor de la economía circular al reinsertar recursos biológicos en las cadenas de valor (Food and Agriculture Organization [FAO], 2024; Geissdoerfer et al., 2017). En este escenario, la biomasa lignocelulósica destaca por una arquitectura química que facilita su transformación térmica en materiales avanzados (Antal & Grønli, 2003). La cáscara de nuez pecanera ilustra perfectamente este potencial. Chihuahua domina la producción de este cultivo a nivel nacional, un liderazgo que conlleva la

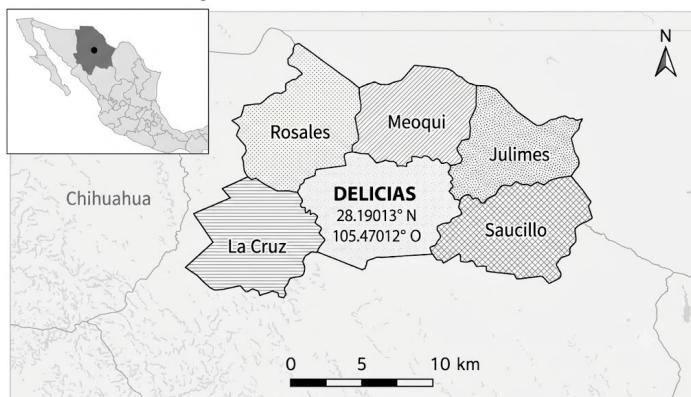
acumulación de volúmenes formidables de biomasa residual durante el descascarado (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2024; Gobierno del Estado de Chihuahua, 2025). Gracias a su densa matriz de carbono y notable resistencia térmica, este subproducto resulta un precursor óptimo para sintetizar carbón activado, un adsorbente de uso crítico en la depuración de aguas industriales (Hayashi et al., 2002; Marsh & Rodríguez-Reinoso, 2006).

La investigación contemporánea disecciona con precisión las propiedades fisicoquímicas de este material y sus rutas de activación. Sorprendentemente, el análisis rara vez cruza la frontera hacia la ingeniería de procesos. Prevalece un vacío documental agudo en torno al diseño preliminar de plantas, la especificación de equipos y la modelación del capital fijo (Peters et al., 2003; Baca Urbina, 2016; Sinnott & Towler, 2021). Semejante desconexión metodológica bloquea la transferencia tecnológica, dejando la valorización del residuo estancada a escala de laboratorio (Sapag Chain & Sapag Chain, 2014). Para subsanar esta deficiencia, la presente investigación cuantifica la inversión técnica requerida para erigir una procesadora de carbón activado en Delicias, Chihuahua. El análisis delimita rigurosamente los parámetros tecnológicos, de infraestructura y de proceso. Estructurar esta ingeniería preliminar aporta el núcleo de datos indispensable para evaluar la viabilidad financiera futura y catalizar el escalamiento industrial de la biomasa (Baca Urbina, 2016; Peters et al., 2003; Geissdoerfer et al., 2017).

2. METODOLOGÍA

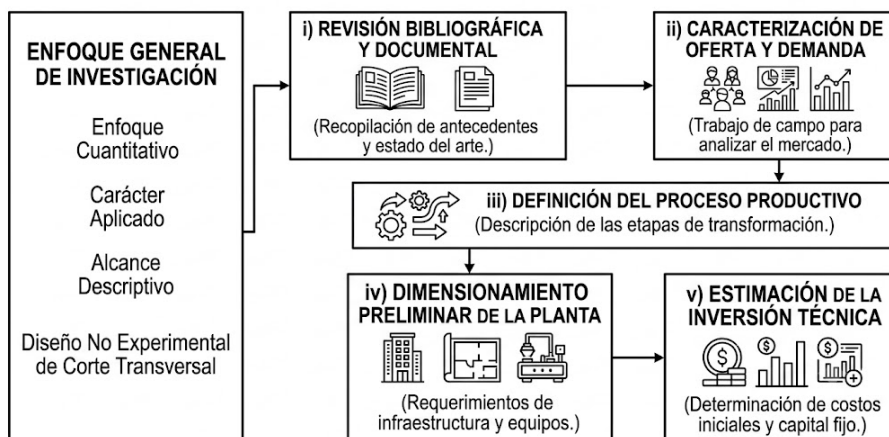
El municipio de Delicias, Chihuahua, conformó el núcleo geográfico de esta investigación. Su elección responde a un criterio puramente estratégico: la región lidera la producción nacional de nuez pecanera y agrupa una densa red de plantas procesadoras. En este territorio convergen dos variables críticas para el proyecto. Por un lado, abunda la cáscara residual; por otro, operan diversas industrias con demanda potencial de carbón activado. Semejante sinergia configura el escenario idóneo para examinar la viabilidad técnica de instalar una unidad de producción local. La delimitación espacial del área analizada se detalla en la figura próxima:

Figura 1. Ubicación del área de estudio.



El estudio adopta un marco cuantitativo y aplicado. Despliega un diseño no experimental, de corte transversal y alcance puramente descriptivo. La ejecución metodológica avanza a través de cinco fases sucesivas. Inicialmente, el análisis exige una revisión documental exhaustiva. El subsecuente trabajo de campo determina las métricas reales de oferta y demanda. Acto seguido, la investigación define la ingeniería del proceso, estructura el dimensionamiento preliminar de las instalaciones y cuantifica la inversión técnica. La figura siguiente esquematiza la articulación precisa de estas actividades.

Figura 2. Esquema metodológico de la investigación.



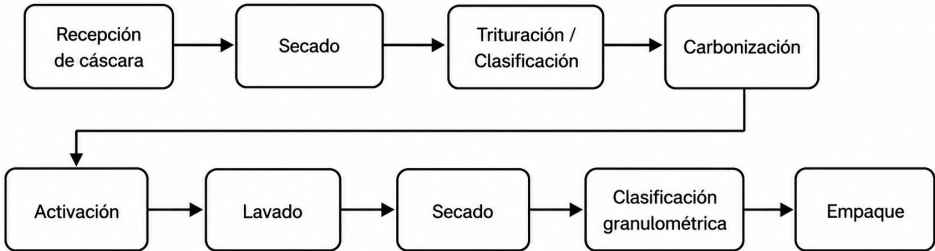
El núcleo analítico recae sobre las procesadoras de nuez y las plantas purificadoras de agua radicadas en Delicias. Estas entidades dictan la dinámica operativa del proyecto: las primeras suministran la biomasa, mientras que las segundas perfilan el consumo del carbón activado. Mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional, la muestra convergió en nueve organizaciones estratégicas –cinco procesadoras y

cuatro purificadoras – avaladas por personal técnico calificado. Esta selección garantiza la representatividad indispensable para ejecutar el dimensionamiento preliminar.

La extracción de datos primarios exigió interacción directa. El levantamiento de campo articuló entrevistas gerenciales con un cuestionario estructurado de 15 reactivos predominantemente cerrados. Su diseño, sometido a pruebas previas de coherencia y rigor, obedece a los preceptos de evaluación industrial formulados por Baca Urbina (2016) y a la ingeniería de procesos. El instrumento cuantificó variables críticas. Destacan la disponibilidad volumétrica de cáscara, las capacidades instaladas, el consumo histórico de carbón, la infraestructura existente y las tendencias del mercado local.

El contraste empírico requirió una exhaustiva revisión documental. Escrutar normativas técnicas, bibliografía científica y catálogos de fabricantes de maquinaria termoquímica resultó vital. La amalgama de estos registros industriales con la información de campo dictaminó la configuración del sistema productivo. Así se estructuran con precisión las operaciones unitarias, el equipamiento principal y los servicios auxiliares, cuya secuencia de transformación ilustra el diagrama de flujo siguiente:

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de producción de carbón activado.



La evaluación del capital fijo recurre al método modificado de Lang y Chilton, un estándar analítico fundamental en la ingeniería preliminar. El modelo ancla su cálculo en el valor actualizado de la maquinaria principal. A partir de este núcleo, despliega factores multiplicadores que cuantifican los costos directos, la obra civil, el montaje mecánico, los servicios auxiliares y la ingeniería. Alimentar esta matriz exigió recopilar cotizaciones comerciales vigentes y catálogos técnicos especializados, garantizando así la solidez empírica de la estimación financiera requerida para la planta.

El procesamiento sistemático de la información capturada recae sobre el software Minitab®. La ejecución de estadística descriptiva – mediante frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central – parametriza con rigor el volumen de biomasa regional disponible, proyecta la demanda del adsorbente y delimita las especificaciones del diseño.

Condensar estos resultados en formatos tabulares y gráficos clarifica de inmediato la viabilidad técnica y económica del sistema productivo propuesto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE NUEZ COMO MATERIA PRIMA

El escrutinio empírico y documental confirma que la cáscara de nuez constituye el residuo dominante de la industria nogalera en Delicias, Chihuahua. Semejante abundancia volumétrica garantiza la viabilidad del suministro para una futura procesadora de carbón activado. Estructuralmente, esta biomasa lignocelulósica ostenta una alta concentración de carbono, robustez mecánica y estabilidad térmica, parámetros intrínsecos que facilitan su conversión a través de rutas de carbonización y activación.

La evidencia científica respalda la idoneidad del precursor. La síntesis de materiales carbonosos depende de manera estricta de la composición y el comportamiento térmico inicial de la biomasa (Antal & Grønli, 2003). Consecuentemente, la naturaleza de la cáscara rige la evolución de la matriz porosa y determina la capacidad adsortiva final del producto (Marsh & Rodríguez-Reinoso, 2006).

Industrializar este subproducto desplaza su aprovechamiento actual –de escaso impacto económico– hacia aplicaciones tecnológicas de alta especificidad regional. Resulta imperativo, sin embargo, reconocer los límites analíticos de esta fase. Al omitir mediciones experimentales directas sobre el contenido de humedad, cenizas, materia volátil y carbono fijo, la presente caracterización asume un carácter estrictamente preliminar, cimentado sobre las métricas industriales recabadas y la literatura existente.

Tabla 1. Características técnicas de la cáscara de nuez.

Característica	Descripción técnica
Tipo de residuo	Agroindustrial
Origen	Proceso de descascarado de nuez
Composición	Biomasa lignocelulósica
Contenido de carbono	Alto
Uso actual	Aprovechamiento limitado
Potencial técnico	Producción de carbón activado

3.2. DEFINIÇÃO DEL PROCESO PRODUCTIVO

El escrutinio técnico vertebral el sistema productivo mediante una secuencia inalterable: recepción, secado, reducción granulométrica, carbonización, activación, lavado, secado terminal, clasificación y empaque. Acondicionar la biomasa exige inicialmente abatir la humedad y homogeneizar el tamaño de partícula. Acto seguido, la carbonización concentra la matriz carbonosa al someter el material a condiciones de hipoxia estricta. Desplegar la estructura porosa –responsable directa de la capacidad de adsorción– requiere la etapa de activación, mientras que las maniobras ulteriores estabilizan el producto para su inserción comercial.

Esta arquitectura operativa obedece a fundamentos termoquímicos rigurosos. Variables críticas como la temperatura, el tiempo de residencia y la vía de activación rigen absolutamente la génesis de la porosidad (Hayashi et al., 2002; Marsh & Rodríguez-Reinoso, 2006). El mérito de esta investigación radica en sistematizar dichas variables teóricas para dimensionar, de manera preliminar, una infraestructura adaptada a la vocación productiva de Delicias. El diagrama de flujo siguiente desglosa visualmente esta progresión, separando con nitidez los núcleos térmicos de las fases de acondicionamiento físico.

Figura 4. Diagrama de flujo detallado del proceso de producción de carbón activado.

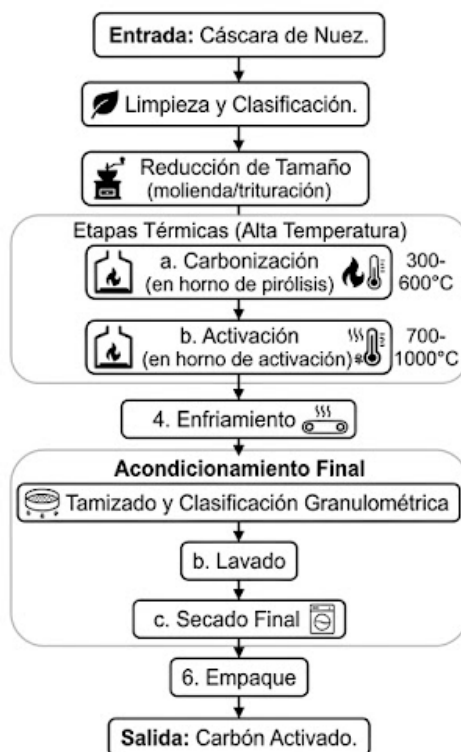


Tabla 2. Etapas del proceso productivo.

Eta pa	Función principal
Recepción	Ingreso y almacenamiento temporal de la materia prima
Secado inicial	Reducción de humedad
Trituración	Uniformidad del tamaño de partícula
Carbonización	Conversión termoquímica de la biomasa
Activación	Desarrollo de la estructura porosa
Lavado	Eliminación de impurezas y residuos
Secado final	Estabilización del producto
Clasificación	Separación granulométrica
Empaque	Acondicionamiento para almacenamiento y comercialización

3.3. REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS

La arquitectura del proceso productivo exige articular equipos estructurales y periféricos para una planta de capacidad media. El despliegue tecnológico impone la instalación de reactores térmicos destinados a la carbonización y activación, complementados por módulos físicos de secado, molienda, clasificación y lavado. Espacialmente, la instalación requiere delimitar zonas precisas para la recepción de materia prima, el procesamiento continuo y el almacenaje del producto terminado.

Los sistemas térmicos constituyen el núcleo operativo de la planta. Estos dictan de manera absoluta la capacidad volumétrica y las condiciones termoquímicas impuestas a la biomasa. Paralelamente, la maquinaria auxiliar, a pesar de absorber una fracción financiera significativamente menor, resulta innegociable para garantizar el flujo ininterrumpido de la operación, el manejo del material y el rigor granulométrico del adsorbente.

Esta configuración se alinea con los preceptos de diseño preliminar estipulados por Peters et al. (2003) y Sinnott y Towler (2021). La literatura especializada condiciona la eficiencia del sistema a una integración holística entre la selección del equipamiento, la capacidad instalada y la infraestructura de servicios. Proyectar el dimensionamiento definitivo obligará, inexorablemente, a formular balances precisos de materia y energía, establecer las distribuciones de planta y validar la seguridad industrial del recinto.

Tabla 3. Requerimientos de infraestructura, equipamiento y servicios.

Categoría	Requerimiento
Equipamiento térmico	Horno de carbonización y sistema de activación
Preparación de materia prima	Secador, trituradora y sistema de alimentación
Acondicionamiento final	Lavado, secado, cribado y empaque
Manejo de materiales	Tolvas, bandas o elevadores
Infraestructura	Área de proceso, almacenes y zonas de servicio
Servicios auxiliares	Energía eléctrica, agua, ventilación y control de emisiones

3.4. ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN TÉCNICA

La inversión técnica estimada para la implementación de la planta fue de \$4,806,000 MXN. El equipamiento principal representó \$2,250,000 MXN, equivalente al 46.8 % del total; el equipo auxiliar correspondió a \$420,000 MXN, con una participación de 8.8 %; y la instalación e infraestructura ascendieron a \$2,136,000 MXN, equivalentes al 44.4 %.

Tabla 4. Distribución de la inversión técnica.

Concepto	Monto (MXN)	Participación (%)
Equipamiento principal	\$2,250,000	46.8
Equipo auxiliar	\$420,000	8.8
Instalación e infraestructura	\$2,136,000	44.4
Total	\$4,806,000	100.0

El equipamiento central y la infraestructura absorben el 91.2 % del capital estimado. Esta concentración financiera subraya la primacía técnica de los sistemas térmicos y su integración física. Adquirir maquinaria constituye apenas una fracción del desembolso industrial. Ejecutar la obra civil, ensamblar los componentes y habilitar los servicios auxiliares completan ineludiblemente la matriz de costos.

Los cálculos actuales derivan de una fase de ingeniería preliminar. El modelo modificado de Lang y Chilton aproxima la inversión estructural a partir del valor de los equipos, proyectando una referencia técnica estricta, jamás un presupuesto inamovible. Indexar cotizaciones vigentes y desarrollar la ingeniería de detalle actualizarán forzosamente esta cifra.

El escrutinio omite deliberadamente los gastos operativos, la logística de mantenimiento, la adquisición de biomasa y el capital de trabajo. Carece de indicadores

financieros. El monto dimensiona la envergadura tecnológica del proyecto, pero bloquea cualquier aseveración prematura sobre su rentabilidad económica. Semejante restricción analítica resulta plenamente congruente con los límites metodológicos de una evaluación técnica inicial.

3.5. IMPLICACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO REGIONAL

Los hallazgos confirman que el municipio de Delicias posee la aptitud agroindustrial idónea para proyectar una planta de carbón activado. Articular la amplia disponibilidad regional de biomasa con los requerimientos técnicos ya definidos consolida el punto de partida estructural del proyecto. Bajo la rigurosa óptica de la economía circular, procesar la cáscara de nuez minimiza los volúmenes de desecho, diversifica el valor de la cadena nogalera y suministra un insumo altamente demandado en la depuración hídrica industrial. La materialización operativa de la planta, no obstante, exige agotar fases analíticas insoslayables. Previo a cualquier implementación, resulta imperativo validar experimentalmente la capacidad adsorbente del material, ejecutar balances precisos de materia y energía, cuantificar las emisiones del proceso y estructurar un análisis de factibilidad económica.

4. CONCLUSIONES

La estructuración de requerimientos operativos e infraestructura en Delicias, Chihuahua, valida la viabilidad técnica del procesamiento de cáscara de nuez. Definir las operaciones unitarias constituye el andamiaje crítico para transitar hacia la ingeniería de detalle y ejecutar los balances de materia y energía. La naturaleza lignocelulósica de esta biomasa local garantiza su efectividad en rutas termoquímicas de carbonización y activación. Industrializar este flujo residual neutraliza pasivos ambientales. Dinamiza directamente la economía circular agroindustrial.

El método modificado de Lang y Chilton parametriza la exigencia de capital en \$4,806,000 MXN. Los sistemas térmicos y su integración física acaparan el riesgo financiero mayoritario. Toda inyección definitiva de recursos dependerá de la indexación de estos cálculos frente a fluctuaciones de mercado mediante cotizaciones en tiempo real. Resta comprobar la rentabilidad. Articular un consorcio cooperativo entre nogaleros, purificadoras de agua y la administración pública blindará la cadena de suministro. Garantiza la colocación comercial del carbón activado y apalanca la captación de fondos institucionales o privados.

El rigor de este diseño trasciende el caso de estudio. Acoplar la ingeniería preliminar con los factores de Lang y Chilton cristaliza un modelo de escalabilidad nacional. Desplegar esta matriz metodológica en diversas latitudes biomásicas de México viabiliza la reconversión tecnológica y el aprovechamiento sistemático de subproductos agroindustriales.

5. APORTACIÓN CIENTÍFICA

Este estudio aporta una metodología de ingeniería preliminar capaz de cuantificar la inversión técnica para procesar carbón activado a partir de cáscara de nuez. Integrar el mapeo de disponibilidad de la materia prima, el dimensionamiento operativo y la estimación de capital fijo – mediante el método de Lang y Chilton – trasciende el ámbito local. Se consolida un esquema de evaluación estructural altamente replicable. Semejante rigor técnico facilita proyectar infraestructuras de valorización biomásica en otras coordenadas agroindustriales, dotando de viabilidad instrumental a los modelos de economía circular.

REFERENCIAS

- Antal, M. J., Jr., & Grønli, M. (2003). The art, science, and technology of charcoal production. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 42(8), 1619–1640. <https://doi.org/10.1021/ie0207919>
- Baca Urbina, G. (2016). *Evaluación de proyectos* (8.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *FAOSTAT: Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat/>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2025). *Información estadística del sector agropecuario del estado de Chihuahua*. Gobierno del Estado de Chihuahua.
- Hayashi, J., Kazehaya, A., Muroyama, K., & Watkinson, A. P. (2002). Preparation of activated carbon from lignin by chemical activation. *Carbon*, 40(13), 2381–2386. [https://doi.org/10.1016/S0008-6223\(02\)00178-8](https://doi.org/10.1016/S0008-6223(02)00178-8)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018).
- Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, F. (2006). *Activated carbon*. Elsevier.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). *Plant design and economics for chemical engineers* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Anuario estadístico de la producción agrícola 2024*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Sinnott, R. K., & Towler, G. (2021). *Chemical engineering design: Principles, practice and economics of plant and process design* (6th ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2019-0-02025-0>

Terrazas-Gómez, M. I., Uranga-Valencia, L. P., Villarreal-Ramírez, V. H., Grijalva Martínez, I., & Aguirre Avilés, E. J. (2024). Inversión técnica para la elaboración de carbón activado a partir de cáscara de nuez en Delicias, Chihuahua. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 12(1), 125–133. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v12i1.547>

SOBRE O ORGANIZADOR

Eduardo Eugênio 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 PENSE 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

A

Actinomicetos 108, 109, 112, 113

Aggregation 81, 83, 84, 86, 87, 89, 92, 96, 99, 101, 102, 103, 104, 105

Agricultura 33, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 45, 46, 47, 48, 54, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 122, 137, 151, 157, 174, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 196, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210

Agricultura inca 200, 201, 204, 206, 210

Agricultura regenerativa 65, 66, 67, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Agronegocio 33, 37, 38, 40, 44, 46

Análisis FODA 168, 170

Arroz 34, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136

B

Biodiversidad edáfica 66, 71

Biodiversity and biological monitoring 116

Biofertilizantes 120, 132, 133

C

Cadastral 1, 6, 14, 15, 16, 26

Climate change 1, 2, 3, 6, 7, 8, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 80, 198, 199

Coastal flooding 1

Colapso sociopolítico 187

Collected material available 116

Colombian Caribbean 1, 3, 4, 30, 121

Comercialización 41, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 182

Comportamento animal 151, 152, 162, 163, 164

Conservación ambiental 43, 50

Conservation and protection of species 116

D

Deforestación 187, 188, 189, 190, 191, 192, 195, 196

Desarrollo rural 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 46, 47, 48, 49, 137, 167, 168, 174, 186

Desarrollo sostenible 30, 50

E

Economía circular 176, 184, 185
Ecosystem assessment 116, 165
Ecosystem engineers 81, 95
Ecoturismo 50, 52, 60, 62
Eficiencia de fertilización 120
Encabeçamento 151
Espectrofotometría 109, 110, 111, 112
Extensión rural 168, 169

F

Fenologia 151, 154, 159, 160, 161
Fish farming 139, 140, 148
Food fish 140

G

GPS tracking 151, 152

H

Hyphae 81, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 100, 101

I

Impacts 1, 2, 3, 4, 7, 24, 26, 27, 28, 31, 47, 98, 101, 105, 198
Ingeniería de proyectos 176
Irrigación 200, 201, 202, 203, 205, 206, 209

K

Kraft 108, 109, 111, 112, 113

L

La Malinche 50, 51, 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

M

Mayas 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 195, 196, 197
Medios selectivos 109, 112, 113
Microorganismos beneficiosos 120, 123, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 135

Modelo de acciones de sociología cultural 50

Moray 200, 201, 202, 203, 204, 207, 208, 209, 210, 211

N

NPK 120, 121, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137

Nutrición vegetal 120, 123, 132

O

Organosolv 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114

Ornamental fish 140, 149

P

Paisaje andino 200

Palma de aceite 33, 34, 36, 38, 41, 44, 45, 46

Pastoreio extensivo 150, 151, 152, 157

Pequeños productores 37, 38, 40, 44, 45, 47, 78, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Pisoteio 151, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164

Procesos termoquímicos 176

R

Raças autóctones 150, 151, 153, 159, 164

Remates ganaderos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Residuos agroindustriales 176

Resiliencia agroecológica 66

S

Salud del suelo 66, 67

Sequía 72, 77, 125, 187, 189, 190, 191, 193, 194, 195, 196

Soberanía alimentaria 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47

Soil biodiversity 81, 90, 92, 106

Soil degradation 81, 87, 99, 101, 106

Sostenibilidad 47, 53, 66, 67, 71, 82, 120, 170, 172

Sostenibilidad agrícola 66

Sustainable aquaculture 140

T

Terrazas agrícolas 200, 204

Territorialidades rurales 33, 36, 38, 39, 42, 46

V

Valorización de biomasa 176

Vulnerability 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 101, 187



EDITORA
ARTEMIS

2026