

VOL X

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023

VOL X

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023

2023 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2023 Os autores
Copyright da Edição © 2023 Editora Artemis



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	Shutterstock
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
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 Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, 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. Dr. Geoffroy Roger Pointner 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. 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 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. 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 Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.ª Dr.ª 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.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 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 Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



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.^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 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)

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo X / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-05-5

DOI 10.37572/EdArt_301123055

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade.
I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem e a sociedade no ambiente rural.

É uma obra que fornece dados, informações e resultados de pesquisas tanto para pesquisadores e atuantes nas diversas áreas das Ciências Agrárias, como para o leitor que tenha a curiosidade de entender e expandir seus conhecimentos.

Este Volume X traz 14 trabalhos de estudiosos de diversos países, divididos em dois eixos temáticos: *Produtividade e eficiência na produção vegetal* e *Sustentabilidade e reaproveitamento produtivo*.

Desejo a todos uma ótima leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO VEGETAL

CAPÍTULO 1..... 1

HIDROGELES DE QUITOSANO Y POLIACRILAMIDA SOBRE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS Y EL CRECIMIENTO DE *Lupinus exaltatus*

Néstor Gutiérrez Pérez

Elizabeth García Gallegos

Oscar Gumersindo Vázquez Cuecuecha

Elizabeth Hernández Acosta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230551

CAPÍTULO 2..... 10

FERTILIZANTE DE LENTA LIBERACIÓN COMPLEMENTARIO AL FERTIRRIEGO Y SU EFECTO EN PRODUCCIÓN DE LIMA MEXICANA

José C. García-Preciado

Silvia H. Carrillo Medrano

Miguel A. Manzanilla Ramírez

María Guzmán Martínez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230552

CAPÍTULO 3..... 17

COLORIMETRIC CHARACTERISATION OF TROPICAL WOODS

José Amador Honorato-Salazar

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230553

CAPÍTULO 4..... 26

PANORAMA AGROECONÓMICO DE LA GUANÁBANA (*Annona muricata*) EN AMÉRICA

Emma Gloria Ramos Ramírez

Carlos García Pérez

María del Pilar Méndez Castrejón

Juan Alfredo Salazar Montoya

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230554

CAPÍTULO 5..... 38

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SEMILLAS DE GENOTIPOS DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230555

CAPÍTULO 6..... 44

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE MALEZAS TOLERANTES AL GLIFOSATO

David Antonio Moreno Medina

Carmen Yazmin Rojas Cardona

Alma Cuellar Sánchez

Victor Becerra Ruiz

Esteban Montiel Palacios

José Luis Gadea Pacheco

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230556

CAPÍTULO 7..... 53

ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM* SPP.) EN MÉXICO

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Francisco Javier Delgado Virgen

Jeovani Francisco Cervantes Preciado

Mario Orozco Santos

Claudia Yared Michel López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230557

CAPÍTULO 8..... 88

APERTURAS Y ESTRATEGIAS COMO MÉTODO EN LA ENSEÑANZA AGROPECUARIA

Rafael Menendez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230558

CAPÍTULO 9.....92

COMPOSTAJE-VERMICOMPOSTAJE, APROVECHAMIENTO SECUENCIAL DE RESIDUOS VINÍCOLAS: PRIMEROS RESULTADOS

Manuela Andrés Abellán
Marta Isabel Picazo Córdoba
Consolación Wic Baena
Manuela Rubio García
Rocío Ballesteros González
Francisco Ramón López Serrano
Francisco Antonio García Morote
Eva María Rubio Caballero
Soledad Ramírez Guijarro
José Manuel Flores López-Pintor
Carlos García Izquierdo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230559

CAPÍTULO 10..... 100

BIOPROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE FECAS CANINAS

Ian Homer Bannister
María Teresa Varnero
Fabian Abarza Villalobos

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305510

CAPÍTULO 11..... 114

AS BEBIDAS DE LEGUMINOSAS COMO ALTERNATIVA AO LEITE: BEBIDAS DE GRÃO-DE-BICO E DE TREMOÇO COM DIGESTIBILIDADE MELHORADA E POTENCIAL BIOACTIVO PARA A SAÚDE HUMANA

Carla Margarida Duarte
Joana Mota Guerreiro
Ricardo Manuel Assunção
Carla Martins
Ana Cristina Ribeiro
Ana Isabel Lima
Anabela Raymundo
Maria Cristiana Nunes
Ricardo Boavida Ferreira

Isabel de Sousa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305511

CAPÍTULO 12142

USO DE ACOLCHADOS PLÁSTICOS PARA REDUCIR EL IMPACTO DEL HUANGLONGBING Y PROMOVER PRECOCIDAD DE LA PRODUCCIÓN EN LIMÓN MEXICANO

Mario Orozco Santos

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Karina de la Paz García Mariscal

José Concepción García Preciado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305512

CAPÍTULO 13162

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MIXED PIGS FOR SUSTAINABILITY IN THE LEGAL AMAZON, BRAZIL

Leandro Macedo Miranda

Thiago Machado da Silva Acioly

Diego Carvalho Viana

Valene da Silva Amarante

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305513

CAPÍTULO 14172

MICROORGANISMOS E RESÍDUO AGROINDUSTRIAL VISANDO INCREMENTOS NA FERTILIDADE DE UM SOLO DEGRADADO

Jéssica Alves de Oliveira

Diego Gonçalves Feitosa

Flávia Mendes dos Santos Lourenço

Katia Luciene Maltoni

Ana Maria Rodrigues Cassiolato

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305514

SOBRE O ORGANIZADOR.....183

ÍNDICE REMISSIVO 184

CAPÍTULO 9

COMPOSTAJE-VERMICOMPOSTAJE, APROVECHAMIENTO SECUENCIAL DE RESIDUOS VINÍCOLAS: PRIMEROS RESULTADOS¹

Data de submissão: 26/09/2023

Data de aceite: 16/10/2023

Manuela Andrés Abellán

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Departamento de Ciencia y Tecnología
Agroforestal y Genética
Instituto de Investigación en
Energías Renovables (IER, UCLM)
Doctora Ingeniero Agrónomo
Albacete-España
<https://orcid.org/0000-0002-7960-3028>

Marta Isabel Picazo Córdoba

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Departamento de Ciencia y Tecnología
Agroforestal y Genética
Instituto de Investigación en
Energías Renovables (IER, UCLM)
Grado en Ingeniería Agrícola y
Medio Rural
Albacete-España
<https://orcid.org/0000-0001-9189-0683>

Consolación Wic Baena

Instituto de Investigación en
Energías Renovables (IER, UCLM)
Doctora en Ciencia e
Ingeniería Agrarias (UCLM)
Albacete-España

Manuela Rubio García

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Departamento de Producción
Vegetal y Tecnología Agraria
Doctora Ingeniero Agrónomo
Albacete-España
<http://orcid.org/0000-0002-1191-8437>

Rocío Ballesteros González

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Departamento de Producción
Vegetal y Tecnología Agraria
Doctora en Ciencia e
Ingeniería Agrarias (UCLM)
<https://orcid.org/0000-0001-6496-4421>

¹ Este trabajo se ha realizado con apoyo financiero y técnico de la empresa Bodegas Hijos de Juan Gil (Jumilla, Murcia), mediante la firma de un Contrato para Apoyo Tecnológico y de Servicios (Art.83 de la L. O. 6/2011 de Universidades), con la Sección de Medio Ambiente del Instituto de Investigación en Energías Renovables (IER-UCLM) (Ref. UCTR190211). Ha contado también con el apoyo institucional de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, de Montes y Biotecnología, de la Universidad de Castilla-La Mancha que ha permitido a su vez la colaboración técnica de investigadores y de los estudiantes del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria Soledad Ramírez Guijarro y Juan Manuel Flores López-Pintor para la realización de sus respectivos Trabajos Fin de Grado, tutorados por las profesoras Manuela Rubio, Rocío Ballesteros y Manuela Andrés. Este trabajo se ha presentado a las XII Jornadas ceiA3 del Grupo de Sustratos de Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) y ha sido publicado en su libro de actas (Actas de Horticultura nº85).

Francisco Ramón López Serrano

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Departamento de Ciencia y Tecnología
Agroforestal y Genética
Instituto de Investigación en
Energías Renovables (IER, UCLM)
Doctor Ingeniero de Montes
<https://orcid.org/0000-0002-3351-9023>

Francisco Antonio García Morote

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Departamento de Ciencia y Tecnología
Agroforestal y Genética
Instituto de Investigación en
Energías Renovables (IER, UCLM)
Doctor en Ciencia e Ingeniería Agrarias
<https://orcid.org/0000-0003-2884-0338>

Eva María Rubio Caballero

Escuela de Ingenieros Industriales
(EIIAB, UCLM)
Departamento de Física Aplicada
Instituto de Investigación en
Energías Renovables (IER, UCLM)
Doctora en Física Aplicada
<https://orcid.org/0000-0003-4148-9845>

Soledad Ramírez Guijarro

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Grado en Ingeniería
Agrícola y Agroalimentaria

José Manuel Flores López-Pintor

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica, de Montes y
Biotecnología (ETSIAMB, UCLM)
Grado en Ingeniería
Agrícola y Agroalimentaria

Carlos García Izquierdo

Centro de Edafología y Biología Aplicada
del Segura (CEBAS-CSIC)
Departamento de Conservación de
Suelos y Agua y Manejo de
Residuos Orgánicos
Doctor en Ciencias Químicas
<https://orcid.org/0000-0002-8407-4845>

RESUMEN: La valorización de los residuos de industrias agroalimentarias es actualmente una línea prioritaria en economía circular. En este trabajo se presentan los primeros resultados del tratamiento combinado secuencial compostaje-vermicompostaje que se está aplicando para valorizar parte de los residuos generados en el proceso de elaboración de vino. Se analiza la composición de las materias primas de partida, y la evolución de parámetros fisicoquímicos en muestras de compost y vermicompost, recogidas secuencialmente, en tres periodos durante el proceso de compostaje y en tres periodos del proceso de vermicompostaje. Los residuos vinícolas se han mezclado en la proporción 2:1:1 (2 partes de raspajo, 1 de lodo y 1 de estiércol, en volumen). Los primeros resultados obtenidos tras el proceso conjunto y secuencial compostaje-vermicompostaje, muestran una valorización positiva de las materias de partida y una evolución favorable de los parámetros analizados. Tras 120 días en vermicompostaje, la relación carbono-nitrógeno (C/N) disminuye, pasando de 24,8 (90 días en compostaje) a 14,3. Al final del proceso también aumentan los valores de nitrógeno (N >1%). No obstante, dada la naturaleza antioxidante de algunas materias de partida, los tiempos de tratamiento son susceptibles de ajuste para regular mejor los valores de pH, CE y humedad (H), y alcanzar los estándares de madurez.

PALABRAS CLAVE: Compost. Vermicompost. Subproductos agroindustriales. Raspajo.

COMPOSTING-VERMICOMPOSTING, SEQUENTIAL USE OF WINE WASTE: FIRST RESULTS

ABSTRACT: Waste recovery from agri-food industries is currently a priority line in the circular economy. This work presents

the first results of the combined sequential composting-vermicomposting treatment that is being applied to valorize part of the waste generated in the wine making process. The composition of the starting raw materials, and the evolution of physicochemical parameters in compost and vermicompost samples, collected sequentially, in three periods during the composting process and in three periods of the vermicomposting process, are analyzed. The wine waste has been mixed in a 2:1:1 ratio (2 parts of grape bunch stem, 1 of sludge and 1 of manure, by volume). The first results obtained after the joint and sequential composting-vermicomposting process show a positive valorization of the starting materials and a favorable evolution of the analyzed parameters. After 120 days in vermicomposting, the carbon-nitrogen (C/N) ratio decreases, going from 24,8 (90 days in composting) to 14,3. At the end of the process, nitrogen values also increase (N >1%). However, given the antioxidant nature of some starting materials, treatment times can be adjusted to better regulate pH, EC and moisture (M) values, and reach maturity standards.

KEYWORDS: Compost. Vermicompost. Agroindustrial byproducts. Grape bunch stem.

1 INTRODUCCIÓN

Entre las estrategias de Europa 2020, la valorización de los residuos en las industrias agroalimentarias ha adquirido mucha relevancia dentro de la gestión ambiental sostenible y de la economía circular. Empresas innovadoras y comprometidas con el medio ambiente, están implementado estos sistemas de gestión. Tal es el caso de la Bodega Hijos de Juan Gil (Murcia, España), que está apostando por el compostaje-vermicompostaje de sus residuos, para aplicarlos como abono orgánico a sus propios viñedos. En 2017, la empresa inició la construcción de una planta para la elaboración de humus con los residuos generados durante la elaboración de vino, aneja a las instalaciones de la bodega, donde se está llevando a cabo este estudio.

El sector vitivinícola es productor de residuos y subproductos orgánicos que pueden ser una fuente de recursos de alto valor añadido. Los lodos de depuradoras de aguas residuales, el raspajo, el orujo, los sarmientos, etc., que tradicionalmente han sido gestionados por diferentes vías, pueden ser tratados conjuntamente para producir un abono de gran calidad agronómica (Parelado et al., 2009).

La Bodega Hijos de Juan Gil (Jumilla, Murcia, España), genera anualmente alrededor de 500 mil kg de raspajo. La necesidad de gestionar este residuo, junto a la apuesta de la empresa por la protección del medio ambiente y la economía circular, le ha llevado a utilizarlo como una de las materias primas para la fabricación de su propio humus. Para ello se aplicará un sistema conjunto secuencial de compostaje seguido de vermicompostaje.

Ambos procesos se han estudiado, como biotransformaciones oxidativas de la materia orgánica, mediante las cuales se descomponen, estabilizan y valorizan los

residuos orgánicos, si bien de distinta manera y obteniéndose productos finales con características diferentes (Lazcano et al., 2008). En el compostaje, se produce la mineralización de la fracción orgánica más fácilmente atacada por los microorganismos quimioheterótrofos, en fases mesófilas y termófilas (Mendoza et al., 2011), y la humificación o formación de complejos coloidales relativamente estables y resistentes a la acción microbiana, más difíciles de ser atacados, obteniéndose como resultado final un compuesto parcialmente mineralizado (Negro et al., 2000). En el vermicompostaje, se lleva a cabo una biooxidación de la materia orgánica conjunta entre microorganismos y lombrices, en fase mesófila. Las lombrices a través de su tubo digestivo producen un fertilizante orgánico de excelente calidad, (Moreno & Moral, 2011). No obstante, se ha visto que la aplicación secuencial de ambos procesos (compostaje-vermicompostaje) permite obtener un producto aún más higienizado y fértil, de mayor calidad (Mendoza et al., 2011; López & Cabrera, 2017).

Las lombrices se consideran un recurso potencial de gran interés en agricultura sostenible, pues participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, en la dinámica de la materia orgánica del entorno y en el crecimiento de las plantas, debido a su capacidad de descomponer la materia orgánica y de reciclar nutrientes (Räty & Huhta, 2004). Una de las especies más utilizadas en vermicompostaje es *Eisenia foetida*, conocida como “lombriz roja de California”, debido a su alto grado de adaptación a diferentes medios, así como a su alta tasa de reproducción.

Si bien el compostaje de residuos vinícolas ha sido suficientemente estudiado, algunos de los problemas que presentan (acidez, fitotoxicidad, presencia de polifenoles, etc.), dificultan su utilización (Bustamante et al., 2008). El objetivo de este trabajo es analizar la evolución de algunas propiedades físico-químicas más relevantes en un proceso combinado de compostaje-vermicompostaje de residuos vinícolas, con el fin de ajustar los tiempos de tratamiento mínimos necesarios para satisfacer las necesidades de la empresa de gestionar sus residuos, a la vez que se obtiene un humus de calidad a gran escala.

2 MATERIAL Y METODOS

El proceso se realiza en la planta de humus situada en las inmediaciones de la bodega, con una superficie aproximada de 3500m², y se desarrolla en dos fases: i) compostaje (3 meses), mediante sistema abierto con pilas estáticas con volteo periódico. Como materias primas para el compostaje se utilizan: raspajo (residuo obtenido en la operación de despalillado), lodo de depuradora (de las aguas residuales de la planta) y

estiércol ovino (comprado de proveedores de la localidad), en la proporción 2:1:1 (50% raspajo, 25% estiércol y 25% lodo de depuradora, en volumen) (Bertran et al., 2004). ii) vermicompostaje (4 meses), disponiendo el compost obtenido en la fase anterior sobre bancadas de cemento (pilas de 25 m de longitud y 1,5m de altura), donde se añaden las lombrices en la parte superior de la pila (*Eisenia foetida*, 1500 lombrices/m²), acompañadas de riego con agua por aspersión. El humus final será almacenado para posteriormente aplicarlo en profundidad como abono en parcelas de viñedo.

Se han caracterizado las materias primas iniciales raspajo, lodo y estiércol y se han analizado muestras de compost y vermicompost recogidas en diferentes periodos. Las muestras de compost se han tomado a los 20 días (fase termófila), a los 60 días (final de la fase termófila) y a los 90 días (fase de maduración). En este periodo se añaden las lombrices, y se vuelve a muestrear a los 120 días (30 días en vermicompostaje), a los 180 días (90 días en vermicompostaje) y a los 210 días (120 días en vermicompostaje). Cada muestra de compost y vermicompost se compone de tres submuestras recogidas a lo largo de todo el perfil de las pilas, tanto de la parte interior como de la exterior.

Los parámetros medidos han sido: humedad gravimétrica (H, %, UNE-EN 13040:2008, mediante secado a 105°C hasta peso constante); pH (UNE-EN 13037:2012); conductividad eléctrica (CE, mS/cm, UNE-EN 13038:2012); materia orgánica (MO, %, UNE-EN 13039:2012, por calcinación a 550°C); nitrógeno Kjeldahl (N, %, UNE-EN 13654-1:2002); fósforo asimilable (P, %, método Olsen); carbono orgánico (C, %, determinado a partir de la materia orgánica); relación carbono nitrógeno (C/N); elementos mayoritarios y minoritarios (espectrofotómetro de absorción atómica, ICP).

Mediante análisis de varianza (ANOVA simple), se han relacionado los parámetros físico-químicos estudiados en muestras de compost y vermicompost, con el factor periodo temporal: a 20 días, a 60 días, a 90 días, en compostaje; y a 120 días, a 180 días, a 210 días, en vermicompostaje. Se ha aplicado el método de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD) (intervalo de confianza del 95%), y con $P < 0,05$, en los casos en los que se ha obtenido un valor de F significativo.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El raspajo utilizado como elemento estructurante, presenta bajo contenido de humedad (<30%). Se deja secar hasta un 20,27% de humedad gravimétrica, de base en peso, ya que es recomendable incorporarlo seco a la pila de compostaje para asegurar la volatilización de polifenoles inhibidores de la fermentación y garantizar mejor el proceso. También presenta adecuada cantidad de MO, K y buena relación C/N (Tablas

1 y 2). Por el contrario, el lodo aporta humedad a la mezcla (>95% en peso) y N (2%), aunque su pH es ligeramente básico, y presenta elevada CE, lo que puede dificultar más el manejo. El estiércol, presenta una relación C/N entre 20-30/1, y aporta también P y K a la mezcla.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de las materias primas a compostar.

Muestra	H (%)	pH	CE (mS/cm)	MO (%)	N (%)	C (%)	C/N
raspajo	20,27	-	-	75,54	0,82	43,82	53,33
lodo	97,76	8,31	18,25	44,57	2,10	25,86	12,29
estiércol	42,06	8,77	15,70	43,28	0,85	25,11	29,63

H, humedad; pH; CE, conductividad eléctrica; MO, materia orgánica; N, nitrógeno total (Kjeldahl); C, carbono orgánico; C/N, relación carbono nitrógeno.

Tabla 2. Análisis de elementos mayoritarios (ppm en base seca $\times 10^{-4}$) en ICP.

Materias Primas	Al	Ca	Fe	Mg	P	K	Ti	Mn	Ba	Na	Si
Raspajo	0,24	6,32	0,14	0,92	0,19	27,77	0,03	0,01	0,00	0,05	10,63
Lodo	0,17	1,60	0,14	0,99	0,58	11,39	0,02	0,01	0,01	10,53	0,00
Estiércol	1,14	9,87	0,53	1,37	0,51	3,49	0,07	0,02	0,01	0,44	13,17

Al, aluminio; Ca, calcio; Fe, hierro; Mg, magnesio; P, fósforo; K, potasio; Ti, titanio; Mn, manganeso; Ba, bario; Na, sodio; Si, silicio.

Por tanto, las materias primas son valorizadas positivamente por su adecuado contenido en N, C, P y K, macronutrientes esenciales para la elaboración de un subproducto mejorador de suelos (Tablas 1 y 2), si bien otros microelementos o metales pesados que podrían ser tóxicos, como el Cd, se encuentran en concentraciones de rango inferior al permitido (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de elementos minoritarios (ppm en base seca) en ICP.

Materias Primas	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Sb	Mo	Se	V	Co	Tl	Be	Sn	Zn
Raspajo	0,00	0,39	12,82	25,01	0,00	4,49	0,00	0,00	0,00	56,89	5,65	0,00	0,06	45,68	59,26
Lodo	7,49	0,38	7,31	3,15	0,00	42,84	16,10	0,00	0,00	0,00	0,00	34,23	0,00	0,00	14,85
Estiércol	17,93	0,00	12,40	41,83	0,00	26,46	20,17	0,28	0,00	103,65	3,99	0,00	0,74	2,14	32,83

As, arsénico; Cd, cadmio; Cu, cobre; Cr, cromo; Ni, níquel; Pb, plomo; Sb, antimonio; Mo, molibdeno; Se, selenio; V, vanadio; Co, cobalto; Tl, talio; Be, berilio; Sn, estaño; Zn, cinc.

Todos los parámetros estudiados evolucionan a lo largo del proceso compostaje-vermicompostaje de forma significativa, si bien esta evolución es más clara en el caso de la MO, la relación C/N y el N (Tabla 4).

Tabla 4. Valores medios de parámetros fisicoquímicos en muestras de residuos (2:1:1; 50% raspajo, 25% lodo, 25% estiércol ovino) sometidas a proceso secuencial compostaje-vermicompostaje, y efecto significativo del periodo (20 días, 60 días, 90 días, 120 días, 180 días, 210 días).

Proceso	Compostaje			Vermicompostaje			P
	20 días	60 días	90 días	120 días	180 días	210 días	
H (%)	54,19 _a	51,30 _a	60,61 _b	52,72 _a	51,98 _a	53,80 _a	**
pH	8,97 _b	9,29 _c	8,63 _a	8,79 _{ba}	8,66 _{ab}	8,73 _a	**
CE (mS/cm)	3,40 _b	4,53 _c	0,61 _a	1,29 _a	1,49 _b	3,22 _a	***
MO (%)	61,83 _d	50,21 _c	52,11 _c	50,12 _c	41,60 _a	29,59 _b	***
N (%)	0,93 _d	1,01 _{dc}	1,22 _a	1,18 _{ab}	1,10 _a	1,20 _{bc}	***
P (%)	0,03 _b	0,04 _a	0,03 _b	0,03 _b	0,03 _b	0,04 _a	***
C (%)	35,87 _d	29,13 _c	30,23 _c	29,07 _c	24,13 _a	17,1 _b	***
C/N	38,62 _d	28,87 _c	24,80 _b	24,64 _b	22,08 _a	14,28 _b	***

Parámetros: H, humedad; pH; CE, conductividad eléctrica; MO, materia orgánica; N, nitrógeno total (Kjeldahl); P, fósforo asimilable; C, carbono orgánico; C/N, relación carbono nitrógeno. P: nivel de significación. ns, ** y ***, indican diferencias no significativas, diferencias significativas a $P \leq 0,01$ y a $P \leq 0,001$, respectivamente. Valores dentro de la misma fila sin letra común difieren estadísticamente a $P \leq 0,05$ (Diferencia mínima significativa LSD de Fisher).

A partir del periodo 120 días (tras 30 días en vermicompostaje) disminuye considerablemente la MO, como también la relación C/N, llegando a alcanzar un valor de 14,28 al final (a los 120 días en vermicompostaje), periodo en el cual también se alcanzan valores de N (>1%). No obstante, y a pesar de la tendencia estabilizadora de los parámetros, hay que destacar que en las primeras etapas del proceso se parte de un compost poco maduro, con alto contenido en MO (>60%), elevado pH (>8,5) y alta relación C/N (>38), así como también contenido de humedad elevado (>50%).

El producto obtenido al final del proceso secuencial compostaje-vermicompostaje, presenta una mejoría en las propiedades fisicoquímicas estudiadas. No obstante, estos valores son susceptibles de mejora, sobre todo la H, el pH y la CE. Aunque los valores registrados de estos parámetros podrían indicar falta de madurez, hay que tener en cuenta la naturaleza de las materias primas. El contenido en polifenoles del raspajo puede dificultar la actividad descomponedora de los microorganismos en la fase termófila, ralentizando el proceso, y alterando algunos parámetros (Bustamante et al., 2008). Por ello, sería necesario prolongar un poco más los periodos de tratamiento para que el producto obtenido cumpla estrictamente con los requisitos mínimos de estiércol orgánico según el Real Decreto 506/2013 de 28 de junio de fertilizantes y sus últimas actualizaciones (6/12/2017), y completar la analítica con la determinación de patógenos, del poder germinativo y de metales pesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertran, E., Sort, X., Soliva, M., & Trillas, I. (2004). Composting winery waste: sludges and grape stalks. *Bioresource Technology*, 95 (2), 203-208. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.07.012>

Bustamante, M.A., Moral, R., Paredes, C., Pérez-Espinoza, A., Moreno-Caselles, J., & Pérez-Murcia, M.D. (2008). Agrochemical characterisation of the soil by-products and residues from the winery and distillery industry. *Waste Management*, 28(2), 372-380. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.01.013>

Lazcano, C., Gómez Brandón, M., & Domínguez, J., (2008). Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*, 72,1013-1019. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.04.016>

López, R., & Cabrera, F. (2017). *Reciclando los residuos para mejorar los suelos y el medioambiente*. V Jornadas de la Red Española de Compostaje. Edita Red Española de Compostaje. <http://hdl.handle.net/10261/152432>

Mendoza-Hernández, D., García-de la-Fuente, R., Belda, R.M., Fornes, F. y Abad, M. (2011). Compostaje y vermicompostaje de residuos hortícolas: evolución de parámetros físicos y químicos durante el proceso y consecuencias ambientales. *Actas de Horticultura*, 59, 22-27.

Moreno, J., y Moral, R. (2011). *Compostaje*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788484763468/compostaje>

Negro, M.J., Villa, F., Aibar, J., Alarcón, R., Ciria, P., Cristóbal, M.V., De Benito, A., García Martín, A., García Muriedas, G., Labrador, C., Lacasta, C., Lezaún, J.A., Meco, R., Pardo, G., Solano, M.L., Torner, C., Zaragoza, C. (2000). *Producción y Gestión del compost*. CIEMAT. Madrid. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>

Paraledo, R., Moldes, A.B., González, D., y Barral, M.T. 2009. Evaluación de compost y vermicompost de orujo agotado de uva como componentes de sustratos. *Actas de Horticultura*, 54, 675-680. <http://www.sech.info/ACTAS/>

Räty, M. & Huhta, V. (2004). Earthworm communities in birch stands with different origin in Central Finland. *Pedobiología*, 48, 283- 291. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2004.02.002>

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 PENZA 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

Acolchados 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 157, 158, 159

Adaptability 162, 163, 167

Ajedrez 88

América 8, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 65, 68, 69

Animal production 162

Animal protein 162

Antocianinas 38, 39, 40, 43

Aprehender 88, 89

Aprovechamiento 2, 26, 27, 33, 34, 92, 102, 153

B

Bacterias 7, 53, 54, 55, 59, 63, 66, 73, 79, 81, 83, 102, 174, 178, 181

Bebidas não lácteas 116

Bioaccessibilidade 116, 119, 120, 125, 127, 128, 129, 133, 134

Bioactividade 116, 124, 132

C

Calibre 11, 14, 159

Caña de azúcar 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87

CIELab system 17, 18, 19, 20, 24

Cinza de biomassa de cana-de-açúcar 172, 173, 181

Citrus aurantifolia 11, 16, 142, 143, 144, 160

Colour 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 160

Compost 93, 94, 96, 98, 99, 106, 111, 113

Conservación del suelo 2

D

Diaforina 143

Digestibilidade 114, 115, 116, 117, 119, 127, 129, 130, 135, 136

Digestión anaeróbica 100, 101, 103, 112

E

Energía 28, 100, 101, 126

Enfermedades 12, 13, 15, 33, 35, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 61, 81, 82, 83, 84, 85, 100, 101, 142, 155, 159

Excretas de perro 101

Exportación 3, 26, 27, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37

F

Frutos 10, 11, 13, 14, 15, 29, 31, 32, 144, 156, 173

G

Glifosato oxidoreductasa 45

Glomus clarum 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180

Guanábana 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37

H

Heartwood 17, 18, 20, 22, 24

Herbicida 44, 45, 158

Hongos 3, 7, 53, 54, 55, 58, 62, 65, 69, 78, 79, 83

Huanglongbing 10, 11, 16, 142, 143, 144, 159, 160

I

Integrar 88, 89, 90

L

Leguminosas 2, 3, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136

M

Maíz azul 38, 39, 40, 42

Mecanismo de resistencia 44, 45

Micorriza arbuscular 172

Morphometry 162, 168, 170

P

Plantas 3, 4, 7, 8, 11, 14, 35, 44, 45, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 71, 72, 73, 76, 79, 81, 82, 83, 95,

115, 133, 146, 150, 157, 159, 172, 173, 174, 175, 178, 179, 180, 181, 182

Polímero natural 2

Polímero sintético 2

Problemas 3, 7, 10, 44, 78, 88, 89, 95, 100, 101, 110, 111, 113, 117, 144, 155

Producción 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 89, 91, 92, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 142, 143, 144, 145, 146, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 159, 160, 170

Q

Quitina 2, 3, 8

R

Raspajo 93, 94, 95, 96, 98

Resíduos 93, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 113, 116, 134, 172

S

Sapwood 17, 19, 20, 22, 23, 24

Solubilização de fosfato 172

Soluciones 88, 101

Subproductos agroindustriales 93

T

Tamaño de semilla 39

V

Valor comercial 11, 14, 30

Vermicompost 93, 94, 96, 99

Virus 53, 54, 55, 61, 62, 64, 65, 68, 69, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 157, 160

Z

Zea mays 39, 43, 182