

VOL VIII

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2022

VOL VIII

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2022



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	Elisângela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Shutterstock
Bibliotecária	Janaina Ramos – CRB-8/9166

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
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
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
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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 Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará
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
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. 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 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.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. 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 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 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 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. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A277 Agrárias: pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo - Vol. VIII / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba-PR: Artemis, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87396-68-2

DOI 10.37572/EdArt_260822682

1. Ciências agrárias. 2. Pesquisa. 3. Agronegócio. 4. Agroecologia. I. Spers, Eduardo Eugênio (Organizador). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166



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 VIII traz 25 artigos de estudiosos de diversos países, divididos em quatro eixos temáticos: *Cultura e Sociedade no Contexto Rural; Produção Sustentável; Produção Vegetal e Solos e Aquacultura, Produção Animal e Veterinária.*

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

CULTURA E SOCIEDADE NO CONTEXTO RURAL

CAPÍTULO 1..... 1

DESAFIOS DE UMA PAISAGEM CULTURAL MEDITERRÂNICA: O MONTADO, O TIRADOR DE CORTIÇA E A TRANSMISSÃO DO SABER-FAZER TRADICIONAL

Sónia Bombico

Carlos Manuel Faísca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226821

CAPÍTULO 2.....28

DISEÑO DE UN SISTEMA DE BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS COMO ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACION EN LA ASOCIACION APRIMUJER UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURI

Leidy Andrea Carreño Castaño

Mónica María Pacheco Valderrama

Héctor Julio Paz Díaz

Miguel Arturo Lozada Valero

Rafael Calderón Silva

Jhoan Arley Ochoa Martínez

Angélica María Montoya Hernández

Irina Alean Carreño

Shirley Mancera

Daniel Augusto Buitrago Ibañez

Ana Milena Salazar

Sandra Milena Montesino Rincón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226822

CAPÍTULO 3..... 38

ESPECIES FORESTALES DE IMPORTANCIA CULTURAL DE BADIRAGUATO SINALOA

Yulisa Rodríguez López

Heréndira Flores Almeida

Gilberto Sandoval Varela

Bladimir Salomón Montijo

Aidé Avendaño Gómez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226823

CAPÍTULO 4..... 50

CONTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS SEMILLAS DE *Carica papaya* Linn Y SU ACEITE EN LA SALUD

Amelia Andrea Espitia Arrieta
Jennifer Judith Lafont Mendoza
Ana Karina Paternina Zapa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226824

CAPÍTULO 5.....62

PROTOTIPOS DE INNOVACIÓN SOCIAL EN PESCA ARTESANAL, REGIÓN DE LOS RÍOS – CHILE

Griselda Ilabel Pérez
Meyling Tang Ortiz
Claudio Barrientos Aguila

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226825

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

CAPÍTULO 6.....70

CONCEPTO DE BIORREFINERÍA: DESARROLLO SOSTENIBLE Y PROPUESTA DE PROCESO LIMPIO EN LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES DE PISTACHO (*Pistacia vera* var. *Kerman*)

Daniela Zalazar-García
Rosa Rodriguez
María Paula Fabani
Germán Mazza
Marcelo Echegaray
Romina Zabaleta
Eliana Sanchez
Erick Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226826

CAPÍTULO 7..... 83

REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD DE VINAZA POR AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN FINAL DE ETANOL POR FERMENTACIÓN DE *Saccharomyces cerevisiae*

María Laura Muruaga
María Gabriela Muruaga
Cristian Andrés Sleiman
Nora Inés Perotti

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226827

CAPÍTULO 8.....97

EVALUACIÓN DE LA *CHLORELLA SP* Y LA *DUNALIELLA TERTIOLECTA* COMO FUENTE POTENCIAL DE ÁCIDOS GRASOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

Dally Esperanza Gáfaró Álvarez
Mónica María Pacheco Valderrama
Daniel Augusto Buitrago Ibañez
Yuleisi Tatiana Caballero Hernandez
Leidy Andrea Carreño Castaño
Ana Milena Salazar Beleño
Miguel Arturo Lozada Valero
Leidy Carolina Ortiz Araque
Olga Cecilia Alarcón Vesga
Sandra Milena Montesino Rincón
Cristian Giovanni Palencia Blanco
Nora Milena Ortiz Garcia

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226828

CAPÍTULO 9..... 110

A TEMPORARY IMMERSION SYSTEM (TIS) BIOREACTOR USED FOR THE IN VITRO PROPAGATION OF *PRUNUS* AND *PYRUS* ROOTSTOCKS

Carlos Rolando Mendoza
Ramon Dolcet-Sanjuan

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2608226829

CAPÍTULO 10.....125

CARACTERIZAÇÃO DE CORANTES PARA ELABORAÇÃO DE CEREJAS CANDEADA: ERITROSINA VERSUS VERMELHO GARDENIA

Juan Ignacio González Pacheco
Mariela Beatriz Maldonado
Ariel Fernando Márquez Agüero
Emanuel Félix Condori Laura
Paula Anabella Giorlando Videla

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268210

PRODUÇÃO VEGETAL E SOLOS

CAPÍTULO 11..... 141

THE QUALITY OF APPLE FRUIT PRODUCTS WHEN USING THE GROWTH BIOREGULATOR ALBIT IN THE SYSTEM OF PROTECTION

Svetlana Levchenko
Elena Stranishevskaya

Elena Matveikina
Vladimir Boiko
Nadezhda Shadura
Vitalii Volodin
D. Belash
Ya. Volkov
Marina Volkova

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268211

CAPÍTULO 12 151

THE EFFECT OF VEGETATIVE TREATMENT OF GRAPES WITH A PREPARATION
BASED ON AMINO ACIDS ON THE PHENOLIC COMPLEX OF BERRIES

Svetlana Levchenko
Elena Ostroukhova
Sofia Cherviak
Vladimir Boyko
Dmitriy Belash
Irina Peskova
Nataliya Lutkova
Mariya Viugina
Olga Zaitseva
Aleksandr Romanov

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268212

CAPÍTULO 13 162

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ACEITES SEMILLAS CON APROVECHAMIENTO
POTENCIAL ZONAS TROPICALES

Amelia Andrea Espitia Arrieta
Jennifer Judith Lafont Mendoza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268213

CAPÍTULO 14 175

PLAGAS DESENCADENANTES DE EPIFITIAS DEL CULTIVO DE PLATANO &
ESTRATEGIAS DE CONTROL

Francisco Angel Simón Ricardo
Renso Oswaldo Lozano Gámez
Cristhian Andrés Méndez Cedeño
Luis Pérez Vicente

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268214

CAPÍTULO 15 191

EFFECTOS ABIÓTICOS DE LA SALINIDAD EN CULTIVOS DE ARÁNDANO BAJO RIEGO POR GOTEJO, EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Alejandro Pannunzio

Pamela Texeira

Luciana Tozzini

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268215

CAPÍTULO 16 200

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL GRANO CON LOS TRES HÍBRIDOS ASOCIADOS CON TRES NIVELES DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO DE MAÍZ ENTRE LA ASPERSIÓN Y GOTEJO POR FERTIRIEGO DURANTE LA ESTACIÓN SECA EN UN SUELO VERTISOL

Kentaro Tomita

Jaime Proaño

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268216

CAPÍTULO 17 209

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING PARA CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO DOS SOLOS PARA O REGADIO

Pedro Torres

António Canatário Duarte

João Gerales

Sílvia Marques

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268217

AQUACULTURA, PRODUÇÃO ANIMAL E VETERINÁRIA

CAPÍTULO 18 225

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS Y POBLACIONALES DE *Eichornia crassipes* Y *Pistia stratiotes* SOBRE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN UNA MADRE VIEJA DEL VALLE DEL CAUCA

Daniel Feriz Garcia

Jency Nathaly Palacio Bayer

Laura Melissa Muños Burbano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268218

CAPÍTULO 19239

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE ACHIGÃS PRODUZIDOS EM AQUACULTURA

António Moitinho Rodrigues

António Vasco de Mello

Miguel de Mello

Filipa Inês Pitacas

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268219

CAPÍTULO 20250

EFICÁCIA DO TRATAMENTO COMBINADO DE AMITRAZ E FLUMETRINA NO CONTROLO DA VARROOSE

Maria Alice Carvalho Hipólito

Catarina Manuela Almeida Coelho

Sância Maria Afonso Pires

Jorge Belarmino Ferreira de Oliveira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268220

CAPÍTULO 21263

CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO DE PASTURAS EN CHIPAUQUIL (DPTO. VALCHETA). ARGENTINA

Juan José Gallego

Ciro Adrián Saber

Germán Cariac

Pablo Giovinne

Julio Argentino Llampá

Horacio Alberto Pallao

Diego Milipil

Hernán Zelmer

Roberto Angel Molina

Ines Mora Jara

María Victoria Cortés

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268221

CAPÍTULO 22270

POTENCIALES MECANISMOS POR LOS CUALES SE MANIFIESTAN LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS EMERGENTES DEL CERDO

Carlos J. Perfumo

Mariana Machuca

Alejandra Quiroga

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268222

CAPÍTULO 23285

CONFORTO TÉRMICO PARA FRANGOS DE CORTE EM CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA NO RS

Zanandra Boff de Oliveira
Emanuel Luis Christmann
Eduardo Leonel Bottega
Tiago Rodrigo Francetto

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268223

CAPÍTULO 24298

GANADERÍA EQUINA EXTENSIVA, FIESTAS Y PRODUCTOS TRADICIONALES: COOPERATIVA MONTE CABALAR Y RAPA DAS BESTAS DE SABUCEDO (A ESTRADA, PONTEVEDRA)

Francisco Xavier Barreiro
Adolfo Cano Guervós

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268224

CAPÍTULO 25316

VINCRISTINA SUBCUTÁNEA COMO VIA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE TUMOR VENÉREO TRANSMISIBLE EN PERROS

Gloria Beatriz Cabrera Suarez
David Octavio Rugel González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268225

SOBRE O ORGANIZADOR.....326

ÍNDICE REMISSIVO 327

CAPÍTULO 6

CONCEPTO DE BIORREFINERÍA: DESARROLLO SOSTENIBLE Y PROPUESTA DE PROCESO LIMPIO EN LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES DE PISTACHO (*Pistacia vera* var. *Kerman*)

Data de submissão: 10/05/2022

Data de aceite: 08/06/2022

Daniela Zalazar-García

Doctora en Ingeniería Química
Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería (UNSJ)
Grupo Vinculado al PROBIEN
(CONICET-UNCo)
San Juan, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-4410-1191>

Rosa Rodriguez

Doctora en Ingeniería
Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería (UNSJ)
Grupo Vinculado al PROBIEN
(CONICET-UNCo)
San Juan, Argentina
<https://orcid.org/0000-0003-1252-4752>

María Paula Fabani

Doctora en Ciencias Químicas
Instituto de Biotecnología
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de San Juan
San Juan, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-4647-379X>

Germán Mazza

Doctor en Ingeniería Química
Instituto de Investigación y
Desarrollo en Ingeniería de Procesos
Biotecnología y Energías Alternativas
PROBIEN (CONICET-Universidad
Nacional del Comahue)
Neuquén, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-1362-8521>

Marcelo Echegaray

Doctor en Ingeniería Química
Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería (UNSJ)
Grupo Vinculado al PROBIEN
(CONICET-UNCo)
San Juan, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-1407-7469>

Romina Zabaleta

Ingeniera Agrónoma
Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería (UNSJ)
Grupo Vinculado al PROBIEN
(CONICET-UNCo)
San Juan, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-0017-8154>

Eliana Sanchez

Ingeniera Agrónoma
Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería (UNSJ)
Grupo Vinculado al PROBIEN
(CONICET-UNCo)
San Juan, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-3708-4901>

Erick Torres

Ingeniero Industrial
Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería (UNSJ)
Grupo Vinculado al PROBIEN
(CONICET-UNCo)
San Juan, Argentina
<https://orcid.org/0000-0003-1972-9216>

Todos los CV se encuentran en el siguiente link:
<https://drive.google.com/drive/folders/1p9TBiZAdp9XBfinPH4mTNs8pWjYTSqSY>

RESUMEN: El procesamiento industrial del pistacho genera biorresiduos que pueden ser reutilizados como precursores de componentes bioactivos de interés como los compuestos fenólicos (CF). Por ello, el objetivo de este trabajo es optimizar las condiciones de extracción por agitación (EAM) y de extracción asistida por ultrasonidos (EAU) de CF utilizando la metodología de superficie de respuesta (MSR). Se utilizó un diseño central compuesto (DCC) para analizar los efectos de las variables independientes: relación etanol: agua (E-A) y tiempo de extracción. Además, se evaluaron diferentes alternativas del proceso de extracción mediante un análisis exergético. Se calcularon los consumos de energía y agua, las emisiones de CO₂ y el rendimiento exergético. Las condiciones óptimas para la extracción de CF mediante el método EAU fueron la E-A de 0,5 y un tiempo de extracción de 0,7 y 0,94 h. Para EAM, las condiciones óptimas fueron una la E-A de 0,6 y un tiempo de extracción de 2 y 2,7 h. Un periodo de extracción más largo, para ambas extracciones, produce reacciones de degradación y, por tanto, una pérdida de actividad de captura de radicales. EAM tuvo valores óptimos de E-A comparables a los correspondientes a EAU. Sin embargo, EAM requiere más tiempo para producir ruptura en la célula, disolución y difusión de los compuestos bioactivos en los extractos. De los resultados de la simulación, se encontró, que el uso de reciclaje es conveniente ya que, la exergía de las corrientes no se desperdicia al verterlas al medioambiente. El consumo de energía para la alternativa recomendada, y que usa una relación de E-A 1/1 que incluye el reciclaje de solventes, (E-W 1/1 Rec) fue de 567 MJ/h y su emisión de CO₂ fue de 105 kg/h. La destrucción de exergía indica que las etapas de evaporación y destilación pueden optimizarse hacia una operación más sostenible.

PALABRAS CLAVE: Extracción de compuestos fenólicos. Simulación numérica. Optimización de extracción. Residuos industriales de pistacho. Análisis exergético.

BIOREFINERY CONCEPT: SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND PROPOSAL OF CLEAN PROCESS OF THE EXTRACTION OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM PISTACHIO (*Pistacia vera* var. *Kerman*) INDUSTRIAL WASTES

ABSTRACT: Industrial pistachio processing generates biowaste that can be reused as precursors of bioactive compounds of interest such as phenolic compounds (PC). Therefore, the aim of this work is to optimize the conditions of stirred extraction (SSE) and ultrasound-assisted extraction (UAE) of PCs using the response surface methodology (RSM). A central composite design (CCD) was used to analyze the effects of the independent variables: ethanol: water (E-A) ratio and extraction time. In addition, different alternatives of the extraction process were evaluated by means of an exergy analysis. Energy and water consumption, CO₂ emissions and exergetic efficiency were calculated. The optimum conditions for CF extraction by the EAU method were E-A of 0.5 and an extraction time of 0.7 and 0.94 h. For EAM, the optimum conditions were an E-A of 0.6 and an extraction time of 2 and 2.7 h. A longer extraction period, for both extractions, results in degradation reactions and thus a loss of radical scavenging activity. EAM had optimal E-A values comparable to those corresponding to EAU. However, EAM requires more time to produce cell rupture, dissolution and diffusion of the bioactive compounds in the extracts. From the simulation results, it was found that the use of recirculation is convenient since the exergy of the streams is not wasted by discharging them into the

environment. The energy consumption for the recommended alternative, which uses an E-A 1/1 ratio including solvent recycling (E-W 1/1 Rec), was 567 MJ/h and its CO₂ emission was 105 kg/h. The exergy destruction indicates that the evaporation and distillation stages can be optimized towards a more sustainable operation.

KEYWORDS: Extraction of phenolic compounds. Numerical simulation. Extraction optimization. Industrial pistachio biowaste. Exergy analysis.

1 INTRODUCCIÓN

En la industria del pistacho, cuando los frutos se procesan desde la cosecha hasta el envasado, se generan grandes cantidades de biorresiduos. Éstos se componen de exocarpio, fracciones de ramas, tallos y hojas que se eliminan industrialmente con agua, mediante el uso de aspersores. Generalmente, el manejo de estos biorresiduos no se realiza de forma adecuada, generando numerosos problemas ambientales, tales como la contaminación del agua y del suelo.

Por otra parte, el concepto de biorrefinería de “transformar los biorresiduos en materia prima”, ha surgido para alcanzar el desarrollo sostenible. Este tema se ha vuelto más relevante, debido a que los biorresiduos de la agroindustria, son ricos en diferentes compuestos de alto valor añadido como los compuestos fenólicos (CF) (Özbek et al., 2018). Estos compuestos han atraído una atención cada vez mayor en los últimos años, debido a sus diversos beneficios potenciales para la salud y actividades farmacológicas, destacadas por múltiples estudios *in vitro*, *in vivo* y clínico/epidemiológicos (Rasines-Perea y Teissedre, 2017). Los CF se pueden extraer de los biorresiduos utilizando métodos de extracción adecuados, como los no convencionales que reducen los tiempos de proceso (Corrales et al., 2008; Galvan d’Alessandro et al., 2012; Santos-Buelga, 2006). El buen desempeño de estos procesos y la calidad de los compuestos obtenidos, dependen de las condiciones de operación, incluyendo el tipo de solvente, duración y temperatura del proceso (Haas et al., 2018). Conocer las condiciones óptimas de los procesos de extracción, puede ayudar a mejorar la calidad del producto y reducir los consumos de energía y solventes.

Por otra parte, el análisis de exergía permite calcular la eficiencia de un proceso. Aunque la pérdida de exergía no puede evitarse por completo en los procesos reales, se puede minimizar. Diversos autores han empleado el concepto de exergía para detectar ineficiencias energéticas, materiales y ambientales en procesos (Echegaray et al., 2019; Zalazar-Garcia et al., 2022).

Si bien hay diversos trabajos realizados en la optimización de la extracción de CF en pistachos, no hay estudios que focalicen su análisis en los biorresiduos industriales.

Esto es un punto importante a considerar, ya que la matriz de sólidos a extraer es diversa y su contenido acuoso difiere de los estudios previos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo fue encontrar las condiciones óptimas de operación (agitación mecánica o agitación asistida con ultrasonido), medición de tiempo, y proporción de solventes en la extracción de CF de los residuos de pistacho a escala de laboratorio, a partir de la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR). Posteriormente, se analizaron diferentes alternativas industriales para el proceso de extracción de CF a partir de biorresiduos, mediante simulación de procesos. Se consideraron diferentes proporciones de solventes etanol-agua (E-A), una etapa de secado de biorresiduos y reciclaje de solventes. Además, se calculó el consumo de agua, las emisiones de CO₂ y el rendimiento exergético.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de biorresiduos procedentes del procesado del pistacho, fueron proporcionadas por Palos Blancos S.R.L., una empresa ubicada en San Juan, Argentina. Estas muestras se secaron a temperatura ambiente y luego se molieron en un molinillo de café durante 5 minutos. Se tomaron muestras de 2 g. Cada una se mezcló con 18 mL de una solución acuosa de etanol con relaciones volumétricas de E-A de 1/0; 1/10; 7/3; 1/1; 9/10 y 0/1, de acuerdo con Özbek et al. (2018). Un primer grupo de alícuotas fue sometido a sonicación (EAU) con una frecuencia de 40 kHz, durante tiempos de 0,25; 0,35; 0,5; 0,75; 1,12; y 1,25 h a 25 °C. Inicialmente, se probaron los tiempos de extracción asistida con agitación durante 15, 20 y 25 min a temperatura ambiente, según Caldas et al. (2018). Luego, un segundo grupo de las alícuotas fue agitado por tiempos de 2; 2,4; 4; 5,6 y 6 h con agitador magnético. En ambos casos, el sobrenadante se centrifugó durante 30 minutos.

2.1 DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS (CF) TOTALES, DE FLAVONOIDES TOTALES (FT) Y ACTIVIDAD DE CAPTURA DE RADICALES LIBRES

El contenido de CF de varios extractos se determinó mediante el método descrito por Heldrich. (1990) y Fabani et al. (2013). Los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de ácido gálico por 1 g de biorresiduo de pistacho sobre peso seco (ps), (mg EAG/g ps). El contenido de FT de varios extractos, se determinó siguiendo el procedimiento descrito por Chang et al. (2002) y Fabani et al. (2013). Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de quercetina por 1 g de biorresiduo de pistacho sobre peso seco (ps), (mg EQ/g ps). La actividad de captura de radicales libres

de los extractos, se evaluó mediante la técnica de DPPH reportada por Fabani et al. (2013) y de ABTS reportada por Zalazar et al. (2020a). Los resultados se expresaron como microgramos de extracto, que producen una decoloración del 50 % de solución de radicales de DPPH (EC50 $\mu\text{g/mL}$) y de ABTS (EC50 $\mu\text{g/mL}$).

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los valores combinados de las variables estudiadas, que establecieron las condiciones óptimas del proceso, se hallaron mediante el uso de MSR. Dos factores (relación E-A, x_1) y (tiempo, x_2); y tres niveles (1, 0, - 1) de 12 corridas experimentales que incluyen 4 puntos axiales (dos puntos en el eje de cada variable a 0,8 de distancia del centro de cada variable de diseño), 4 puntos centrales y 4 puntos factoriales. El punto central de las variables y el rango establecido para las dos variables independientes, se analizaron mediante ensayos preliminares de dos factores. Las variables dependientes (respuestas) fueron CF (mg EAG/g ps), FT (mg EQ/g ps), DPPH (EC50 $\mu\text{g/mL}$) y ABTS (EC50 $\mu\text{g/mL}$) respectivamente: y_1 , y_2 , y_3 y y_4 . Las variables dependientes se analizaron con una regresión lineal múltiple y luego se ajustaron a una expresión polinómica de segundo orden. La demostración de la homocedasticidad se llevó a cabo con la prueba de Levene y las diferencias significativas entre cuadruplicados de los experimentos se realizaron con ANOVA. El software utilizado para la realización de los cálculos fue MATLABr2015a.

2.3 ALTERNATIVAS DE PROCESO Y SIMULACIONES

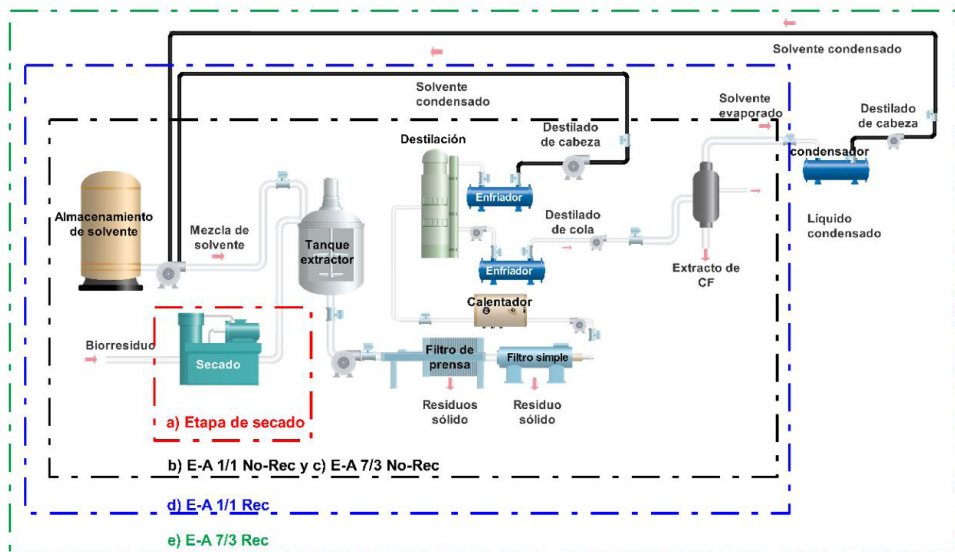
Todos los modelos unitarios y termodinámicos, para construir los diferentes escenarios del proceso, se desarrollaron e integraron en el gPROMS, el cual es un entorno que permite construir modelos (Process System Enterprise, 2014), de acuerdo a lo informado por Cotabarren et al. (2013). Los valores de la relación E-A considerados en el análisis fueron 1/1 y 7/3. Además, se evaluó la posible inclusión de una etapa de secado y una corriente de reciclaje (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Diferentes alternativas de procesos analizadas (*).

Caso	Etapas de secado	Reciclado de vapor	Relación etanol/agua (E-A)	Identificación del proceso
a	•	-	1/1	E-A1/1 No-Rec sec
b	-	-	1/1	E-A1/1 No-Rec
c	-	-	7/3	E-A7/3 No-Rec
d	-	•	1/1	E-A1/1 Rec
e	-	•	7/3	E-A7/3 Rec

(*) El símbolo • indica que la alternativa incluye la etapa (etapa de secado o flujo de reciclaje).

Figura 1. Escenarios de proceso para la extracción de CF a partir de biorresiduos de pistacho. Los casos a-e corresponden a las alternativas de proceso estudiadas según la descripción dada en la Tabla 1.



2.4 BALANCES DE MASA, ENERGÍA Y EXERGÍA

Los balances de masa y energía, las propiedades fisicoquímicas y termodinámicas y los módulos de equipos de procesos unitarios, se programaron ad-hoc, utilizando la ecuación de estado de Peng Robinson Stryjec-Vera - PRSV (Stryjec y Vera, 1986). Los balances de masa y energía se encuentran en el módulo del software y fueron resueltos a través de la simulación. En el proceso estudiado, para realizar el balance de energía, se contabiliza el contenido calórico que contienen los componentes de las corrientes que ingresan y salen de las diferentes etapas; y la energía calorífica removida o entregada. Los balances de exergía para cada corriente y operación del proceso se calcularon a partir de acuerdo a Morris y Szargut. (1986) y Szargut. (2005). Estos balances, (Tabla 2) se resolvieron de acuerdo a lo descrito por Zalazar-García et al. (2020b). Se eligió una base de biorresiduos de 300 kg/h con humedad del 80%. Se eligió conservar la misma relación de sólido/solución utilizada en la experimentación de optimización, es decir, 1/10.

Para evaluar el impacto ambiental, se utilizaron dos indicadores basados en el análisis exergético además del cálculo de la emisión de CO_2 . Los índices usados fueron el Índice de Sostenibilidad (IS) y el Potencial de Mejora (PI) (Rodríguez et al., 2018a; Rodríguez et al., 2018b).

Tabla 2. Ecuaciones usadas en balances de masa, energía, exergía e índices utilizados para evaluar el comportamiento ambiental.

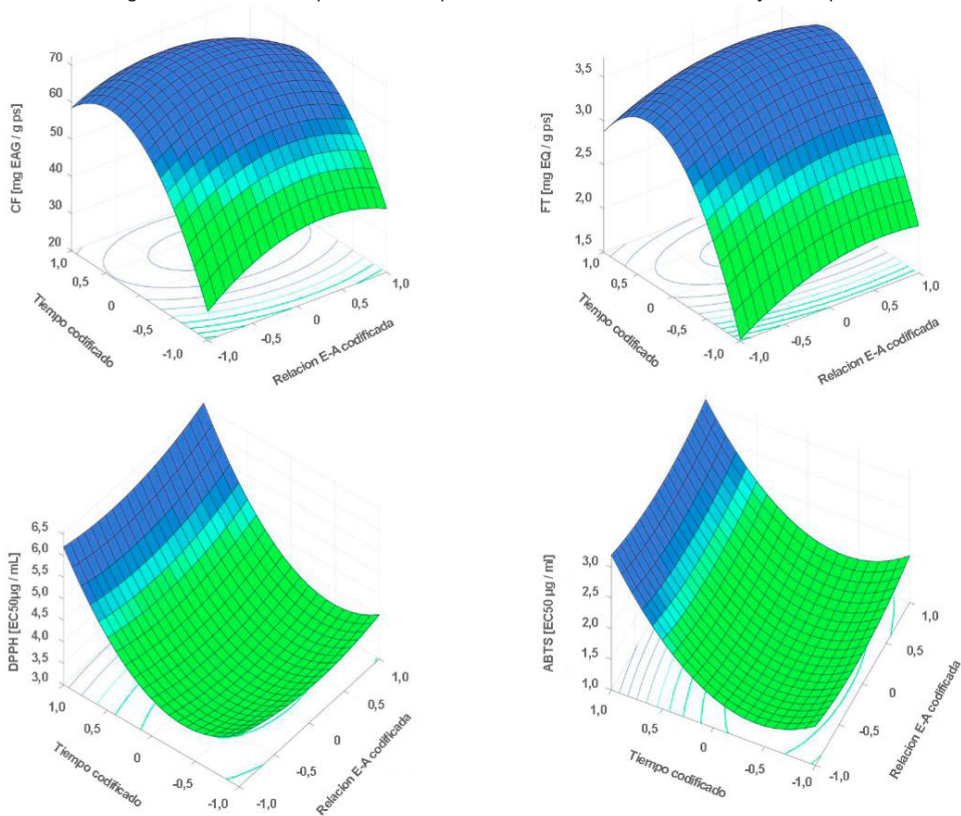
Descripción	Expresión matemática
Balance de masa	$F_e - F_s = 0$
Balance de energía	$\sum_{e=1}^n n_e C_{p_e} T_e - \sum_{s=1}^n n_s C_{p_s} T_s + Q_{etapa} = 0$
Balance de exergía	$\epsilon_{x_{Entrada}} = \epsilon_{x_{Salida}} + \epsilon_{x_{Perdida}}$
Índices	$\epsilon_x = \epsilon_{x_{Física}} + \epsilon_{x_{Química}}$
	$IS = \frac{1}{1 - \frac{n_{ex}}{100}}$
	$PM = \left[1 - \frac{\epsilon_{Perdida}}{\epsilon_{Entrada}} \right] \epsilon_{Perdida}$

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 COEFICIENTES DE REGRESIÓN Y ANÁLISIS DE LAS SUPERFICIES DE RESPUESTA

Las variables codificadas permitieron una evaluación directa de la variación de los efectos lineales, cuadráticos y de interacción de las variables independientes. En los casos estudiados, las expresiones matemáticas obtenidas presentaron los coeficientes de los términos lineales, que son importantes, ya que un aumento de la relación volumétrica de E-A y del tiempo, mejora el rendimiento de la extracción en los procesos de ultrasonidos y agitación. Cuanto mayor sea la concentración de CF y FT obtenida, más se acercará al óptimo. Las funciones $y_{DPPH}(x_1, x_2)$ y $y_{ABTS}(x_1, x_2)$ que representan la actividad de captura de radicales, son geométricas y matemáticamente opuestas a las funciones $y_{CF}(x_1, x_2)$ y $y_{FT}(x_1, x_2)$, en relación a su concavidad. Cuanto más baja sea la concentración de los extractos que alcancen el 50 % de la decoloración de la solución radical, más activos serán los compuestos extraídos y, por tanto, se acercarán al valor óptimo, que representa un mínimo. Esto muestra que las respuestas alcanzan su punto, máximo para el CF y el FT, o mínimo para el DPPH y el ABTS, a una determinada proporción volumétrica de disolventes y a un determinado tiempo. También se encontró que, disminuyen con el aumento de tiempo y la proporción volumétrica de etanol. La figura 2 muestra un ejemplo de la interacción de las variables del proceso de extracción.

Figura 2. Gráficos de superficie de respuesta en función de la relación E-A y el tiempo.



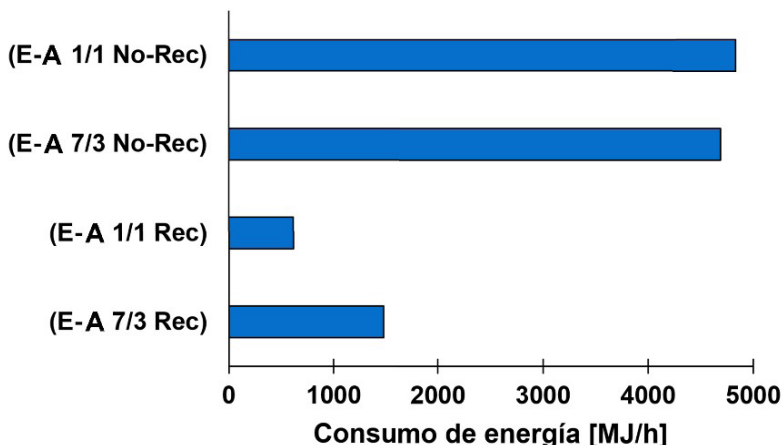
Las condiciones óptimas para la extracción asistida por ultrasonido (EAU) fueron para el CF, 73 mg EAG/g utilizando etanol 45,5 % vol/vol y 0,75 h; para el FT, 3,40 mg EQ/g utilizando etanol 45,5 % v/v y 0,75 h; para el valor EC50 de los radicales DPPH, fue de 3,3 µg/mL utilizando etanol 45,5 % y 0,75 h, y para el valor EC50 de los radicales ABTS fue de 3,6 µg/mL utilizando etanol 45,5 % y 0,75 h. Las condiciones óptimas para la extracción asistida con agitación mecánica (EAM) de CF fue de 75 mg de EAG/g utilizando etanol 45,5 % v/v y 4,5 h; para FT fue de 3,40 mg de EQ/g utilizando etanol 45,5 % v/v y 4,5 h; para el valor EC50 de captura de radicales DPPH fue de 3,6 µg/mL utilizando etanol 45,5 % y 4,5 h y para el valor EC50 de captura de radicales ABTS fue de 1,2 utilizando etanol 45,5 % y 4,5 h.

3.2 CONSUMO DE ENERGÍA

La figura 3 muestra la energía suministrada a cada alternativa de proceso. La alternativa E-A 1/1 No-Rec requiere más energía porque la cantidad de masa de agua

por unidad de tiempo a evaporar es mayor. En términos energéticos, su calor latente de vaporización es más grande que el correspondiente al de la solución E-A 7/3. Esto es debido a la mayor contribución por la mayor proporción de agua, cuya entalpía de vaporización es de aproximadamente 2,7 veces mayor que la correspondiente a la del etanol. En el caso de las alternativas con reciclo, al no eliminar el solvente al ambiente, se puede aprovechar su calor a través de intercambiadores, y, por lo tanto, el consumo energético disminuye.

Figura 3. Consumo de energía de las alternativas de proceso evaluadas.



3.3 CONSUMO DE AGUA

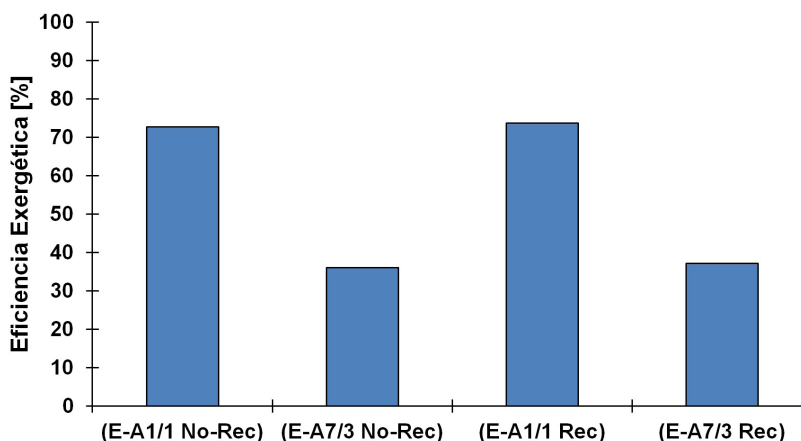
El consumo de agua se puede obtener a partir de los balances de masa y energía, incluida la cantidad de agua utilizada en los equipos auxiliares de transferencia de calor (sistema auxiliar de agua de calefacción/refrigeración). El mayor consumo de agua se observó para la alternativa E-A 1/1 No-Rec. Como se mencionó en la sección anterior, esta alternativa de proceso que no posee reciclo (no es posible aprovechar el contenido energético de las corrientes) y tiene mayor cantidad de agua, requiere mayor energía calórica para concentrar el producto. Como era de esperar, necesitaron un mayor requerimiento de agua de servicio auxiliar.

3.4 EFICIENCIA EXERGÉTICA

La figura 4 muestra los rendimientos exergéticos de las diferentes alternativas de proceso consideradas. En términos de rendimiento exergético global, el mayor rendimiento exergético se obtuvo para las relaciones E-A 1/1 Rec y E-A 1/1 No-Rec. Es importante

señalar que el rendimiento exergético consideró las exergías de entrada y salida como si el proceso fuera una caja negra. Es necesario un análisis particular detallado de cada etapa u operación de la unidad, para detectar la ubicación de las etapas que producen más pérdida de exergía.

Figura 4. Eficiencia exergética de las alternativas de proceso evaluadas.



3.5 EMISIÓN DE CO₂

Los resultados se obtuvieron considerando dos fuentes de emisiones de GEI: 1) La generación directa del proceso (incluye los servicios de refrigeración y calefacción) y 2) La generación indirecta resultante de los servicios auxiliares (calentamiento) del proceso. Como se ha indicado anteriormente, las alternativas con flujo de reciclado tienen, por tanto, mayores emisiones de CO₂ por el consumo de servicios auxiliares. Las alternativas de proceso E-A 1/1 No-Rec y E-A 7/3 No-Rec emiten un flujo másico de CO₂ a la atmósfera más elevado. Estos valores más altos se deben a la generación indirecta de GEI liberados durante la quema de combustible, necesaria para la generación de vapor utilizada para suministrar energía al proceso. La alternativa que menos emisiones de CO₂ causó, fue la E-A 1/1 Rec, de 105 kg/h.

3.6 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD Y EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE MEJORA

La relación E-A 1/1 Rec es la alternativa que presentó los mejores valores de estos dos indicadores ambientales. En este caso, la exergía se destruye menos en comparación con las otras alternativas, ya que no requiere utilizar cantidades considerables de disolventes, no se vierten al medio ambiente, y el consumo de energía es más bajo.

Etapa de secado: influencia en las alternativas del proceso

En este trabajo también se evaluó la inclusión de un pretratamiento de los biorresiduos, mediante el secado en un túnel con alimentación de aire caliente y seco (utilizando gas metano como combustible para proporcionar energía térmica). Este análisis se realizó mediante balances de exergía. Para el secado de los biorresiduos, se necesitó una entrada de 3000 MJ/h, debido a la considerable cantidad de agua evaporada. En este caso, el 30% de la exergía entrante se desperdicia debido a los gases de combustión como CO_2 , H_2O (g), CO y el exceso de aire que se liberan al medio ambiente. En las secciones anteriores, las alternativas del proceso se analizaron sin tener en cuenta esta operación de secado previa.

4 CONCLUSIONES

En el presente trabajo las condiciones óptimas de operación de la extracción por EAU y por EAM de los compuestos fenólicos en residuos industriales de pistacho, utilizando MSR, fueron determinadas a escala de laboratorio. Las condiciones óptimas de operación resultantes de este análisis fueron considerados a los efectos de simular una planta de extracción CF a escala industrial, teniendo en cuenta distintas alternativas de proceso.

Se formularon y resolvieron los balances de masa y los análisis de energía y exergía, para evaluar el rendimiento de diferentes escenarios, para el proceso de extracción de compuestos fenólicos a partir de biorresiduos. Se calcularon, el consumo de agua, las emisiones de CO_2 y el rendimiento exergético. El análisis se realizó considerando una etapa adicional (secado de biorresiduos) cuando fue necesario. El secado requiere 3000 MJ/h de energía, lo que representa el 70 % del consumo total de la alternativa de mayor consumo energético. Además, al evaporar el agua de los residuos, se genera un mayor consumo de mezcla de disolventes en las etapas posteriores. Por lo tanto, no es aconsejable secar los biorresiduos si se pueden procesar inmediatamente.

Los residuos generados en los procesos agroindustriales también tienen una alta exergía química, ya que están compuestos por macromoléculas como la lignina, la celulosa y la hemicelulosa. Por lo tanto, es necesario buscar alternativas para el uso posterior o la reutilización de estos flujos, con el fin de evitar el desperdicio de exergía. El análisis de exergía mostró, que las etapas de evaporación y destilación de las diferentes alternativas de proceso, pueden optimizarse hacia una operación más sustentable, ya sea cambiando el tipo de operación o modificando las propiedades/condiciones de los servicios auxiliares. En cuanto a las emisiones de CO_2 y el consumo de agua, los

procesos que incluyen el reciclaje utilizaron menos servicios auxiliares, generando un menor consumo de agua y emisiones de CO₂. Por lo tanto, la reutilización de los flujos de servicios auxiliares puede ayudar a aumentar la sustentabilidad del proceso. Los índices IS y PM presentaron valores concordantes con los resultados descritos anteriormente, indicando que la alternativa E-A 1/1 Rec es más conveniente. Este proceso incluye una corriente de reciclaje, lo que permite utilizar menos servicios auxiliares, una baja cantidad de agua y menores emisiones de gases de efecto invernadero. La inclusión de la corriente de reciclado redujo considerablemente las necesidades de disolvente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caldas, T. W., Mazza, K. E. L., Teles, A. S. C., Mattos, G. N., Brígida, A. I. S., Conte-Junior, C. A., Borguini, R. G., Godoy, R. L. O., Cabral, L. M. C. y Tonon, R. V. (2018). Phenolic compounds recovery from grape skin using conventional and non-conventional extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 111, 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.012>
- Chang, C., Yang, M., Wen, H. y Chern, J. (2002). Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Colorimetric Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 7802. <https://pdfs.semanticscholar.org/b3de/c5e57477b0489135bd5b43a27f9b7cee7d31.pdf>
- Corrales, M., Toepfl, S., Butz, P., Knorr, D. y Tauscher, B. (2008). Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: A comparison. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9(1), 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.06.002>
- Cotabarren, I. M., Bertin, D. E., Bucalá, V. y Piña, J. (2013). A Validated Flowsheeting Tool for the Study of an Industrial Granulation Process. *Industrial & Engineering Chemical Research*, 52(43), 15198–15210.
- Echegaray, M., Zalazar-García, D., Mazza, G. y Rodriguez, R. (2019). Air-steam gasification of five regional lignocellulosic wastes: Exergetic evaluation. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 31, 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2018.12.015>
- Fabani, M. P., Luna, L., Baroni, M. V., Monferran, M. V., Ighani, M., Tapia, A., Wunderlin, D. A. y Feresin, G. E. (2013). Pistachio (*Pistacia vera* var Kerman) from Argentinean cultivars. A natural product with potential to improve human health. *Journal of Functional Foods*, 5(3), 1347–1356. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.05.002>
- Galvan d'Alessandro, L., Kriaa, K., Nikov, I. y Dimitrov, K. (2012). Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry. *Separation and Purification Technology*, 93, 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.03.024>
- Haas, I. C. da S., Toaldo, I. M., Burin, V. M. y Bordinhon-Luiz, M. T. (2018). Extraction optimization for polyphenolic profiling and bioactive enrichment of extractives of non-pomace residue from grape processing. *Industrial Crops and Products*, 112, 593–601. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.058>
- Heldrich, K. (1990). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. Association of Official Chemists.
- Morris, D. R. y Szargut, J. (1986). Standard chemical exergy of some elements and compounds on the planet earth. *Energy*, 11(8), 733–755. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(86\)90013-7](https://doi.org/10.1016/0360-5442(86)90013-7)

Özbek, H. N., Halahlih, F., Göğüş, F., Koçak Yanık, D. y Azaizeh, H. (2018). Pistachio (*Pistacia vera* L.) Hull as a Potential Source of Phenolic Compounds: Evaluation of Ethanol–Water Binary Solvent Extraction on Antioxidant Activity and Phenolic Content of Pistachio Hull Extracts. *Waste and Biomass Valorization*, 0(0), 0. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0512-6>

Rasines-Perea, Z. y Teissedre, P. L. (2017). Grape Polyphenols' effects in human cardiovascular diseases and diabetes. *Molecules*, 22(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/molecules22010068>

Rodriguez, R. A., Mazza, G., Echegaray, M., Fernandez, A. y García, D. Z. (2018a). Thermodynamic and Kinetic Study of Lignocellulosic Waste Gasification. En *Gasification for Low-grade Feedstock*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73288>

Rodriguez, R., Mazza, G., Fernandez, A., Saffe, A. y Echegaray, M. (2018b). Prediction of the lignocellulosic winery wastes behavior during gasification process in fluidized bed: Experimental and theoretical study. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(4), 5570–5579. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.08.054>

Santos-Buelga. (2006). Extraction and Isolation of Phenolic Compounds. Chapter 17. En *Natural Products Isolation* (Vol. 864, pp. 1–25). <https://doi.org/10.1007/978-1-61779-624-1>

Stryjek, R. y Vera, J. H. (1986). PRSV: An improved peng–Robinson equation of state for pure compounds and mixtures. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 64(2), 323–333. <https://doi.org/10.1002/cjce.5450640224>

Szargut, J. (2005). Exergy method: technical and ecological applications. *International series on developments in heat transfer*, 18, 164.

Zalazar-García, D., Feresin, G. E. y Rodriguez, R. A. (2020a). Optimal operation variables of phenolic compounds extractions from pistachio industry waste (*Pistacia vera* var. Kerman) using the response surface method. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00862-3>

Zalazar-García, D., Román, M. C., Fernandez, A., Asensio, D., Zhang, X., Fabani, M. P., Rodriguez, R. y Mazza, G. (2022). Exergy, energy, and sustainability assessments applied to RSM optimization of integrated convective air-drying with pretreatments to improve the nutritional quality of pumpkin seeds. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 49(November 2021). <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101763>

Zalazar-García, D., Torres, E., Rodriguez-Ortiz, L., Deng, Y., Soria, J., Bucalá, V., Rodriguez, R. y Mazza, G. (2020b). Cleaner and sustainable processes for extracting phenolic compounds from bio-waste. *Journal of Environmental Management*, 273(111154). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111154>

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 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

Aceite 1, 28, 38, 50, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 62, 70, 83, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 110, 125, 130, 141, 151, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 191, 200, 209, 225, 239, 250, 263, 270, 285, 298, 309, 316

Aceites 33, 56, 57, 100, 107, 109, 162, 163, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172

Agua 33, 42, 47, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 80, 81, 86, 87, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 126, 130, 131, 133, 136, 163, 164, 167, 168, 169, 180, 187, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 203, 204, 208, 211, 215, 216, 217, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 236, 239, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 294, 295

Alimento composto 239, 244, 245

Amitraz 250, 251, 252, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 261, 262

Análisis exergético 71, 75

Análisis fisicoquímicos 162, 163, 169

Apis mellifera 251, 252, 253, 260, 261

Aprendizagem Supervisionada 210, 212, 214

Aptidão solos regadio 210

Arándanos 191, 193, 195, 198

Aspersión 200, 202, 203, 204, 205, 208

Aumento de temperatura 286

Autoevaluación 29, 31, 32, 36

B

Beneficio neto 200, 201

Berry skin 152, 155, 157

Biocombustibles 84, 85, 86, 96, 98, 99, 101, 102, 107, 108, 162, 163, 172

Biocultural 39, 49

Bioetanol 83, 84, 95, 109

Biological effectiveness 142, 146, 147, 148, 150

Biomasa vegetal 98, 99, 100, 102

C

Cabalo de Pura Raza Galega 298, 299, 303, 310, 312, 313, 314

Carica papaya Linn 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60

Cepa 84, 89, 90, 91, 94, 95, 98, 99, 100, 103, 105, 106, 107, 139, 279

Cepas hiperproductoras 84
Cerdo 270, 271, 272, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 308
Cerezas 125, 126, 128, 129, 130, 131, 135, 136, 139
Co-diseño 63
Colorantes naturales 125, 126, 129, 130, 137, 138, 139
Complex of amino acids 152, 154
Comprimento 239, 243, 244, 245, 246, 247, 254
Conditional parameters 142, 145, 148
Curros 298, 299, 300, 310, 311, 314, 315

E

Eficácia 143, 180, 217, 250, 251, 254, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 307, 324
Enfermedades Infecciosas Emergentes 270, 271
Epifitias 175, 176, 177, 185
Eritrosina 125, 126, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136
Especies nativas 39, 40, 47
Estabilidad 57, 126, 127, 130, 131, 136, 162, 169, 170, 172, 271
Estresse Térmico 286, 294
Extracción de compuestos fenólicos 70, 71, 80

F

Fator K 239, 242, 243, 244, 245, 246, 247
Fermentación 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 94
Fertilización nitrogenada 200, 202, 203, 206, 207
Flumetrina 251, 254, 255, 256, 257, 258, 259
Fruits 59, 60, 111, 142, 144, 145, 146, 148, 149

G

Ganadería equina 298
Goteo por fertiriego 200, 202, 203, 204, 205, 206, 208
GreenTray 110, 111
GT bioreactor 110, 111, 112, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123

H

Humedal 225, 226, 227, 228, 231, 237, 238

I

Immune 142, 143, 144

Influenza 3, 80, 102, 225, 226, 228, 234, 235, 236, 246, 296

Innovación social 62, 63, 66, 67, 68, 69

In vitro plant micropropagation 111

IRTA-reactor 111, 112

L

Lípidos 50, 54, 57, 58, 99, 104, 105, 107, 244, 246

Liquid culture 110, 111, 112, 124

M

Machine Learning 209, 210, 211, 212, 214, 223, 224

Macrófitas acuáticas 225, 226, 229, 230, 235, 236

Macroinvertebrados acuáticos 225, 226, 227, 228, 229, 238

Madre vieja 225, 226, 227, 228

Mal de Panamá 175, 176, 178

Mayos 39, 48

Mecanismos para su presentación 270

Mediterráneo 1, 3, 6

Métodos de extracción 72, 98, 106, 162

Microalgas 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 108, 109

Micropterus salmoides 239, 240, 247, 248, 249

Moko bacteriano 175, 176

Morfología 190, 226

N

Nematodos 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 189, 190

O

Optimización de extracción 71

P

Paisagem cultural 1, 2, 3, 22, 25

Parrilla costal 316, 318, 323, 324

Pasturas 263, 264, 265, 269

Património cultural imaterial 1, 13, 22
Perro 52, 316, 317, 318, 324
Pesca artesanal 62, 63, 64, 69
Peso 57, 73, 88, 92, 143, 166, 167, 168, 193, 215, 225, 229, 230, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 252, 287, 318
Phenolic compounds 59, 71, 72, 81, 82, 152, 153, 156, 159
Phenolic maturity 152, 153, 154, 158, 160
PH y temperatura 126, 131, 136
Picudo negro 175, 176, 177, 180
Potencialidades 4, 24, 50, 52, 53, 58, 162, 300
Prácticas 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 40, 187, 188, 310
Produção Animal 286
Productividad 191, 193, 316
Productivity 111, 122, 123, 142, 143, 144, 149, 150, 192
Prototipos 21, 62, 63, 68, 69

Q

Questionários 1
Quimioterapia 316, 317, 324

R

Rapa das Bestas 298, 299, 310, 311, 314
Razas autóctonas 298
Represa 264, 266, 267, 268, 269
Residuos industriales de pistacho 70, 71, 80
Resolución 29, 31, 35, 37
Resultados 1, 12, 16, 18, 19, 21, 22, 29, 32, 34, 39, 43, 47, 57, 58, 69, 71, 73, 74, 76, 79, 81, 88, 90, 95, 100, 106, 126, 131, 132, 133, 136, 168, 169, 170, 172, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 194, 200, 201, 205, 207, 208, 209, 211, 213, 218, 222, 223, 230, 233, 239, 243, 245, 247, 251, 256, 257, 258, 267, 270, 279, 280, 289, 291, 304, 307, 316, 319, 324
Riego 33, 180, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 263, 264, 265, 266
Rojo gardenia 126

S

Salinidad 102, 103, 104, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199

Salud 28, 29, 35, 50, 51, 52, 53, 54, 58, 72, 97, 125, 128, 129, 164, 271, 272, 273, 278, 279, 316, 324

Scikit-Learn 210

Seeds 51, 59, 60, 82, 152, 158, 159, 160, 173, 174

Semillas 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 85, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 179, 208

Simulación numérica 71

Sistemas agroforestales 38, 39, 40, 41, 43, 47, 48

Sobreiro 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 24, 26

T

Temporary immersion system 110, 111, 121, 122, 123, 124

Tiradores de cortiça 1, 2, 10, 11, 14, 16, 22, 23, 24

TIS 110, 111, 112, 115, 117, 122, 124

Tumor 316, 317, 319, 320, 321, 323, 324, 325

T.V.T 316, 317

V

Valcheta 263, 264, 265

Validación de la innovación social 62, 63, 66, 67

Varroa destructor 250, 251, 252, 255, 259, 260, 261, 262

Vertiente 264, 265, 266, 267

Vertisol 200, 201, 202, 205

Vía subcutánea 316, 318, 323, 324

Vinaza 83, 84, 94, 95, 96