

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 26 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 MORFOLOGICAS Y POBLACIONALES DE *Eichornia crassipes* Y *Pistia stratiotes* SOBRE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS 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

CAPÍTULO 26326

A MASTITE E SEU EFEITO NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DO LEITE

Greyce Kelly Schmitt Reitz
Mariana Monteiro Boeng Pelegrini
Pietra Viertel Molinari
Fabiana Moreira
Ivan Bianchi
Juliano Santos Gueretz
Vanessa Peripolli
Elizabeth Schwegler

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26082268226

SOBRE O ORGANIZADOR.....332

ÍNDICE REMISSIVO333

CAPÍTULO 8

EVALUACIÓN DE LA *CHLORELLA SP* Y LA *DUNALIELLA TERTIOLECTA* COMO FUENTE POTENCIAL DE ÁCIDOS GRASOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL¹

Data de submissão: 10/06/2022

Data de aceite: 23/06/2022

Dally Esperanza Gáfaró Álvarez

Ingeniera Química
cM.Sc Gestión Ambiental y
Energética en las Organizaciones
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
dally.gafaro@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-4374-5235>

Mónica María Pacheco Valderrama

Ingeniera de Alimentos
M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimentos
cPh.D. en Gestión
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
Monica.pacheco@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-2051-4589>

Daniel Augusto Buitrago Ibañez

Ingeniero Agroindustrial, cM.Sc.
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander
daniel.buitrago@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-0561-6811>

Yuleisi Tatiana Caballero Hernandez

Ingeniera Química
M.Sc. Ingeniería Química
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander
yuleisi.caballero@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-0877-3142>

Leidy Andrea Carreño Castaño

Ingeniera Agroindustrial
Esp. En Gerencia en Salud Ocupacional
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
leydi.carreno@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-4374-5235>

Ana Milena Salazar Beleño

Ingeniera Agroindustrial
Esp. Aseguramiento de la Calidad e
Inocuidad Agroalimentaria
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja
Santander, Colombia
ana.salazar@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-7592-2550>

¹ El documento fue presentado como ponencia en el VII Congreso Internacional de Ingeniería Agroindustrial. "Agroindustria y Sostenibilidad, Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, 2021.

Miguel Arturo Lozada Valero

Ingeniero Agroindustrial
Esp. en Agronegocios
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
miguel.lozada@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-8719-7616>

Leidy Carolina Ortiz Araque

Ingeniera Agroalimentaria
Ph.D en Ciencias Exactas-Área Química
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
leidy.ortiz@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-8395-0057>

Olga Cecilia Alarcón Vesga

Ingeniera Agroindustrial
Esp en gerencia financiera
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
olga.alarcon@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-9689-5122>

Sandra Milena Montesino Rincón

Ingeniera Agroindustrial
cMSc en Agronegocios
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
sandra.montesino@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-3437-6976>

Cristian Giovanni Palencia Blanco

Ingeniero Químico
M.Sc. en Ingeniería Química
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
Cristian.palencia@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-9912-1061>

Nora Milena Ortiz Garcia

Ingeniera Química
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucía
Barrancabermeja, Santander, Colombia
Nora.ortiz@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-3339-765X>

RESUMEN: De forma reciente, las microalgas han demostrado una amplia potencialidad para ser usadas como fuente de biomasa vegetal en la producción de biocombustibles en razón de su facilidad de cultivo, su velocidad de crecimiento y su marcado contenido de ácidos grasos. Esto último, de forma particular, las convierte en una opción viable para la obtención de biodiesel. Sin embargo, la amplia variedad existente de cepas de algas, cada una de ellas dotada de sus propias características y composición, hace necesaria la investigación de cada cepa, para determinar si la misma, de forma particular, puede resultar idónea para la mencionada obtención de biodiesel. En esa medida, este trabajo tuvo como finalidad hacer una revisión bibliográfica con el objetivo de realizar la caracterización de la *Chlorella* sp. y la *Dunaliella tertiolecta* para el desarrollo del tema. Por la naturaleza del proyecto se implementó una metodología del tipo explicativa-descriptiva en donde se realizó un análisis comparativo de múltiples investigaciones previas en cuanto a diferentes parámetros tales como: condiciones de cultivo y métodos de extracción y características fisicoquímicas del aceite obtenido; una vez analizado todo el material es posible afirmar que tanto la *Dunaliella T.* como la *Chlorella* sp resultan idóneas para la producción de biodiesel al presentar ambas tanto disponibilidad

como facilidad de cultivo, ciclos breves de crecimiento de la biomasa, y un adecuado nivel de lípidos de la misma. De igual forma, el aceite obtenido a partir de ambas cumple con los estándares para la obtención de biocombustibles. En cuanto a la idoneidad de una cepa sobre otra, esta viene dada por los parámetros particulares en los que se enfoque la producción. Así, la *Chlorella* sp tiene una mayor facilidad de cultivo, al ser de agua dulce y requerir pocos recursos para su crecimiento, lo que también disminuye los costos, mientras que la *Dunaliella* T. a pesar de requerir mayores cuidados y recursos, tiene un ciclo de crecimiento más corto, aunado a un alto nivel de lípidos totales, lo que incrementa la eficiencia y el volumen de la producción.

PALABRAS CLAVE: Microalgas. Biocombustibles. Biomasa vegetal. Lípidos. Cepa.

EVALUATION AND CHARACTERIZATION OF CHLORELLA SP AND DUNALIELLA TERTIOLECTA AS A POTENTIAL SOURCE OF FATTY ACIDS FOR THE PRODUCTION OF BIODIESEL

ABSTRACT: Recently, microalgae have shown great potential to be used as a source of biomass in the production of biofuels, due to their ease of cultivation, their growth speed and their high fatty acid content. The latter, in particular, makes them a viable option for obtaining biodiesel. However, the wide existing variety of algae strains, each one of them with its own characteristics and composition, makes necessary the investigation of each strain, to determine if it, in particular, can be suitable for the mentioned obtaining of biodiesel. To that extent, the purpose of this document is to make a bibliographic review with the objective of characterizing *Chlorella* sp. and *Dunaliella tertiolecta*; for the development of the topic, due to the nature of the project, an explanatory-descriptive methodology was implemented where a comparative analysis of multiple previous researches was carried out regarding different parameters such as: cultivation conditions and extraction methods and physicochemical characteristics of the oil obtained; once all the material was analyzed, it is possible to affirm that both *Dunaliella* T. and *Chlorella* sp. are ideal for the production of biodiesel since both are available and easy to cultivate, have short biomass growth cycles and an adequate level of lipids in the biomass. Likewise, the oil obtained from both of them meets the standards for obtaining biofuels. As for the suitability of one strain over another, this is given by the particular parameters on which the production is focused. Thus, *Chlorella* sp. is easier to cultivate, as it is freshwater and requires few resources for its growth, which also reduces costs, while *Dunaliella* T, despite requiring greater care and resources, has a shorter growth cycle, together with a high level of total lipids, which increases the efficiency and volume of production.

KEYWORDS: Microalgae. Biofuels. Plant biomass. Lipids. Strain.

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento constante de la demanda de recursos energéticos, aunado al carácter limitado de algunas de las fuentes más utilizadas para la producción de energía, como son los combustibles fósiles, lleva a una búsqueda constante de fuentes alternativas, que puedan satisfacer las necesidades energéticas tanto actuales como futuras. En este

contexto el biodiesel, combustible elaborado a partir de fuentes orgánicas renovables, como la biomasa vegetal, se convierte en una de las principales alternativas para lograr tal objetivo (Gandón & Torres, 2017).

Sin embargo, la eficiencia del biodiesel depende en gran medida de la calidad de las fuentes particulares de biomasa que se utilicen para su fabricación. Lo que ha llevado, a su vez, a una búsqueda constante de materias primas que puedan resultar idóneas para dicho proceso, sin imponer una carga demasiado elevada en el ambiente, o en recursos necesarios para la alimentación (Hoekman, 2012; Ramos et al., 2016).

En esta medida las microalgas, cúmulos de organismos unicelulares que son capaces de realizar la fotosíntesis, generando biomasa a partir de CO₂ y luz solar, se muestran como una de las fuentes más prometedoras para la obtención de ácidos grasos que puedan ser posteriormente transformados en combustible (Castillo, 2017), toda vez que poseen características favorables, como facilidad de cultivo, acelerada velocidad de reproducción, menor necesidad de recursos que los cultivos tradicionales, y una elevada proporción de contenido graso en relación con su volumen total.

A pesar de sus múltiples características positivas, el uso de las microalgas también supone algunos retos, encaminados a garantizar la eficiencia de la producción, y relacionados con la extensa variedad de microalgas existentes. Sobre este particular, se han identificado por lo menos cincuenta mil especies diferentes de algas, cada una de ellas con su propia caracterización, y diferencias en aspectos primordiales, como el índice total de grasas, y el porcentaje de grasa saturada dentro de las mismas (Richmond, 2004).

Por consiguiente, si se desea garantizar la eficiencia de la producción de biodiesel a partir de microalgas, para promover su utilización como fuente de biomasa vegetal, resulta necesario iniciar por la selección de las cepas más adecuadas para este proceso (García et al, 2017), tanto por su rendimiento, como por la calidad de los aceites obtenidos a partir de ellas.

Así las cosas, el presente documento de investigación tiene como fin la caracterización particular de dos cepas de microalgas -*Chlorella Sp* y *Dunaliella Tertiolecta*-, en razón inicial de su amplia disponibilidad y accesibilidad, recurriendo para ello a una metodología de revisión, que compile los resultados de investigaciones previas, centradas en dichas cepas. Se busca, con esto, tanto una caracterización particular de los aceites obtenidos, como una comparación entre los mismos, para determinar de esta forma no solo la idoneidad de cada cepa, sino también las posibles ventajas entre ellas.

2 DESARROLLO DEL TEMA

2.1 TRANSESTERIFICACIÓN

Si bien el proceso de producción de biocombustibles es bastante extenso, y abarca múltiples fases entre las que se incluyen la selección y tratamiento de la materia prima, y la obtención del aceite base, la transesterificación es la etapa central de dicho proceso (Rodríguez, 2017), y por consiguiente resulta conveniente detenerse en la misma, para revisar sus características.

De manera puntual, la transesterificación consiste en la transformación de los ácidos grasos, y de forma más particular de los triglicéridos, contenidos en un aceite de origen vegetal o animal, en esteres alcohólicos (López et al, 2015). Estos últimos pueden ser usados de forma directa como biocombustible o, de forma más recurrente, mezclados con combustibles fósiles (Rocha et al, 2019).

Dicho proceso de transformación implica, de forma tradicional, la mezcla del aceite con un solvente -tradicionalmente etanol o metanol-, y con un catalizador, que aumente la eficiencia de la reacción, siendo el más recurrente el uso de catalizadores alcalinos, como el hidróxido de potasio o el hidróxido de sodio, aunque existiendo un repertorio amplio de posibilidades, entre los que se incluyen catalizadores ácidos o incluso de tipo bacteriano (García et al, 2018).

Es de señalar, llegado este punto, que de la eficiencia de la transesterificación, es decir, del volumen total de aceite que logre transformarse en combustible, depende de forma principal la eficiencia general del proceso de obtención de biocombustibles, por lo que la selección adecuada de factores como el catalizador y el solvente a utilizar, resulta crucial (López et al, 2015).

2.2 MICROALGAS

El término de microalgas se usa como un genérico para designar a un grupo de microorganismos bastante amplio y de diversas características, pero que se caracteriza de forma principal por compartir la capacidad de realizar el proceso de fotosíntesis, lo que les permite transformar la energía solar en biomasa (Álvarez et al, 2021). Suelen habitar de forma principal en los cuerpos de agua, tanto dulce como salada; pero algunas variedades son capaces de subsistir en el suelo.

A diferencia de las plantas terrestres, las microalgas tienen ciclos reproductivos muy cortos, que les permiten multiplicarse a gran velocidad en medios idóneos, incrementando su biomasa en periodos breves, de pocos días, por lo cual su utilización ha

generado un reciente interés en aquellos campos que dependen de fuentes abundantes de biomasa vegetal, como la producción de alimentos, la fabricación de fertilizantes, y los biocombustibles (Hernández & Labbé, 2014).

Sin embargo, y a pesar de sus múltiples ventajas, el cultivo de microalgas también presenta dificultades. De forma la gran variedad de cepas impide que exista un criterio unificado para su cultivo, toda vez que cada una de las variedades disponibles puede requerir un entorno idóneo diferente, que posibilite su adecuado crecimiento (Yuvraj, 2016).

En el campo particular de los biocombustibles, en años recientes las microalgas se han convertido en una fuente de cada vez mayor interés, por la velocidad con la que pueden generar biomasa vegetal con un alto porcentaje de contenido graso, lo que le hace materia prima para la obtención de aceite, que a su vez puede ser utilizado para la obtención de biodiesel mediante el mencionado proceso de transesterificación (Castillo et al, 2017).

2.3 BIORREACTORES

El mecanismo más recurrente para el cultivo de las algas es el establecimiento de un biorreactor, es decir, de un sistema que permite controlar en mayor o menor medida los factores que inciden de forma primaria en el crecimiento de las algas, como la incidencia lumínica, la salinidad del agua y la disponibilidad de nitrógeno, en la búsqueda de su optimización, para lograr de esta forma un aumento más acelerado de la biomasa, y un mayor nivel de ácidos grasos en la misma (Ra et al, 2015).

Existen dos tipos primarios de biorreactores, lo de sistema abierto y los de sistema cerrado. Los primeros son aquellos donde las algas son cultivadas en estanques expuestos a las condiciones ambientales del entorno. Su uso se encuentra muy extendido por su facilidad de fabricación y bajo costo; pero no permite un control estricto de las condiciones de cultivo, toda vez que factores externos, como la lluvia o las impurezas del aire, pueden alterar de manera significativa las condiciones del sustrato de cultivo, o incluso contaminarlo. Por lo cual solo se recomienda su uso con aquellas cepas de algas que son altamente resistentes a las variaciones del entorno (Mancilla, 2017).

En contraparte, un biorreactor de ciclo cerrado, a veces también denominado como un fotobiorreactor, es aquel que se encuentra aislado del entorno, y en el que por consiguiente no tienen influencia significativa las condiciones ambientales. En ellos resulta posible controlar de forma estricta los factores que inciden en el crecimiento algal, incluyendo la exposición a la luz. Son más costosos de elaborar, y requieren una participación más activa y constante en el mantenimiento de la idoneidad de las condiciones de crecimiento, pero es posible lograr con ellos un mayor nivel de rendimiento (Camacho, 2018).

Dentro de los principales factores que deben tenerse en cuenta al interior de un biorreactor, sea de sistema abierto o cerrado, se encuentran los nutrientes contenidos en el medio de cultivo, tales como nitrógeno, fósforo y otros micronutrientes, en conjunto con los parámetros de cultivo, entre los que pueden citarse la temperatura, el PH del agua, y la previamente mencionada indecencia lumínica (Serrano, 2012).

2.4 SELECCIÓN DE CEPAS DE MICROALGAS

Tal como se mencionó previamente, existen una amplia variedad de especies de microalgas, muchas de las cuales han demostrado viabilidad para ser utilizadas como fuentes de biodiesel, en razón de indicadores particulares como el alto contenido de ácidos grasos, su resistencia a las condiciones ambientales o su velocidad de reproducción. De igual manera factores de tipo logístico, como el costo de mantenimiento o la disponibilidad de la cepa, influyen de manera significativa en la selección de las cepas (Mata et al, 2010).

De lo anterior, y dado que el uso de microalgas como fuente de ácidos grasos para la obtención de biodiesel tiene ya más de una década de estar siendo investigado, en la actualidad ya se han delimitado un grupo particular de especies que, por sus características, se han convertido en las fuentes más recurrentes de biomasa para el mencionado fin, entre las que pueden señalarse, de manera general, cepas como la *Neochloris oleoabundans*, la *Scenedesmus armatus*, la *Dunaliella tertiolecta* y la familia de las *Chlorellas* (Fernández, 2012; Braida, 2016).

En el presente documento se hará énfasis de manera particular en las mencionadas *Dunaliella Tertiolecta* y *Chlorella Sp*, que se escogen siguiendo los criterios primarios de alto contenido de ácidos grasos (Pinglo y Valencia, 2016), y amplia disponibilidad de mercado, que facilita su utilización (González et al, 2019).

Así las cosas, la *Dunaliella tertiolecta* es un alga verde, de carácter unicelular, que crece de forma principal en entornos marinos, y por consiguiente se encuentra adaptada a condiciones de muy alta salinidad. Se caracteriza por su muy elevado de nivel ácidos grasos, que ronda el 50% de su biomasa total, en un porcentaje bastante estable, y por su resistencia a las condiciones ambientales, por lo cual puede ser utilizada en biorreactores tanto de tipo cerrado como abierto (Pinglo y Valencia, 2016).

Por su parte la *Chlorella SP*, es una familia de algas verdes unicelulares, que se encuentran adaptada a entornos de muy poca salinidad -agua dulce-. Existen un amplio número de subespecies, siendo la más recurrente la *Chlorella Vulgaris*, que en su generalidad son consideradas aptas como fuentes de biomasa, sin embargo, su porcentaje de aceite varía de forma considerable entre las diversas cepas de la familia. De igual forma,

su eficiencia fotosintética, superior a la de la generalidad de la vegetación terrestre, ha hecho que sea considerada como una fuente viable de alimento y de biocombustible.

Así, haciendo una comparativa de las características básicas de las dos cepas tenemos que:

Tabla 1. Características generales.

Característica	Dunaliella	Chlorella
Tipo de alga	Verde, Monocelular.	Verde, Monocelular.
Entorno	Agua salada	Agua dulce
Porcentaje de lípidos	Cercano al 50%	Varía entre el 25% y el 50%.
Velocidad de crecimiento	Elevada	Elevada
Cultivo	Requiere pocos cuidados, es resistente al entorno.	Requiere pocos cuidados, es resistente al entorno.
Ventajas particulares	Porcentaje estable y elevado de lípidos.	Elevada eficiencia fotosintética.
Disponibilidad	Extensa, bastante usual en los entornos marinos.	Muy extensa, es uno de los tipos más comunes de algas verdes.

Fuente: elaboración propia a partir de Fernández (2012), Braida (2016), Pinglo y Valencia (2016), y Sánchez (2016).

Como puede verse del comparativo, las dos cepas seleccionadas tienen perfiles generales muy similares, en los que la principal diferencia viene dada por el nivel de salinidad del entorno de cultivo. A priori, además, puede señalarse que la principal ventaja de la *Dunaliella* es su elevado nivel de lípidos, que se mantiene constante, mientras que a nivel económico la disponibilidad y los bajos costos de cultivo se ponen a favor de la *Chlorella*.

Sin embargo, para un contraste más detallado de sus características, resulta necesario comparar las condiciones idóneas de cultivo de ambas cepas, que vienen a determinar en gran medida la complejidad y los costos de su utilización como biomasa para la obtención de ácidos grasos (Castillo, 2016). De igual forma, es necesario comparar su ritmo de crecimiento, que también resulta de gran relevancia, ya que determina la longitud del ciclo de producción.

Respecto de este particular, y en el caso particular de la *Chlorella SP*, Nguyen (2019) procedieron a su multiplicación en agua dulce, obtenida de una fuente natural no clorada, usando para ello un sistema cerrado –tanque–, siendo las únicas regulaciones especiales el mantenimiento de una temperatura estable de 25° C, y el control de la intensidad lumínica de 2000 lux, en periodos alternos de 14 horas de luz y 10 de oscuridad. No se añadieron fertilizantes al agua, al ser un experimento de un único ciclo, y se logró el máximo crecimiento en el día 16.

En un experimento similar, Mathimani et al (2016) establecieron una temperatura idónea de 27 grados, y un pH del agua de cultivo de 9, manteniendo ciclos similares de luz y oscuridad, pero sometiendo intencionalmente a las algas a un bajo nivel de nitrógeno. Como consecuencia, el ciclo de cultivo se alargó a 20 días, pero el nivel total de lípidos de la biomasa obtenida fue ostensiblemente más alto -4%-, en relación con el cultivo tradicional.

Por su parte, y en lo referente a la *Dunaliella*, Pinglo y Valencia (2016), quienes trabajaron de forma extensa con dicha cepa para potenciar su crecimiento, y su potencial graso, crearon un proceso de dos etapas, en un biorreactor cerrado, usando como base para el cultivo agua de mar a 18°C, 0.5 g de NaNO₃ por litro, 1.0 ml de solución de KH₂PO₄ por litro, 0.010 g vitamina B12, 0.005 g Biotina. El agua de mar tiene una molaridad aproximada de 0.5 M de NaCl, es decir 29 g NaCl/litro. El pH óptimo se encuentra en el rango entre 8.2 y 8.7. Estas condiciones se mantienen durante tres días, en los cuales se mantiene la iluminación de forma permanente, sin pausas de oscuridad. Esta primera fase tiene como objetivo acelerar el crecimiento del alga.

Posteriormente, después del día 3 se aumenta la temperatura del agua a 25°C y se disminuye la concentración de NaNO₃ a 0.05g por litro y se corta la adición de KH₂PO₄. También se debe aumentar la molaridad de NaCl a 58 gr/litro. En cuanto a la iluminación, se pasa a ciclos alternos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Esta segunda etapa tiene como fin aumentar el porcentaje de lípidos en la biomasa.

Según los autores señalados, este proceso especial, aunque requiere de un mayor control y cuidado que la simple reproducción de la *Dunaliella* en condiciones similares a las naturales, acelera la velocidad de crecimiento, llevándola un ciclo total de solo 6 días, al tiempo en que garantiza un nivel maximizado de lípidos, manteniéndolo en los valores superiores esperados para la cepa (Pinglo y Valencia, 2016).

Puede verse entonces que, ateniéndose a lo expuesto previamente, y en lo referente al ciclo cultivo, la *Dunaliella* tiene la ventaja, ya que requiere menos de la mitad del tiempo de reproducción de la *Chlorella*. Sin embargo, si la velocidad no es un imperativo, esta última le aventaja en facilidad de cultivo, y menores requerimientos para su cuidado. El no tener que salar el agua, además, disminuye igualmente los costos.

Una vez completado el ciclo de cultivo, resulta indispensable la cosecha de la biomasa, para separarla del líquido usado como medio de sustento. Existen una amplia variedad de mecanismos para tal recolección, entre los que se encuentran:

Tabla 2. Métodos de extracción de biomasa.

Método	Ventajas	Desventajas
Centrifugación	Rapidez. Sencillez. Eficiencia.	Alto costo. Daño celular. Elevado consumo energético.
Floculación	Sencillez. Bajo daño celular. Bajo costo.	Toxicidad.
Filtración por membrana	Reutilización de agua. Bajo gasto energético. Sin daño celular.	Baja velocidad. Ensuciamiento y obstrucción de filtros.
Sedimentación	Eficiente. Bajo costo. Bajo gasto energético.	Muy baja velocidad. Alta demanda de tiempo.
Campos magnéticos.	Eficiente. Alta velocidad.	Alto costo energético. Requiere infraestructura particular.

Fuente: elaboración propia a partir de Ahmad (2014) y de Mathimani & Mallick (2019).

El siguiente paso, posterior al cultivo y recolección, es la extracción del aceite, de la cual existen múltiples metodologías aplicables, siendo la más usual la centrifugación y el prensado de las algas para extraer los ácidos grasos contenidos en la biomasa, pero existiendo muchas otras tecnologías experimentales, como la extracción mediante el uso de campos magnéticos o de ultrasonidos, que tienen un mayor nivel de eficiencia, aunque también implican un mayor costo y un incremento de la complejidad, aunque el mencionado incremento del rendimiento puede justificar su utilización (Mathimani y Mallick, 2018).

En lo referente al particular del presente documento de investigación, la generalidad de las investigaciones revisadas recurren al método tradicional de secado por centrifugación, prensado para la extracción del aceite, y filtración del mismo, para retiro de los posibles residuos, con la excepción de un caso de separación mediante impulsos eléctricos (Pinglo y Valencia, 2016), por lo cual no se hará especial énfasis en los medios de extracción, si bien el tema resulta de marcado interés para el campo del biodiesel, y por sí mismo configura un tema relevante de investigación.

Finalmente, para completar la exposición de resultados, resulta indispensable la revisión de las características del aceite obtenido a partir de las dos especies de algas seleccionadas, con el fin de determinar tanto su viabilidad individual, como la posible ventaja de la elección de una cepa sobre otra. En este punto, resulta de gran utilidad recurrir a la investigación realizada por Tejada et al. (2015) quien hizo un detallado trabajo de comparación entre diversas cepas de algas, incluyendo las variedades mencionadas:

Tabla 3. Caracterización de los aceites de microalgas.

Parámetro	Dunaliella	Chlorella
Densidad (g/cm ³)	0.898	0.893
Índice de acidez	0.513	0.4654
Humedad	0.043	0.055
Punto de humo	50 °C: Olor mantecoso, sin humo. 100 °C: Olor mantecoso (menor), sin humo 150 °C: Leve presencia de humo (color claro) 200 °C: Leve presencia de humo color amarillento	50°C: Olor mantecoso, sin humo. 100°C: Olor mantecoso (menor), sin humo 150°C: Leve presencia de humo (color claro) 200°C: Leve presencia de humo color amarillento.
Índice de refracción	1.492	1.475
Índice de peróxido	3.963	3.744
Índice de yodo	164.35	126.79

Fuente: Tejada et al. (2015)

Como puede evidenciarse a partir del comparativo, salvo por el índice de yodo, no existen grandes diferencias entre los diversos parámetros revisados, lo que señala que ambos aceites tienen un perfil bastante similar, que en ambos casos resulta idóneo para la producción de biodiesel (Tejada et al, 2015; Pinglo y Valencia, 2016; Nguyen, 2019).

3 CONCLUSIONES

Revisado todo el material, es posible concluir que tanto la *Dunaliella T.* como la *Chlorella Sp* resultan idóneas para la producción de biodiesel al presentar ambas tanto disponibilidad como facilidad de cultivo, ciclos breves de crecimiento de la biomasa, y un adecuado nivel de lípidos de la misma. De igual forma, el aceite obtenido a partir de ambas cumple con los estándares para la obtención de biocombustibles.

En cuanto a la idoneidad de una cepa sobre otra, esta viene dada por los parámetros particulares de los que se enfoque la producción. Así, la *Chlorella* tiene una mayor facilidad de cultivo, al ser de agua dulce y requerir pocos recursos para su crecimiento, lo que también disminuye los costos, mientras que la *Dunaliella*, a pesar de requerir mayores cuidados y recursos, tiene un ciclo de crecimiento más corto, aunado a un alto nivel de lípidos totales, lo que incrementa la eficiencia y el volumen de la producción.

4 AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al grupo de investigación Grupo de investigación de innovación, desarrollo tecnológico y competitividad en sistemas de producción agroindustrial (GIADAI)

y grupo de trabajo de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial del Instituto Universitario de la Paz.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, A. (2014). Comparison of harvesting methods for microalgae *Chlorella* SP and its potential use as biodiesel feedstock. *Environmental Technology* 35(17), 2244-2253.
- Álvarez, A. Weyers, S., Goemann, H., Peyton, B. & Gardner, R. (2021). Microalgae, soil and plants: A critical review of microalgae as renewable resources for agriculture. *Algal Research* 1 (54). <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102200>
- Camacho, A. (2018). Control automático de concentración de gases en un biorreactor para el cultivo de microalgas. *Compendio de Investigación Academia Journals Chetumal* 2018, 324-329. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/335/1/Control%20automatico%20de%20concentracion%20de%20gases.pdf>
- Braida, V. (2016). Diseño de procesos para la obtención de biocombustibles a partir de microalgas (Proyecto de pregrado). Universidad ORT de Uruguay.
- Castillo, O., Torres, S., Núñez, C., Peña, V., Herrera, C. & Rodríguez, J. Producción de biodiésel a partir de microalgas: avances y perspectivas biotecnológicas. *Hidrobiológica* 27(3), 337-352.
- Fernández, L. (2012). Producción de combustibles a partir de microalgas. *Revista Ra Ximhai* 8(3), p. 101-115.
- Gandón, J. & Torres, Y. (2017). Caracterización de un biocombustible obtenido a partir de aceite vegetal de desecho. *Tecnología Química* 37 (2), 237-248.
- García, J., Pavía, M., García, T., & Serrano, A. (2017). Principios de Biotecnología y Bioingeniería en el cultivo de microalgas. *Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación* 1(9), 115-130.
- García, S., Labrada, B., Lafargue, F. & Díaz, M. (2018). Cinética de la reacción de transesterificación para la producción de biodiesel a partir del aceite de *Jatropha curcas* L. *Tecnología Química* 38(2), 281-297.
- González, Y., Rodríguez, P., Sánchez, Y., & Candido, C. Diseño y simulación de un fotobiorreactor para el cultivo de la microalga *Chlorella Vulgaris*. *Revista Ingeniería Mecánica* 22(3), 169-177.
- Hernández, A. & Labbé, J. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de biología marina y oceanografía* 49(2), 157-173. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572014000200001>
- López, L., Bocanegra, J. & Malagón, D. (2015). Obtención de biodiesel por transesterificación de aceite de cocina usado. *Ing. Univ.* 19 (1), 155-172. doi:10.11144/Javeriana.iyu19-1.sprq
- Mancilla, A. (2017). Control automático para un biorreactor de algas (proyecto de pregrado). Instituto Tecnológico Nacional de Tuxtla Gutiérrez. <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1421/MDRPIECA2017031.pdf>
- Mata, T., Martins, A., & Caetano, N. (2010) Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, pp. 217-232.

Mathimani, T. Beena, B. & Ranjith, R. (2016). Evaluation of microalga for biodiesel using lipid and fatty acid as a marker - A central composite design approach. *Journal of the Energy Institute* 89(3), 436-446. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2015.02.010>

Mathimani, T. & Mallick, N. (2018). A comprehensive review on harvesting of microalgae for biodiesel – Key challenges and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 91, 1103-1120. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.083>

Nguyen, T. et al. (2019). Evaluating the potential of green alga *Chlorella* sp. for high biomass and lipid production in biodiesel viewpoint. *Biocatalysts and Agricultural Biotechnology* 17, 184-188. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.11.011>

Pinglo, I. & Valencia, M. (2016). Proyecto de Pre-Factibilidad de Instalación de una Planta de Producción de Biodiesel a Partir de Algas Marinas (Proyecto de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Ra, C., Chang, K., Kyoung, K., & Choul, L. (2015). Cultivation of four microalgae for biomass and oil production using atwo-stage culture strategy with salt stress. *Renewable Energy* 80, 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.02.002>

Ramos, F., Díaz, M. & Villar, M. (2016). Biocombustibles. *Ciencia Hoy* 25 (147), 69-73.

Rezania, S., Oryani, B., Park, J., Hashemi, B. & Kumar, K. (2019). Review on transesterification of non-edible sources for biodiesel production with a focus on economic aspects, fuel properties and by-product applications. *Energy Conversion and Management* 1 (201). <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112155>

Rocha, J., Llanes, E., Celi, S. & Peralta, D. (2019). Efecto de la Adición de Biodiésel en el Rendimiento y la Opacidad de un Motor Diésel. *Información Tecnológica* 30(3), 137-146. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300137>

Rodríguez, M. (2017). Desarrollo de un sistema de control predictivo de la temperatura en un reactor de transesterificación (tesis de Maestría). Universidad Católica de Chile. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9404/RODRIGUEZ_MARIELA_SISTEMA_CONTROL_TEMPERATURA_TRANSESTERIFICACION.pdf

Sánchez, L. (2016). Estudios sobre la utilización de biomasa algal como materia prima alternativa para la producción de bioetanol (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Mar del Plata.

Serrano, L. (2012). Estudio de cuatro cepas nativas de microalgas para evaluar su potencial uso en la producción de biodiesel (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10636/299883.2012.pdf>

Tejada, L. et al. (2015). Caracterización y perfil lipídico de aceites de microalgas. *Revista Facultad de Ingeniería* 24(39), 43-54. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940776005>

Yuvraj, Vidyarthi, A. & Singh, J. (2016). Enhancement of *Chlorella vulgaris* cell density. *Korean Journal of Chemical Engineering* 33(8), 2396-2405. <https://doi.org/10.1007/s11814-016-0087-5>

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, 326

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

Biomarcadores 327, 328, 329

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
Glândula mamária 326, 327, 328, 329, 330
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

Lactação 326, 327, 329, 330

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, 327, 329
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, 326
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