

VOL V

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021

VOL V

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS

(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021



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

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

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

Conselho Editorial

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. 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 Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
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
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. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro
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
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas



Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, USA
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros
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. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Dr.ª Lúvia do Carmo, Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia
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
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maurícea Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

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

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo V / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Edição bilingue
ISBN 978-65-87396-34-7
DOI 10.37572/EdArt_290421347

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

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

APRESENTAÇÃO

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

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem, o social e sobre a gestão.

Este Volume V traz 28 artigos de estudiosos de diversos países: são 18 trabalhos de autores da Argentina, Canadá, Colômbia, Cuba, Espanha, México e Portugal e dez trabalhos de pesquisadores brasileiros, divididos em três eixos temáticos.

Os dez trabalhos organizados sob o eixo temático **Clima, Solo e Água** desenvolvem temas relativos à importância desses elementos para a manutenção dos ecossistemas. Os 14 títulos que compõem o eixo temático **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, por outro lado, apresentam estudos sobre diferentes formas de se diminuir, reverter ou harmonizar as consequências da atividade humana sobre o meio ambiente. Seguindo a mesma linha, o eixo **Resíduos Agrícolas e Logística Reversa** traz quatro trabalhos que finalizam este importante volume.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

CLIMA, SOLO E ÁGUA

CAPÍTULO 1.....1

LA VEGETACIÓN EN UN MUNDO CAMBIANTE: ESTADO BASAL, ESTABILIDAD Y RESILIENCIA DE UN SISTEMA COMPLEJO

Eduardo Alberto Pérez-García

Rodrigo Muñoz

Jorge A. Meave

DOI 10.37572/EdArt_2904213471

CAPÍTULO 2.....24

SALT AFFECTED SOILS IN PROTECTED PRODUCTIVE SYSTEMS. IRRIGATION WATER AND PRODUCTIVE MANAGEMENT

Margarita M. Alconada Magliano

Luciano Juan

DOI 10.37572/EdArt_2904213472

CAPÍTULO 3..... 40

CAMBIOS EN PROPIEDADES FÍSICO-HÍDRICA DE SUELOS PERTENECIENTES A UNA MICROCUENCA DEL ARROYO SAUCE CORTO EN LA PAMPAINTESSERRANA SUBHUMEDA ARGENTINA

Eduardo de Sá Pereira

Gonzalo Arroquy

Alberto Raul Quiroga

Cristian Álvarez

Romina Fernández

Juan Alberto Galantini

DOI 10.37572/EdArt_2904213473

CAPÍTULO 4.....55

PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA AÉREA DEL COMPONENTE HERBÁCEO DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA LLANURA ONDULADA DEL SUR DE CÓRDOBA

José Omar Plevich

Marco Jesús Utello

Santiago Ignacio Fiandino

Juan Carlos Tarico

Ángel Ramón Sanchez Delgado

Javier Enrique Gyenge

DOI 10.37572/EdArt_2904213474

CAPÍTULO 5..... 65

DETECCIÓN DE CAMBIOS CON IMÁGENES DE SATÉLITE EN EL DEPARTAMENTO PELLEGRINI, SANTIAGO DEL ESTERO

[Liria Boix](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213475

CAPÍTULO 6..... 74

CAMBIOS EN EL PROMEDIO DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL DEL SUDOESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

[Silvia Patricia Pérez](#)

[Mariano Tomás Cassani](#)

[Marcelo Juan Massobrio](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213476

CAPÍTULO 7 84

INTEGRACIÓN DE MODELOS HIDRÁULICOS Y FOTOVOLTAICOS EN BOMBEO SOLAR

[Jorge Cervera Gascó](#)

[Miguel Ángel Moreno Hidalgo](#)

[Jesús Montero Martínez](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213477

CAPÍTULO 8..... 95

PREDICCIÓN DE LA IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL DIARIA MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

[Francisco Javier Diez](#)

[Luis Manuel Navas Gracia](#)

[Andrés Martínez Rodríguez](#)

[Adriana Corrêa Guimarães](#)

[Leticia Chico Santamarta](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213478

CAPÍTULO 9..... 120

EFEITO DAS MUDANÇAS DO USO DA TERRA NAS PROPRIEDADES DOS SOLOS TEMPERADOS E TROPICAIS

[Dilier Olivera Viciado](#)

[Rodolfo Lizcano Toledo](#)

[Deborah Henderson](#)

[Paul Richard](#)

[Lisa Wegener](#)

[Alberto González Arcia](#)

DOI 10.37572/EdArt_2904213479

CAPÍTULO 10.....132
CHANGES IN SHRUB INVASION IN SOUTH AMERICA PROTECTED TEMPERATE
NATIVE FORESTS
Julian Alberto Sabattini
Rafael Alberto Sabattini
DOI 10.37572/EdArt_29042134710

AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

CAPÍTULO 11.....143
MANEJO AGROECOLÓGICO DO SOLO: ANÁLISE E CONSERVAÇÃO DE SOLOS NO
MODELO AGROFLORESTAL
William Ortega Gonçalves
Diego Resende Rodrigues
Marcus Vinicius da Silva Rodrigues
Igor Graciano
Erika Cosendey Toledo de Mello Peixoto
DOI 10.37572/EdArt_29042134711

CAPÍTULO 12152
DIAGNÓSTICO DE LA COMPLEJIDAD DE UN SISTEMA AGROSILVOPASTORIL EN
TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA
Eduardo Blanco Contreras
Alma Yasmin Moreno Esquivel
Emilio Duarte Ayala
Gerardo Zapata Sifuentes
Agustín Cabral Martell
DOI 10.37572/EdArt_29042134712

CAPÍTULO 13.....159
¿QUÉ ENSEÑAN LAS REDES ALIMENTARIAS ALTERNATIVAS A LAS POLÍTICAS
PÚBLICAS?
Martha Alicia Cadavid Castro
Luz Stella Álvarez Castaño
Sara Eloísa Del Castillo Matamoros
Diana Patricia Giraldo Ramírez
Lina María Vélez Acosta
DOI 10.37572/EdArt_29042134713

CAPÍTULO 14..... 168

METABOLITOS MAYORITARIOS DE DIOSPYROS REKOI Y SU CORRELACIÓN AMBIENTAL PARA APLICACIONES SUSTENTABLES

Antonio Hilario Lara-Rivera

Sinuhé Galván Gómez

Gabriela Rodríguez-García

Mario A. Gómez-Hurtado

Rosa Elva Norma del Río

Ernesto Ramírez-Briones

DOI 10.37572/EdArt_29042134714

CAPÍTULO 15..... 180

AMARANTO: UNA ALTERNATIVA DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA DE CALIDAD NUTRICIONAL EN LA NORPATAGONIA ARGENTINA

Maria Fany Zubillaga

Juan José Gallego

Maite Alder

DOI 10.37572/EdArt_29042134715

CAPÍTULO 16.....193

HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA DE SEMENTES EM REGIÕES SEMIÁRIDAS E SUAS IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS: UMA REVISÃO COM FOCO NA FLORESTA TROPICAL SECA BRASILEIRA

Joana Paula Bispo Nascimento

Marcos Vinicius Meiado

DOI 10.37572/EdArt_29042134716

CAPÍTULO 17220

USO DE NUTRAGREEN® COMO TRANSPORTADOR COLOIDAL PARA REDUCIR EL USO DE FERTILIZANTES Y PESTICIDAS EN PERAL

Guzmán Carro-Huerga

Álvaro Rodríguez-González

Sara Mayo-Prieto

Samuel Álvarez-García

Santiago Gutiérrez

Pedro Antonio Casquero Luelmo

DOI 10.37572/EdArt_29042134717

CAPÍTULO 18228

CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS SIPAS

[Gustavo Adolfo Alegría Fernández](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134718

CAPÍTULO 19238

LEITE A PASTO EM SISTEMA DE PASTOREIO RACIONAL VOISIN (PRV) COMO FORMA DE RESISTÊNCIA À “SOJIFICAÇÃO DA SOCIEDADE”: O CASO DA FAMÍLIA SCHIMITH DA ROCHA

[Tatiana Aparecida Balem](#)

[Ricardo Lopes Machado](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134719

CAPÍTULO 20255

RESGATE E REPRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO CRIOULO NO ASSENTAMENTO VALE DA ESPERANÇA

[Luís Pedro Alves Gonçalves](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134720

CAPÍTULO 21261

A PNATER E OS DESAFIOS IMPOSTOS ÀS ENTIDADES PÚBLICAS DE ATER: O CASO DA EMPAER EM MATO GROSSO

[Murilo Didonet de Moraes](#)

[Antonio Lázaro Sant’Ana](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134721

CAPÍTULO 22271

CULTURA & DESENVOLVIMENTO RURAL - O TEATRO REGIONAL DA SERRA DE MONTEMURO – PORTUGAL

[Maria Lúcia de Jesus Pato](#)

[Vitor Manuel Pinto de Figueiredo](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134722

CAPÍTULO 23281

TOURIST MOTIVATIONS TOWARDS THE HERITAGE OF THE NATIONAL PARK “PICOS DE EUROPA”

[Orlando Simões](#)

[Isabel Dinis](#)

[Rui Gomes](#)

DOI 10.37572/EdArt_29042134723

CAPÍTULO 24289

ATIVIDADES COMO BOLSISTA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA NO JARDIM BOTÂNICO DO RECIFE

Brendo Ramonn Coutinho Paes
Bruno Leal Viana
Adalberto Francisco da Silva Júnior
Eduarda Maria Ribeiro dos Santos
Elmir Bezerra de Lima
Karina de Macena Silva
Maria Isabela Carvalho dos Santos Lima

DOI 10.37572/EdArt_29042134724

RESÍDUOS AGRÍCOLAS E LOGÍSTICA REVERSA

CAPÍTULO 25296

REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO ADSORBENTES DE BAJO COSTO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS Y EFLUENTES

Néstor Caracciolo
María Natalia Piol
Andrea Beatriz Saralegui
Susana Patricia Boeykens

DOI 10.37572/EdArt_29042134725

CAPÍTULO 26 311

CARACTERIZAÇÃO POR DRX DE BIOCOMPÓSITOS A BASE DE PLA CARREGADOS COM RESÍDUOS DO CAROÇO DE MANGA E NANO-ORGANO-MONTMORILONITA

Edla Maria Bezerra Lima
Antonieta Middea
Jessica Fernandes Pereira
Ingrid Cristina Soares Pereira
Natália Rodrigues Rojas dos Santos
Renata Nunes Oliveira
Reiner Neumann

DOI 10.37572/EdArt_29042134726

CAPÍTULO 27.....318

DESENVOLVIMENTO DE CARBOXIMETILCELULOSE A PARTIR DO RESÍDUO DO MILHO PRODUZIDO EM COXIM-MS E REGIÃO

Felicia Megumi Ito
Adriana Gomes Pereira da Silva
Talina Meirely Nery dos Santos
Geziel Rodrigues de Andrade
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
DOI 10.37572/EdArt_29042134727

CAPÍTULO 28329

RESPONSABILIDADES E RISCOS COMPARTILHADOS? A COMUNICAÇÃO DE RISCOS NA LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS

Daniela de Ulysséa Leal
Ivonete da Silva Lopes
DOI 10.37572/EdArt_29042134728

SOBRE O ORGANIZADOR.....344

ÍNDICE REMISSIVO 345

CAPÍTULO 14

METABOLITOS MAYORITARIOS DE *DIOSPYROS REKOI* Y SU CORRELACIÓN AMBIENTAL PARA APLICACIONES SUSTENTABLES

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 25/02/2021

Mario A. Gómez-Hurtado

Instituto de Investigaciones
Químico Biológicas
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo,
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.
México.
<https://orcid.org/0000-0002-2386-4819>

Antonio Hilario Lara-Rivera

Centro de Bachillerato Tecnológico
Agropecuario No. 293,
“Ing. Edmundo Taboada Ramírez”,
Zapotlán El Grande, Jalisco.
Carretera Ciudad Guzmán-El grullo km.105.
Parque industrial Zapotlán 2000, C.P. 49000,
Ciudad Guzmán, Jal, México.
<https://orcid.org/0000-0002-8739-9610>

Rosa Elva Norma del Río

Instituto de Investigaciones
Químico Biológicas
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo,
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.
México.
<https://orcid.org/0000-0001-8932-552X>

Sinuhé Galván Gómez

Instituto de Investigaciones
Químico Biológicas
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo,
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.
México.
<https://orcid.org/0000-0001-6006-8523>

Ernesto Ramírez-Briones

Centro Universitario de Ciencias Biológico
Agropecuarias
Universidad de Guadalajara,
Camino Ramón Padilla Sánchez 2100,
Nextipac, Zapopan, Jal. México
<https://orcid.org/0000-0002-1428-2542>

Gabriela Rodríguez-García

Instituto de Investigaciones
Químico Biológicas
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo,
Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Mich.
México.
<https://orcid.org/0000-0002-9840-9968>

RESUMEN: Con el fin de proteger e incrementar el conocimiento científico, así como el uso sustentable de especies del género *Diospyros* (Ebenaceae), particularmente, de especies con limitada distribución y consumo, en el presente trabajo se discute el metabolismo de los componentes mayoritarios de las hojas de

*D. reko*i, los cuales son la base de una potencial estrategia para el uso racional de especies vegetales nativas, que propicie la conservación del entorno donde éstas se desarrollan, y que puedan ser aprovechadas de tal manera que sirvan como un recurso adicional para el desarrollo económico de su zona de crecimiento. El estudio está basado en los resultados del análisis químico por Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masa (CG/EM) del extracto metanólico de hojas de *Diospyros reko*i, la cual fue colectada en el occidente de México. Las muestras vegetales se tomaron en las distintas estaciones del año, permitiendo observar variaciones interesantes de los componentes mayoritarios, los cuales cuentan con aplicaciones médicas e industriales, particularmente, en alimentación y cosmética. La correlación química, metabólica y ambiental permitió visualizar el potencial aprovechamiento sustentable para esta especie. Este análisis podría ser la base para futuros estudios que permitan establecer el uso sustentable de especies nativas en América y el mundo, de igual manera, aprovechar y conservar ecosistemas en beneficio de frenar el cambio climático y el uso desmedido del suelo.

PALABRAS CLAVE: Zapotillo. Ebenaceae. Estrategias sustentables. Fitoquímica. Silvestre.

DIOSPYROS REKOI MAJORITY METABOLITES AND THEIR ENVIRONMENTAL CORRELATION FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS

ABSTRACT: In order to protect and increase scientific knowledge, as well as the sustainable use of species of the genus *Diospyros* (Ebenaceae), particularly of species with limited distribution and consumption, in this work the metabolism of the major components of the leaves of *D. reko*i is discussed, which are the basis of a potential strategy for the rational use of native plant species, which promotes the conservation of the environment where they develop, and that can be used in such a way that they serve as an additional resource for the economic development of your growth zone. The study is based on the results of the chemical analysis by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC / MS) of the methanolic extract of *Diospyros reko*i leaves, which was collected in western Mexico. The plant samples were taken in the different seasons of the year, allowing to observe interesting variations of the majority components, which have medical and industrial applications, particularly in food and cosmetics. The chemical, metabolic and environmental correlation allowed to visualize the potential sustainable use for this species. This analysis could be the basis for future studies that allow to establish the sustainable use of native species in America and the world, in the same way, to take advantage of and conserve ecosystems in benefit of curbing climate change and excessive use of the soil.

KEYWORD: Zapotillo. Ebenaceae. Sustainable strategies. Phytochemical. Wild.

1 INTRODUCCIÓN

Los metabolitos secundarios no actúan directamente en asimilar nutrientes de la planta, estos suelen servir para protegerla. Esta capacidad de respuesta ante factores

bióticos y abióticos se asocia a las propiedades curativas que comúnmente se les confiere a las plantas, pues la diversidad de metabolitos que poseen les atribuye estas características terapéuticas (Azcón-Bieto et al., 2013). Para los químicos de productos naturales, estas características vegetales son de suma importancia, debido a ello, se han logrado aislar moléculas para sintetizar fármacos y/o materias primas que actualmente se encuentran en el mercado (Ferraro et al., 2012). Ejemplos de compuestos químicos de origen vegetal que sobresalen por su aplicación son el taxol, que es un agente quimioterápico aislado por primera vez de la corteza del árbol americano *Taxus brevifolia*, y que es usado en todo el mundo para tratar el cáncer de ovario, mama, pulmón, y que ha sido la base para diseñar nuevos fármacos, como el cabazitaxel, cuya efectividad contra el cáncer de próstata lo ha situado como el medicamento de preferencia para combatir esta afección (Abidi, 2013). En términos de prevención de enfermedades crónicas degenerativas se puede ubicar al esteviósido, un edulcorante no calórico presente en las hojas *Stevia rebaudiana*, nativa de Paraguay, cuya aplicación industrial ha sido evidente a nivel global, al grado de que ha sido ingrediente en variantes de bebidas gaseosas reconocidas a nivel mundial (Durán et al., 2012). Como se aprecia en los ejemplos anteriores, el potencial industrial de especies vegetales de América es notable, no obstante, es necesario llevar a cabo estudios químicos que den soporte científico a futuros usos, también es importante considerar el aprovechamiento racional y sustentable de estas especies vegetales, de tal manera que el impacto ambiental sea despreciable.

La familia Ebenaceae se distribuye por todo el mundo y cuenta con siete géneros y alrededor de 500 especies, de éstas, en el continente americano se ubican alrededor de 100, y unas 20 se han encontrado en el territorio mexicano, destacando aquellas del género *Diospyros* por ser el principal representante en este país, y por el consumo del fruto de algunas de sus especies, como *D. digyna* (Arellano-Gómez et al., 2005). En su mayoría, las especies del género son árboles dioicos de porte bajo y medio, caducifolios y siempre verdes (Ramírez-Briones et al., 2019). Se trata del género más grande de Ebenaceae, y se caracteriza por la ausencia de látex y tener flores unisexuales (Medina et al., 2001). A lo largo de regiones pantropicales se han localizado especies del género, todas estas comparten fitoquímicos con características terapéuticas, entre las que destacan actividades antioxidantes, anti-inflamatorias, analgésicas, antihipertensivas, cardioprotectoras, antidiabéticas, neuroprotectoras, citotóxicas y antimicrobianas, propiedades insecticidas y aplicaciones cosméticas (Rauf et al., 2017, Vijayan et al., 2020). La especie *D. kaki*, nativa de Asia Oriental, China, Japón y Korea (Singh y Joshi 2011) ha destacado por su vasta gama de actividades biológicas (Chen et al., 2020), lo cual motiva a las exploraciones fitoquímicas de especies nativas de América (García et

al., 2015), particularmente, sobre aquellas que no cuenten con estudios preliminares. El conocimiento de la composición química de especies vegetales endémicas puede favorecer su uso racional, conservación de la especie y el entorno, así como el desarrollo económico de su zona de crecimiento.

Diospyros rekoï (Figura 1), también llamado “zapotillo negro”, con presencia en zonas de Jalisco y Michoacán pertenecientes a la cuenca de Chapala, en localidades con bosque tropical caducifolio y encinar; es utilizado de manera marginal y se aprovechan principalmente los frutos, que se consumen por personas que se dedican al pastoreo de ganado, la medicina tradicional sugiere su uso para el tratamiento de hipertensión, diabetes y afecciones respiratorias. En recientes trabajos dirigidos al entendimiento de la composición química de especies mexicanas de *Diospyros* se ha determinado la presencia de flavonoides, polifenoles, ácidos fenólicos, cumarinas, antocianinas, terpenos y taninos en ejemplares silvestres, así como su correlación metabólica con especies domesticadas del género, como *D. dígyna* (Ramírez-Briones et al., 2019). En este capítulo se correlacionan a los componentes mayoritarios del extracto metanólico de hojas de *D. rekoï*, determinados mediante GC/EM, con su variación de abundancia a lo largo de las cuatro estaciones del año, así como con su potencial aprovechamiento racional y sustentable.

Figura 1. Sitio de colecta y detalle de hoja, tallos y fruto de *D. rekoï*.



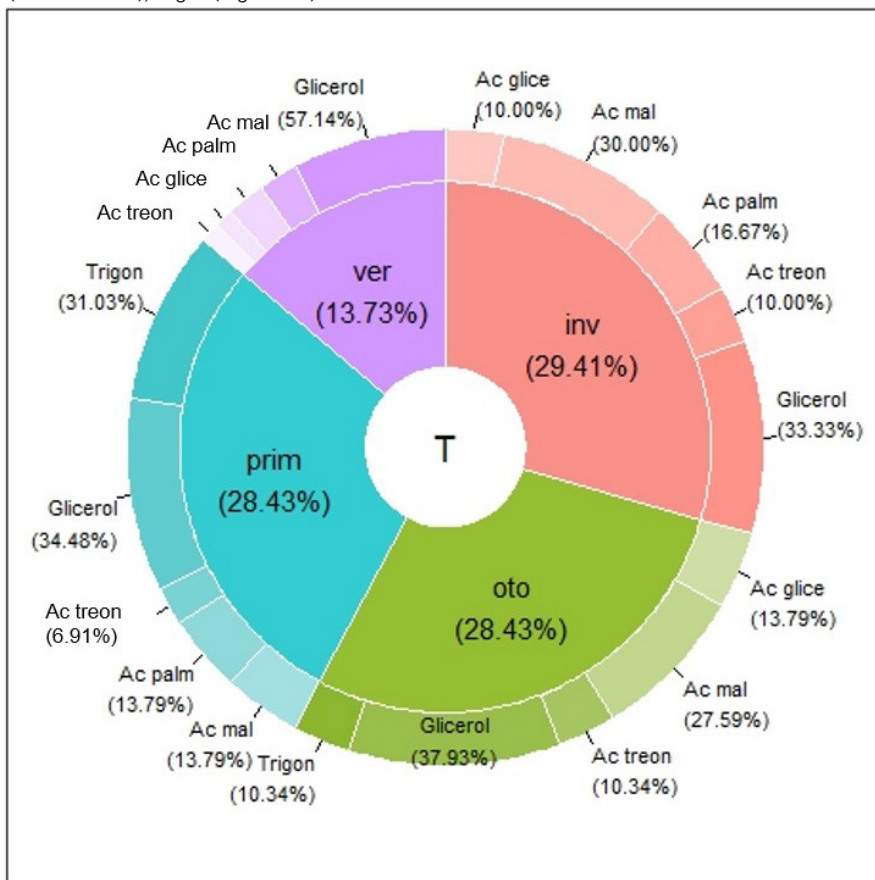
2 ANÁLISIS FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE *D. REKOI*

Las hojas de *D. rekoï* fueron empleadas para obtener los extractos metanólicos para el análisis fitoquímico. Las colectas se realizaron durante el ciclo anual invierno-otoño del 2018 empleando cinco árboles silvestres del municipio de Teocuitatlán de Corona, Jalisco, México (20°10'40.2"N 103°24'59.9"O), dentro de una comunidad de selva baja caducifolia con una precipitación promedio de 500 mm.

Basado en los porcentajes de abundancia (Ramirez-Briones et al., 2019), variaciones en los porcentajes de los componentes mayoritarios fueron observadas a lo largo del estudio (Figura 2). En primavera, los metabolitos dominantes son el glicerol y la trigonelina. Las estaciones de otoño e invierno mostraron similitudes en la composición química de los extractos, debido a que los componentes mayoritarios fueron glicerol y ácido málico. Las estructuras químicas de estos compuestos pueden apreciarse en la Figura 3. Finalmente, pudo apreciarse que las concentraciones de metabolitos identificados en verano resultaron bajas en comparación con el resto de las muestras.

Como puede apreciarse, el glicerol domina en abundancia en los extractos metanólicos de *D. rekoï*, este compuesto posee capacidades humectantes, pues su base hidrocarbonada de tres átomos de carbono le confiere polaridad disminuida, no obstante, las funcionalidades hidroxilo favorecen interacciones polares, de tal manera que este compuesto genera una adecuada afinidad hacia el agua (hasta 5 M a 20 °C), lo cual lo hace una materia prima muy versátil (Hu et al., 2014., Rodríguez et al., 2019). Por su parte, la trigonelina es un interesante heterociclo aromático con esqueleto base de piridina, el cual se incluye en el grupo de alcaloides derivados del ácido nicotínico. Este compuesto se encuentra comúnmente en los granos de café, contribuyendo al amargor de esta bebida, y su ocurrencia depende del tostado que a este se le proporcione. La literatura reporta estudios de esta molécula presenciando actividades que ayudan a mejorar la memoria, se ha demostrado en neuronas corticales de rata que tiene la capacidad de regenerar dendritas y axones. En humanos, se ha encontrado que a dosis de 500 mg muestra efecto hipoglucemiante (Van Dijk, et al., 2009). Otro impacto tangible de esta clase de compuestos son los análogos comerciales del ácido nicotínico con aplicación analgésica, antiinflamatoria y antipirética (AINES), varios de ellos se aplican en la medicina humana como el clonixin, y ácido mefenámico, y otros más en la veterinaria, como el flunixin (Khalil et al., 2013).

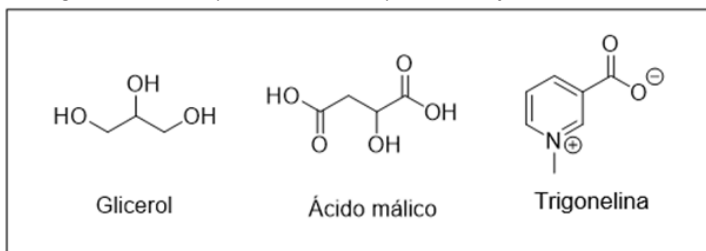
Figura 2. Distribución de metabolitos por temporada (prim (primavera), ver (verano), oto (otoño), inv (invierno) e identificación de los mayoritarios (Ac. Glice (ácido glicérico), Ac. Mal (ácido málico), Ac. Palm (ácido palmítico), Ac. Treon (ácido treónico), Trigon (trigonelina).



En adición, el ácido málico se emplea para regular la acidificación de alimentos y bebidas, por ejemplo, Carvalho y Curvelo-García, en el 2000, describen al compuesto como uno de los mejores agentes acidificantes en vinos ya que no produce precipitaciones de sales y su pH resulta muy poco alterado. Por otro lado, se describe un polímero derivado del ácido *L*-málico comúnmente aislado de hongos, que es capaz de condensar al respectivo ácido en laboratorio, y se le atribuyen propiedades biomédicas y farmacéuticas, ya que en agregados macromoleculares con clofamizina, un principio antituberculoso, disminuye efectos secundarios que incluyen alteraciones digestivas y pigmentación cutánea. Debido al eficaz mecanismo de selección del polímero se ha desarrollado un fármaco denominado Polycefin que consiste en el polímero unido a diferentes péptidos, este medicamento puede atravesar la barrera hematoencefálica combatiendo el cáncer de cerebro (Portilla-Arias et al., 2008). La presencia de la mezcla de ácido málico en las hojas de *D. reko*i constituye una fuente potencial de la materia

prima que se necesitaría para formar este agregado macromolecular constituido con unidades monoméricas de ácido *L*-málico justificando su interés en su actividad como como un vector farmacológico selectivo.

Figura 3. Fórmulas químicas de los componentes mayoritarios en *D. rekoj*.



3 CORRELACIÓN DEL METABOLISMO DE *D. REKOJ* CON LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE SU ENTORNO

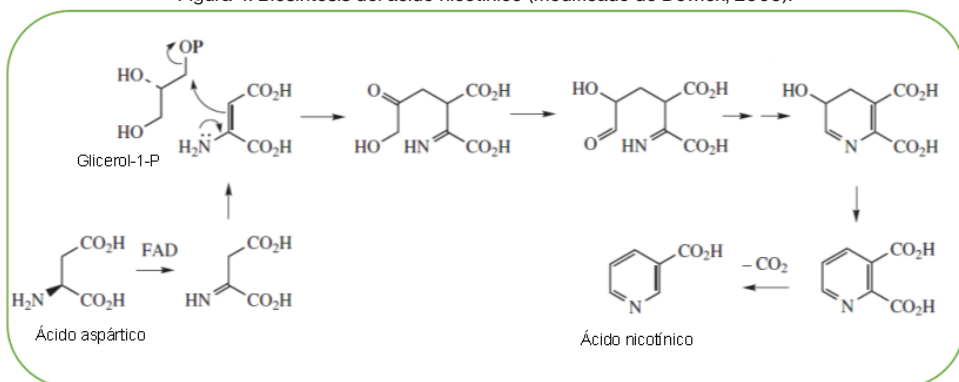
De acuerdo a los principios adaptativos de las especies vivas del planeta, variaciones morfológicas garantizan la supervivencia y permanencia de estas, no obstante, la evolución también va acompañada de variaciones bioquímicas que armonizan las necesidades metabólicas de acuerdo al entorno de un determinado lapso de tiempo (Tissier et al., 2015). Lo anterior parece manifestarse en *D. rekoj* a lo largo de un ciclo anual.

En la zona de crecimiento de *D. rekoj*, la temperatura media anual es de 21 °C, y muestra un gradiente de temperaturas que van desde los 14 °C (mínima) hasta 36 °C (máxima). El clima es semiseco en otoño. Durante el invierno y primavera prevalece el clima seco y semicálido (enero-abril), y la temporada de lluvia surge con el verano. Los vientos son de dirección variable (Trejo-Vázquez, 1999).

Lo anterior sugiere que la presencia de glicerol en altas concentraciones está asociada a las temperaturas elevadas y baja precipitación de las estaciones de invierno-primavera. Puede deducirse que dichas condiciones ambientales favorecen la baja disponibilidad de nutrientes y agua, por lo que la degradación de triglicéridos y ácidos grasos para la obtención de acetil-CoA es dominante. A pesar de lo anterior, la clara adaptación de la especie a su entorno puede establecerse, ya que en el estudio no fue detectada la presencia de malondialdehído, un metabolito de referencia en procesos de estrés vegetal, que puede desatarse por factores ambientales (Morales y Munné-Bosch 2019). En adición, las propiedades humectantes del glicerol pueden estar asociadas a una estrategia adaptativa para disminuir efectos de deshidratación por el clima a la vez que obtiene sustratos energéticos. En relación al ácido málico, este es un intermediario metabólico dentro del ciclo de Krebs, que demuestra tanto la actividad bioquímica

mitocondrial como procesos metabólicos a nivel de citosol (Pott et al., 2019), lo que sugiere la alta adaptabilidad de la especie a las condiciones más extremas que pueden ocurrir en su zona de desarrollo. Finalmente, la trigonelina podría jugar un papel como osmolito, y asociarse a la adaptabilidad de la especie pese al aparente estrés ambiental (Rajasekaran et al., 2001). Esta sustancia también podría revelar una estrategia metabólica de alta optimización de la economía molecular en procesos bioquímicos en *D. rekoj*, ya que, el esqueleto base de esta molécula se genera a partir de glicerol-1-fosfato, un recurso abundante en la planta, como puede inferirse con base en lo anteriormente discutido. La condensación de esta molécula con derivados del aminoácido ácido aspártico, y la posterior ciclización favorecida por procesos tautoméricos conlleva a la formación del ácido nicotínico, esqueleto base de la trigonelina como muestra la Figura 4 (Dewick, 2009).

Figura 4. Biosíntesis del ácido nicotínico (modificado de Dewick, 2009).



4 APROVECHAMIENTO RACIONAL DE *D. REKOJ* PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN INDUSTRIAL

Diversos recursos naturales de uso industrial obtenidos de fuentes vegetales silvestres actualmente son empleados en la vida cotidiana. Uno ejemplo de lo anterior es la colecta de resina de pinos, cuya productividad es dominada por países que impactan positivamente la economía global, como China, Brasil, Indonesia, India y México (Cunningham, 2012). Las estrategias de productividad de esta materia prima se enfocan en mantener el entorno natural de los árboles empleados para estos fines, lo que ayuda a mantener la flora y fauna nativa, con un mínimo de invasión durante el proceso, y a la vez, apoya el desarrollo económico de las comunidades insertadas en el entorno, permitiendo generar conciencia de sustentabilidad, y por ende de conservación, toda vez que el ciclo virtuoso generado por estas prácticas económico-ambientales garantizan el bienestar común.

La selva baja caducifolia, al ser un ambiente predominantemente semiseco podría sugerir una aparente limitación de aprovechamiento sustentable en la mayor parte del ciclo anual, sin embargo, la adaptabilidad y actividad metabólica de especies nativas, como en *D. Rekoï* propone lo contrario. La cadencia metabólica que se avizora con el escrutinio de metabolitos presentes en hojas plantea el aprovechamiento sistemático de materias primas de uso industrial, principalmente en el área de la cosmética, debido a las concentraciones de glicerol establecidas en el análisis fitoquímico, la cual tiene un impacto económico anual cercano a los 400,000 millones de dólares (Varrone et al., 2013). Así, en primavera, la época de mayor actividad metabólica de *D. rekoï* puede aprovecharse la extracción de glicerol y trigonelina con la primera poda anual. Interesantemente, las concentraciones de trigonelina en esta época del año es competitiva con especies vegetales que se distinguen en países asiáticos por la presencia de este metabolito, como *Murraya paniculata* y *Mirabilis jalapa* (Ashihara y Watanabe, 2014). Para la temporada de verano, la época más húmeda del año puede ser el tiempo de recuperación de la especie vegetal, lo cual no limita el aprovechamiento de otras especies del entorno cuyo metabolismo se activa con el temporal, entre las que pueden encontrarse especies del género *Caesalpinia*, de las que se ha sugerido su aprovechamiento para la generación de energías sustentables, principalmente, biodiesel (Pamatz-Bolaños et al., 2018; Adewuyi y Oderinde, 2014; Kulkarni et al., 2008; Razia et al., 2012).

Las épocas de otoño e invierno pueden resultar de alto interés debido a la obtención de la mezcla glicerol-ácido málico como componentes mayoritarios, pues al ser ambos empleados en la industria cosmética, podrían aportar un producto de valor agregado. Es pertinente comentar que el ácido málico es utilizado como agente renovador de tejido cutáneo, por lo que se le atribuyen propiedades conservantes y anti-edad, reductor de arrugas y líneas de expresión. Estas propiedades, además del origen natural y las actuales tendencias de frenar el impacto negativo ambiental de malas prácticas industriales, podrían llamar rápidamente la atención del sector productivo.

5 CONCLUSIONES

El estudio fitoquímico de las hojas de *Diospyros rekoï* realizado a lo largo de un ciclo anual permitió establecer la presencia de glicerol, ácido málico y trigonelina como metabolitos mayoritarios, principalmente en primavera, otoño e invierno. Estos compuestos son reconocidos por sus aplicaciones en productos cosméticos y/o como principios activos naturales. La relación metabólica de los compuestos mayoritarios con el clima sugiere la completa adaptabilidad de la especie vegetal, lo que permitiría llevar a cabo el aprovechamiento sustentable de estos compuestos, principalmente en

el área cosmética y farmacéutica. Un futuro plan de aprovechamiento sustentable podría ser desarrollado considerando múltiples factores como, entorno ambiental, población vegetal, fauna y población humana, para establecer la viabilidad y optimización del uso de *D. reko* como una nueva fuente de materia prima de valor agregado.

REFERENCIAS

Abidi A. (2013). **Cabazitaxel: A novel taxane for metastatic castration-resistant prostate cancer-current implications and future prospects.** Journal of pharmacology & pharmacotherapeutics, 4(4), 230–237

Adewuyi, A., and R. A. Oderinde. 2014. **Fatty acid composition and lipid profile of Diospyros mespiliformis, Albizia lebbeck, and Caesalpinia pulcherrima seed oils from Nigeria.** International Journal of Food Science 2014:1–6

Arellano-Gómez, L., Saucedo-Veloz, C., Arévalo-Galarza (2005). **Cambios bioquímicos y fisiológicos durante la maduración de frutos de zapote negro (Diospyros digyna Jacq.).** Agrociencia, 39(2), 173-181

Ashihara, H., y Watanabe S. (2014). **Accumulation and Function of Trigonelline in Non-leguminous Plants.** Natural product communication. 9(6). 795-798.

Azcón-Bieto, J.; Talón, M. (2013). **Fundamentos de fisiología vegetal**, segunda ed. Aravaca (Madrid). McGrawHill.

Betancourt-Aguilar, C.; Mello-Prado, R.; Castellanos-González, L.; Silva-Campos, C. (2016). **Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y su uso en el suelo.** Cultivos Tropicales. 37(3), 7-14.

Carvalho, E.; Curvelo-García, A. (2000). **Application des acides L-tartrique, L-lactique et DL-malique dans L'acidification des mouts et des vins.** Ciência e Técnica Vitivinícola. 15(2), 65-73.

Chen, L.; Guo, Y.; Alsaif, G.; Gao, Y. (2020) **Total flavonoids isolated from Diospyros kaki L. f. leaves induced apoptosis and oxidative stress in human cancer cells.** Anticancer Research, 40, 5201-5210.

Cunningham, A. (2012). **Pine resin: biology, chemistry and applications.** Pine tapping recent advances. Boston: PCA, 1-8

Durán A, Samuel, Rodríguez N, María del Pilar, Córdón A, Karla, & Record C, Jiniva. (2012). **Estevia (stevia rebaudiana), edulcorante natural y no calórico.** Revista chilena de nutrición, 39(4), 203-206.

Paul M. Dewick (2009). **Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach**, 3rd Edition. Ed. John Wiley & Sons, Ltd

Ferraro, G.; Martino, V.; Bandoni, A.; Nadinic, J. (2012). **Fitocosmética fitoingredientes y otros productos naturales.** Eudeba. Buenos Aires.

García, R.; Cuevas, J.; Segura, S.; Basurto, F. (2015). **Análisis panbiogeográfico de Diospyros spp. (Ebenaceae) en México.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6(1), 187-200.

Hu, J.; Yonghong, Z.; Jinfang, W.; Yongming, Z. (2014). **Glycerol affects root development through regulation of multiple pathways in Arabidopsis.** Plos one 9 (1), e86269.

Khalil, N., Mohamed E., Khaled, O., Mohamed, A., Sawsan A. (2013). **Synthesis of New Nicotinic Acid Derivatives and Their Evaluation as Analgesic and Anti-inflammatory Agents**. Chemical Pharmaceutical Bulletin 61(9) 933–940

Kulkarni, D. K., R. B. Bhagat, and V. N. Joshi. (2008) **Caesalpinia crista L. seed oil-a probable candidate for biodiesel**. Indian Journal of Tropical Biodiversity 16:93–96.

Medina, L.; Chiang, F. (2001). **Flora de Valle de Tehuacán-Cuicatlán**. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Morales, M., & Munné-Bosch S. (2019). **Malondialdehyde: Facts and Artifacts**. Plant physiology. 180, 1246-1250.

Pamatz-Bolaños, T., Cabrera-Munguia, D., González, H., Del Río, R., Rico, J., Rodríguez-García, G. Gutiérrez-Alejandre, A., Tzompantzi, F. & Gómez-Hurtado M. (2018) **Transesterification of Caesalpinia eriostachys seed oil using heterogeneous and homogeneous basic catalysts**. International Journal of Green Energy,15:8, 465-472,

Portilla-Arias, J.; García-Álvarez, M.; Muñoz-Guerra, S. (2008). **Polímeros biotecnológicos funcionalizados para aplicaciones biomédicas: el ácido poli(β ,L-málico)**. Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales. 28(1), 03-17.

Pott, D.M.; Osorio, S.; Vallarino, J.G. (2019). **From central to specialized metabolism: an overview of some secondary compounds derived from the primary metabolism for their role in conferring nutritional and organoleptic characteristics to fruit**. Frontiers in Plant Science. 10,835.

Rajasekaran, L.R., Aspinall, D., Jones, G., Paleg, L. (2001). **Stress metabolism. IX. Effect of salt stress on trigonelline accumulation in tomato**. Can J Plant Sci. 81(3), 487-498.]

Ramírez-Briones, E.; Rodríguez-Macias, R.; Salcedo-Pérez, E.; Ramírez-Chávez, E.; Molina-Torres, J.; Tiessen, A.; Ordaz-Ortiz, J.; Martínez-Gallardo, N.; Délano-Frier, J.P.; Zañudo-Hernández, J. (2019). **Seasonal changes in the metabolic profiles and biological activity in leaves of Diospyros digyna and D. rekoí “Zapote” Trees**. Plants. 8(11), 449.

Rauf, A.; Uddin, G.; Patel, S.; Khan, A.; Halim, S.; Bawazzer, S.; Ahmad, K.; Muhammad, N.; Mubarak, S. (2017). **Diospyros, an under-utilized, multi-purpose plant genus: A review**. Biomedicine & Pharmacotherapy. 91, 714-730.

Razia, S., S. Rubina., S. Nighat, A. Farhana, and G. Tahsin. (2012). **Characterization of the composition of Caesalpinia bonducella seed grown in temperate regions of Pakistan**. Journal of the American Oil Chemists' Society 89:1021–27.

Rodríguez, R., Liao, H.L., Chen, Y., Plascencia-Villa, G., Perry, G. (2019). **Single-channel permeability and glycerol affinity of human aquaglyceroporin AQP3**, Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – 1861(4), 768-775

Singh, S.; Joshi, H. (2011). **Diospyros kaki (Ebenaceae): A review**. Asian Journal of Research in Pharmaceutical Science. 1(3), 55-58.

Tissier, A; Ziegler, J; Vogt, T. (2015). **Specialized plant metabolites: diversity and biosynthesis. In: ecological biochemistry: environmental and interspecies interactions**. Ed: Krauss and Nies. Wiley 1(26), 14-37.

Trejo Vázquez, I. (1999). **El clima de la selva baja caducifolia en México**. Investigaciones Geográficas, 1(39)

Van Dijk, A.E., Olthof, M.R., Meeuse, J.C., Seebus, E., Heine, R.J., Van Dam, R.M. (2009). **Acute effects of decaffeinated coffee and major components chlorogenic and trigonelline on glucose tolerance.** *Diabetes Care.* 32(6), 1023-1025.

Varrone, C., Liberatore, R., Crescenzi, T., Izzo, G., Wang, A. (2013) **The valorization of glycerol: Economic assessment of an innovative process for the bioconversion of crude glycerol into ethanol and hydrogen.** *Applied Energy.* 105, 349-357

Vijayan, K.; Gopinathan, M.; Ambikapathy, V. (2020). **Phytochemical screening and antioxidant activity of *Diospyros ebenum* J. Koenig ex Retz., leaves extract.** *International Journal of Pharmaceutical Sciences & Research.*11(10), 5163-6.

SOBRE O ORGANIZADOR

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

Índice Remissivo

A

Ácidos húmicos 120, 121, 123, 130

Active tourism 282, 285

Adsorbentes de baixo custo 296, 297, 298, 299, 306

Agricultura de base ecológica 261, 267

Agricultura familiar 149, 162, 236, 241, 243, 245, 248, 254, 261, 263, 266, 267, 270

Agricultura industrial 228, 229, 230

Agricultura sustentável 160, 220

Agriculturização 41, 43, 47

Agrobiodiversidade 255, 256, 257, 259

Agroecologia 144, 146, 149, 151, 159, 161, 162, 236, 237, 252, 253, 254, 260, 261, 269, 270, 341

Agrofloresta 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151

Agrotóxicos 238, 249, 250, 252, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343

Área de Proteção Permanente 143, 144

Aridez 152, 157

Atividade leiteira 238, 240, 241, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 252

Avena sativa 55, 56, 57, 59

B

Baccharis spp 132, 133, 135, 140

Biocompósito 311, 312, 313, 314, 315, 316

C

Caatinga 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 215

Callejones 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

Cambio climático 2, 3, 14, 15, 42, 43, 52, 53, 74, 82, 169, 229, 307

Carboximetilcelulose 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326, 327

Compactación 41, 46, 48, 50, 51

Comunicação de Riscos 329, 331, 334

Comunidades vegetales funcionales 2, 15

Conhecimento agroecológico 255, 257, 259, 269
Conservação 143, 149, 193, 197, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 256, 260, 282, 290, 291, 292, 294
Conservación 2, 15, 16, 41, 52, 62, 157, 165, 169, 171, 175, 235
Contaminación 25, 38, 221, 223, 227, 235, 297, 298, 299, 307
Contaminación ambiental 221, 227, 299
Cultura 238, 239, 240, 241, 242, 243, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 260, 271, 272, 273, 274, 275, 277, 278, 279, 328
Cultura da soja 238, 239, 240, 241, 242, 243, 246, 247, 249, 251, 252

D

Densidad 5, 12, 41, 46, 49, 50, 51, 52, 69, 72, 98, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 180, 181, 183, 184, 185, 187, 188, 328
Desenvolvimento rural sustentável 254, 261, 269, 270, 271
Detección de cambios 65, 66, 67, 69, 70, 72, 78
Dinámica de la vegetación 1, 2, 4, 9, 11, 12, 13
DRX 311, 312, 313, 314

E

Ebenaceae 168, 169, 170, 177, 178
Ecológico 4, 5, 8, 11, 13, 15, 221, 222, 237, 251, 254, 269
Educação ambiental 289, 290, 291, 292, 333
Eficiencia del uso del agua 55, 56
Energías renovables 84, 85
Erosión 16, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 52, 53, 230, 235
Estabelecimento de plântulas 194, 203
Evapotranspiración 56, 57, 58, 67, 96, 116
Extensão rural 238, 241, 246, 248, 254, 260, 261, 263, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 329, 331, 333, 338, 341

F

Fechas de siembra 180, 181, 184, 186, 187, 234, 236
Fertilización 48, 180, 181, 183, 184, 185, 188, 236
Fitoquímica 169, 170

G

Germinação de sementes 194, 202, 206, 208, 209, 210, 212, 213, 214

Gestión 42, 44, 52, 63, 84, 85, 159, 163, 233

Grano 66, 69, 172, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

H

Herbácea 56, 57, 58, 62, 63, 182, 199

Heritage 280, 281, 282, 283, 287

Horticultura 124, 184, 213, 221, 227, 328

Huerta 131, 152, 153, 154, 155, 157, 158

I

Imágenes Landsat 65, 67, 68

Imágenes multitemporales 65, 69

Indicadores de sustentabilidad 228, 229, 231, 232, 233, 234

Índices de vegetación 65, 66, 67, 68, 69, 71

Inestabilidad climática 2, 5

Infiltración 16, 41, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 156

Insolación 96, 97, 98, 99, 115

Inteligencia computacional 95, 96

Investigación Acción Participativa 228, 229, 237

Irrigation water 24, 26, 27, 28, 29, 190

J

JBR 197, 289, 290, 291, 292, 293

L

Land change modeler 132, 136

Landsat 65, 67, 68, 73, 132, 133, 135, 142

Logística Reversa 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 338, 340, 341, 342, 343

M

Manejo do solo 121, 124

Manga 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317

Memória hídrica 194, 196, 198, 200, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214

Mezquite 152, 153, 154, 155, 157, 158

Modelo 9, 12, 68, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 111, 114, 115, 116, 124, 142, 143, 145, 146, 152, 154, 157, 158, 163, 228, 230, 231, 242, 250, 255, 256, 257, 262, 267, 282, 301, 322

Montemuro 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

O

Optimización 84, 101, 175, 177, 192, 299

Organo-argilominerais 311, 312, 313

P

Permeability 24, 26, 28, 35, 37, 178

Pesquisa 55, 122, 123, 124, 125, 129, 193, 196, 197, 198, 199, 240, 241, 243, 257, 261, 263, 264, 266, 267, 269, 270, 273, 274, 290, 291, 293, 294, 313, 320, 330, 335, 336, 344

“Picos de Europa” 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288

PLA 26, 29, 38, 311, 312, 313, 314, 315, 316

Plantio 143, 146, 147, 247, 255, 256, 257, 258, 260, 292, 318, 320

Polimérico, 312, 319, 321, 323, 324, 328

Política pública 160, 246

Predicción 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116

Produção de base ecológica 238, 249, 251, 252, 254

Protected area 132, 134, 138

R

Redes alimentarias alternativas 159, 160, 161

Relação E4/E6 121, 126, 129

Remote sensing 73, 132, 133, 135, 141

Restauração Florestal 144, 290

Riego 24, 25, 37, 38, 63, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 95, 101, 154, 156, 180, 181, 183, 184, 185, 188, 189, 235, 308

S

Salinization and sodification 24, 26, 27, 29

Saúde 265, 277, 319, 320, 329, 330, 331, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343

Segmentación de Series Hidrometeorológicas 74, 75, 79

Seguridad alimentaria y nutricional 160, 162, 167

Sementes 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 250, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 292, 293

Silvestre 169, 171, 172, 175

Solos temperados 120, 121, 122, 124

Solos tropicais 120, 121, 123, 125, 126, 129

Sustainable management 24, 283

Sustancia coloidal 220, 221, 222

Sustentable 16, 25, 37, 63, 76, 82, 83, 152, 153, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 189, 230, 231, 233, 237

T

Teatro 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Travel Cost Method 282, 284, 286, 288

V

Variabilidade 41, 42, 75, 79, 84, 89, 182, 183, 184

Z

Zapotillo 169, 171



**EDITORA
ARTEMIS**