

VOL III

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2025

VOL III

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2025



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

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

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

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, 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. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*

Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
 Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
 Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
 Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

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

E82 Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais III [livro eletrônico] /
Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis,
2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-45-1

DOI 10.37572/EdArt_280325451

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

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



INTRODUÇÃO

O campo das Ciências Agrárias e Ambientais é vasto e dinâmico, abrangendo uma diversidade de abordagens, técnicas e inovações essenciais para o avanço da agricultura, da pecuária e do manejo dos recursos naturais. Em um mundo em constante mudança, em que a sustentabilidade e a busca por soluções eficientes para os desafios ambientais são cada vez mais urgentes, a contribuição dos profissionais das agrárias se torna fundamental para a construção de um futuro mais equilibrado e saudável.

O Volume III de **Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais** reúne pesquisas de autores de diversas partes do mundo, contribuindo com uma série de investigações que exploram desde os fundamentos da agroecologia até as complexas interações entre os seres humanos e o meio ambiente. A primeira parte aborda questões cruciais relacionadas à sustentabilidade, desde a utilização de biopreparados como soluções ecológicas até a medição de emissões poluentes em processos produtivos, refletindo o compromisso com práticas agrícolas que buscam respeitar os ciclos naturais e minimizar impactos negativos no planeta.

Em seguida, somos conduzidos a uma viagem pelo campo da genética e do melhoramento de plantas, uma área essencial para garantir a segurança alimentar global e o uso mais eficiente dos recursos naturais. Através de uma análise detalhada, os estudos nos apresentam a diversidade genética e os avanços que permitem o desenvolvimento de culturas mais resilientes e produtivas.

O livro também nos convida a refletir sobre os diferentes aspectos do manejo de cultivos, abordando desde as propriedades físicas das madeiras tropicais até as técnicas agrícolas adaptadas a regiões semiáridas, sempre com o olhar atento para as melhores práticas agrícolas, que promovem uma integração harmoniosa entre o ser humano e a terra.

Por fim, encontramos uma seção dedicada à produção animal, que explora o papel fundamental da pecuária na alimentação e economia global, além das questões relacionadas à saúde animal. A conexão entre a produção e a saúde dos animais é uma chave para garantir a qualidade e a sustentabilidade dos sistemas produtivos, abrangendo desde práticas de manejo até o desenvolvimento de estratégias veterinárias inovadoras.

Através destes trabalhos, buscamos oferecer uma visão abrangente e integrada de diversos aspectos das ciências agrárias, com o objetivo de contribuir para o avanço do conhecimento, da pesquisa e da prática no campo. Este é um convite à reflexão sobre o papel fundamental que a ciência e a inovação desempenham na construção de um futuro agrícola mais sustentável, saudável e próspero para todos.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

AGROECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 1..... 1

BIOPREPARADOS AGROECOLÓGICOS COMO SOLUÇÃO BIOLÓGICA

Joana Maria Ferreira dos Santos Correia Simões
Daniela de Vasconcelos Teixeira Aguiar da Costa
Cristina Isabel de Victoria Pereira Amaro da Costa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254511

CAPÍTULO 2..... 21

EXPERIMENTAL MEASUREMENTS OF POLLUTING EMISSIONS FROM COMBINED FEED FACTORIES FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

Cristian Vasile

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254512

CAPÍTULO 3..... 30

ASOCIACIÓN DEL CULTIVO CACAHUATE (*Arachis hypogaea* L.) - MAÍZ (*Zea mays* L.) OCCIDENTAL AL SUROESTE DE GUANAJUATO

Alberto Calderón-Ruiz
Adriana Paola Martínez Camacho
Jorge Covarrubias-Prieto
Juan Carlos Raya-Pérez
Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla
Salvador Montes-Hernández
María Susana Acosta-Navarrete

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254513

CAPÍTULO 4..... 42

PRODUCCION DE BIOMASA EN MAIZ CON RIEGO POR GOTEO

Guillermo Jesuita Pérez Marroquín
Raul Berdeja Arbeu
Isidro López Sánchez
Ramiro Escobar Hernández
Fabian Enriquez Garcia
Marcos Perez Sato

Eutiquio Soni Guillermo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254514

GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS

CAPÍTULO 5..... 53

VARIACIONES ESPACIALES EN LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE *Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl.* EN EL ESTADO DE JALISCO

José German Flores-Garnica

Gabriela Ramírez-Ojeda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254515

CAPÍTULO 6..... 63

LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE *Pinus oocarpa*: UN RECURSO CLAVE PARA SU MEJORAMIENTO Y PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE RESINA

Miguel Ángel Vallejo Reyna

Mario Valerio Velasco García

Viridiana Aguilera Martínez

Hilda Méndez Sánchez

Liliana Muñoz Gutiérrez

Martín Gómez Cárdenas

Adán Hernández Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254516

GESTÃO E MANEJO DE CULTIVOS

CAPÍTULO 7..... 72

STUDY OF SOME PHYSICAL PROPERTIES OF FIVE TROPICAL WOOD SPECIES

Guadalupe Olvera-Licona

José Amador Honorato-Salazar

Flora Apolinar-Hidalgo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254517

CAPÍTULO 8..... 82

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO RABANETE SOB QUANTIDADES DE MATA-PASTO (*Senna uniflora* L.) EM BASE VERDE INCORPORADO AO SOLO

Paulo César Ferreira Linhares

Lunara de Sousa Alves
Wyara Ferreira Melo
Janilson Pinheiro de Assis
Aline Carla de Medeiros
Patrício Borges Maracajá
Joaquim Odilon Pereira
Walter Martins Rodrigues
Karen Geovana da Silva Carlos
Geovanna Alicia Dantas Gomes
Maria Amanda Laurentino Freires

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254518

CAPÍTULO 9.....92

BIOECOLOGY AND INTEGRATED MANAGEMENT OF ALIEN INVASIVE PEACH FRUIT
FLY *BACTROCERA ZONATA* SAUNDERS (DITPTERA: TEPHRITIDAE) IN SUDAN

Mohammed E. E. Mahmoud
Samira A. Mohamed
Mohamedazim I. B. Abuagla
Fathya M. Khamis
Sunday Ekesi

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2803254519

CAPÍTULO 10..... 104

PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays*), VARIEDADE CRIOULO, NA REGIÃO
SEMIÁRIDA EM FUNÇÃO DE DENSIDADES DE PLANTIO

Maria Elisa da Costa Souza
Paulo César Ferreira Linhares
Luciane Karine Guedes de Oliveira
Domingos Severino de Souza Junior
Lunara de Sousa Alves
Wyara Ferreira Melo
Aline Carla de Medeiros
Patrício Borges Maracajá
Joaquim Odilon Pereira
Walter Martins Rodrigues
Karen Geovana da Silva Carlos
Geovanna Alicia Dantas Gomes

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28032545110

CAPÍTULO 11.....123

PODA DE FORMACIÓN EN PLANTAS DE LIMÓN PERSA DURANTE LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO

Pablo Ulises Hernández Lara

Sergio Salgado Velázquez

Diana Rubi Ramos López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28032545111

PRODUÇÃO ANIMAL E VETERINÁRIA

CAPÍTULO 12134

LOS MACHOS CABRÍOS FOTO-ESTIMULADOS SIN EXPERIENCIA SEXUAL INCREMENTAN LA TESTOSTERONA PLASMÁTICA DURANTE EL PRIMER CONTACTO SOCIO-SEXUAL CON HEMBRAS

Ilda G. Fernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28032545112

CAPÍTULO 13139

MICOSIS EN MASCOTAS DE LA CIUDAD DE PUEBLA, MÉXICO

Alejandra Paula Espinosa Taxis

Teresita Spezzia Mazzocco

Fabiola Avelino Flores

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28032545113

CAPÍTULO 14 150

A REVIEW OF THE STUDIES ON BLUEFIN TUNA (BFT) IN THE EASTERN ADRIATIC SEA

Vjekoslav Tičina

Ivan Katavić

Leon Grubišić

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28032545114

CAPÍTULO 15165

INDUSTRIALIZACIÓN DE LÁCTEOS EN LA HACIENDA AGUSBELLA, PARROQUIA RUMIPAMBA, COMO RESULTADO DE LA PRÁCTICA PREPROFESIONAL DE ESTUDIANTES DE PRODUCCIÓN ANIMAL

María José Jiménez Arciniega

Nathaly Alexandra Freire Pazmay

Fabian Mauricio Tello Velastegui

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28032545115

SOBRE O ORGANIZADOR..... 188

ÍNDICE REMISSIVO 189

CAPÍTULO 7

STUDY OF SOME PHYSICAL PROPERTIES OF FIVE TROPICAL WOOD SPECIES

Data de submissão: 07/03/2025

Data de aceite: 14/03/2025

Guadalupe Olvera-Licona

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental San Martinito
Tlahuapan, Puebla, México
<http://orcid.org/0000-0003-3411-2644>

José Amador Honorato-Salazar

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental San Martinito
Tlahuapan, Puebla, México
<https://orcid.org/0000-0001-9436-5438>

Flora Apolinar-Hidalgo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental San Martinito
Tlahuapan, Puebla, México
<https://orcid.org/0000-0002-6916-7592>

ABSTRACT: Several factors, including density and moisture content, influence wood shrinkage. In general, higher density is associated with more significant shrinkage. In addition to being a physical characteristic of economic and ecological interest, density

determines the value and utility of wood. It is highly correlated with mechanical strength, stiffness, thermal conductivity and specific heat properties. This study determined basic density, anisotropy ratio, and linear and volumetric shrinkage in wood from five tropical species. The average basic density values obtained were: *Dendropanax arboreus* (0.50 g/cm³), *Lonchocarpus castilloi* (0.68 g/cm³), *Manilkara zapota* (0.84 g/cm³), *Swartzia cubensis* (0.72 g/cm³) and *Swietenia macrophylla* (0.50 g/cm³). Regarding the total volumetric shrinkage, *S. macrophylla* presented the lowest value (12.46 %), while *S. cubensis* showed the highest shrinkage (16.74 %). In general, the values obtained for the physical properties of the wood were consistent with those reported in the literature.

KEYWORDS: Anisotropy ratio. Density. Shrinkage.

1 INTRODUCTION

Wood is a hygroscopic material that absorbs and releases moisture depending on environmental conditions. The moisture exchange between wood and air depends on relative humidity, temperature, and water content in the wood, which significantly influences its physical properties and performance. Many of the challenges in its use as an engineering material stem from

changes in its moisture content or excessive water accumulation in its structure (Glass and Zelinka, 2021).

The dimensional movement of wood varies in each of its principal axes. With a change in moisture content, the variation in the radial direction is approximately 10 times greater than in the longitudinal direction, and in the tangential direction, up to 20 times greater (Suchsland, 2004). The shrinkage of wood is influenced by various factors, such as density, moisture content, and the size and shape of the piece. In general, the higher the density, the greater the shrinkage.

Density is a key trait of wood, as it determines its value and utility and is highly correlated with properties such as mechanical strength, stiffness, thermal conductivity and specific heat (Gutiérrez *et al.*, 2010; Ordóñez-Díaz *et al.*, 2015; Pompa-García *et al.*, 2021). Its study is essential due to its variability and dependence on multiple factors. In addition, it is an indicator of carbon storage in forest ecosystems and a relevant parameter in both economic and ecological terms, as it influences the strength, durability and aesthetics of the manufactured products (Aryal *et al.*, 2022; Pompa-García and Venegas-González, 2016).

Knowledge of wood density is essential for efficient use in forest production and management (Silva *et al.*, 2010; Goche *et al.*, 2011). In this context, the present study aimed to determine the basic density, anisotropy ratio and linear and volumetric shrinkage of the wood of *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. et. Planch., *Lonchocarpus castilloi* Standl., *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, *Swartzia cubensis* (Britton & Wilson) Standl. and *Swietenia macrophylla* King.

2 MATERIALS AND METHODS

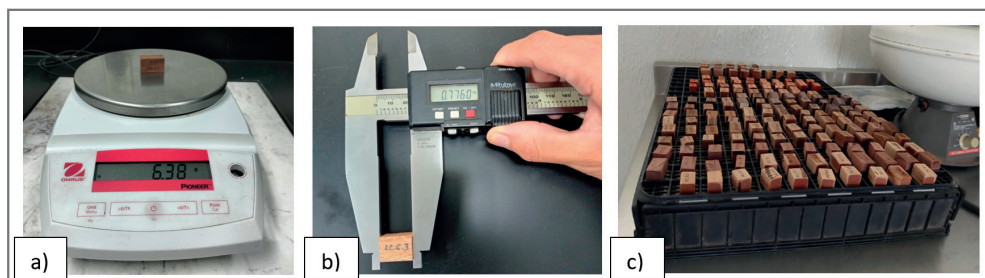
Wood samples of *Dendropanax arboreus* were collected in Las Margaritas, municipality of Hueytamalco, Puebla, and samples of *Lonchocarpus castilloi*, *Manilkara zapota*, *Swietenia macrophylla* and *Swartzia cubensis* came from the ejidos Tres Garantías and Caoba, in Othón P. Blanco, Quintana Roo, as well as from the ejido Nuevo Becal, in Calakmul, Campeche (Figure 1).

Figure 1. Location of the sites of origin of the samples.



Test samples of approximately $2 \times 2 \times 2$ cm were prepared for each species and origin. These were placed in a desiccator with distilled water and subjected to a vacuum until saturation. The saturated volume of each cube was determined by water displacement on an analytical balance (ASTM, 2015), while its dimensions were measured in the longitudinal, tangential and radial directions with a digital vernier calliper with a precision of ± 0.01 mm. The specimens were then left to dry at room temperature in the laboratory. They were repeatedly weighed until a constant weight was reached, thus allowing the evaluation of the equilibrium moisture content (Figure 2).

Figure 2. a) Determination of the weight of the test pieces on an analytical balance, b) Measurement of dimensions with a digital vernier, c) Conditioning of the test pieces in the laboratory at room temperature.



Finally, the test pieces were dried in an oven at 103 ± 2 °C for 48 hours and then placed in a desiccator with silica gel for 15 minutes. The weight and dimensions in an

anhydrous state were recorded to calculate the moisture content in a saturated and equilibrium state using the following equation:

$$MC(\%) = \frac{W_i - W_o}{W_o} \times 100$$

Where:

MC = Moisture content (%)

W_i = Initial weight of the sample (g)

W_o = Weight in the anhydrous state of the test piece (g)

The wood's basic density (B_d) was calculated as the ratio between the anhydrous weight and the saturated volume of each cube.

$$B_d = \frac{W_o}{V_v}$$

Where:

B_d = Basic density (g/cm³)

W_o = Anhydrous weight (g)

S_v = Saturated volume (cm³)

Total shrinkage and anisotropy ratio were determined with the following expressions according to Suchsland (2004):

$$TLs(\%) = \frac{\text{Dimension change } (T, R, L)}{\text{Initial dimension}} \times 100$$

$$Vs(\%) = 100[1 - (1 - 0.01 Ts)(1 - 0.01 Rs)(1 - 0.01 Ls)]$$

$$ANR = \frac{Ts}{Rs}$$

Where:

TLs = Total linear shrinkage (%)

Vs = Total volumetric shrinkage (%)

ANR = Anisotropy ratio

T, R, L = Tangential, radial and longitudinal direction

Ts, Rs, Ls = Total tangential, radial and longitudinal shrinkage

The data obtained were subjected to an analysis of variance (ANOVA) and a Tukey test for comparing means with a significance level of $\alpha = 0.05$, using the SAS statistical program (SAS, 2000).

3 RESULTS AND DISCUSSION

The average initial moisture content for the five species studied ranged from a minimum of 55.7% in *Manilkara zapota* to a maximum of 127.9% in *Dendropanax arboreus*, while the average equilibrium moisture content varied from 7.0% in *D. arboreus* to 8.1% in *M. zapota*.

The ANOVA results showed significant differences between species ($p < 0.05$) in all the physical properties analysed: basic density, linear and volumetric shrinkage, and the anisotropy ratio.

Basic density is a key property in economically interesting wood species, since it influences their dimensional stability, which is directly related to shrinkage. The wood with the highest density was *M. zapota* (0.84) and the lowest density was *D. arboreus* (0.50) and *Swietenia macrophylla* (0.50). Intermediate density values were obtained in *Swartzia cubensis* (0.72) and *Lonchocarpus castilloi* (0.68). Figure 3 shows the variation in basic densities obtained for each species, and the average values are summarised in Table 1.

Figure 3. Basic density of the wood of the species studied.

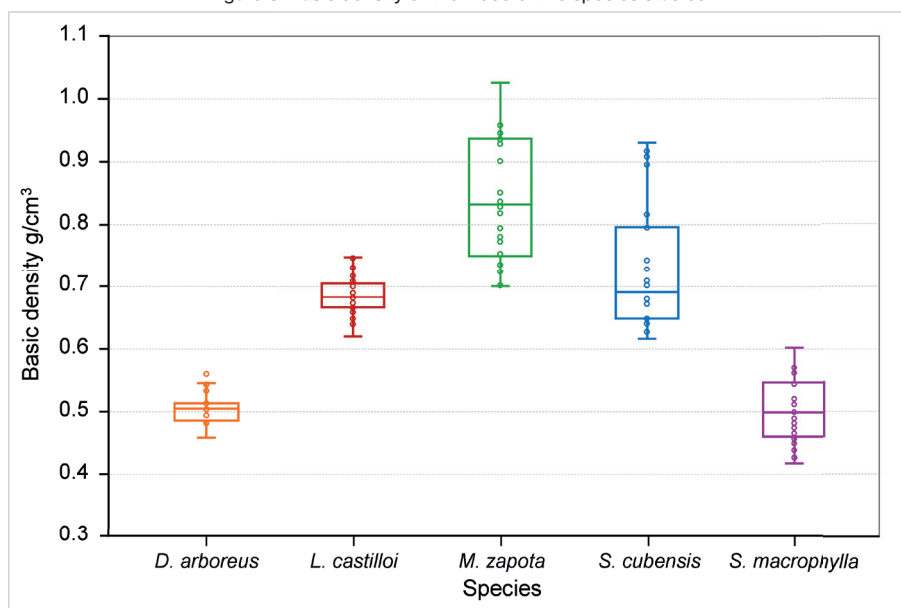


Table 1. Average values of basic density, linear, radial, tangential and longitudinal shrinkage.

Species	Basic density (g/cm ³)	Linear shrinkage (%)		
		Radial	Tangential	Longitudinal
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.50±0.023 ^{cf}	7.43±2.959 ^d	9.18±4.978 ^{cd}	0.79±0.879 ^d
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	0.68±0.038 ^b	4.70±1.597 ^b	7.43±2.763 ^b	0.86±0.504 ^c
<i>Manilkara zapota</i>	0.84±0.097 ^{ae}	6.47±2.974 ^{ad}	9.12±2.894 ^{cd}	0.66±0.524 ^{ac}
<i>Swietenia macrophylla</i>	0.50±0.049 ^c	4.86±1.812 ^b	7.05±0.949 ^{ae}	1.30±0.811 ^{ef}
<i>Swartzia cubensis</i>	0.72±0.098 ^b	8.22±1.652 ^{ab}	10.15±2.408 ^{bc}	0.80±0.487 ^{ac}

^sStandard deviation. Values with the same letter are not significantly different (p < 0.05).

Table 2. Average values of total volumetric shrinkage and anisotropy ratio.

Species	Volumetric shrinkage (%)	Anisotropy ratio
<i>Dendropanax arboreus</i>	15.19±1.287 ^b	1.89±0.281 ^a
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	13.98±1.805 ^{ac}	1.58±0.776 ^c
<i>Manilkara zapota</i>	16.08±2.251 ^{bd}	1.40±0.746 ^{dc}
<i>Swietenia macrophylla</i>	12.44±1.693 ^{ac}	1.45±0.338 ^{dc}
<i>Swartzia cubensis</i>	16.65±1.739 ^b	1.23±0.328 ^c

^sStandard deviation. Values with the same letter are not significantly different (p < 0.05).

The average basic density values obtained for *Dendropanax arboreus* were higher than those reported by Torelli and Gorišek (1995), and by Martínez *et al.* (2001), who found a respective average basic density of 0.42 and 0.44 g/cm³. Regarding the contractions, the average values reported by these authors are lower than those of this study, both in radial contraction (4.74%, 4.14%) and volumetric contraction (13.47%, 11.17%). In tangential contraction, the values obtained by Torelli and Gorišek (1995) were higher (9.16%), while Martínez *et al.* (2001) found lower contractions (7.0%). The anisotropy ratio was lower than that indicated by Torelli and Gorišek (1995) (1.93), but higher than the value determined by Martínez *et al.* (2001). The current study's higher density and volumetric shrinkage suggest that wood is more prone to dimensional changes, which may influence its industrial use.

For *Lonchocarpus castilloi*, the average basic density obtained (0.68 g/cm³) is similar to that determined by Bárcenas (1995) (0.69 g/cm³) but lower than the values of Torelli and Gorišek (1995) (0.822 g/cm³) and Huerta & Becerra (1982) (0.72 g/cm³). Regarding the radial shrinkage, the average value obtained is closer to that of Torelli and Gorišek (1995) (4.97%) but is higher than the values determined by Huerta & Becerra (1982) (3.22%) and Bárcenas (1995) (3.62%). The tangential shrinkage is in an intermediate range, lower than that reported by Bárcenas (1995) (7.89%) and Torelli and Gorišek (1995)

(7.63%), but higher than that found by Huerta & Becerra (1982) (6.00%). The volumetric shrinkage obtained was higher compared to the values determined by Huerta & Becerra (1982) (10.66%), Bárcenas (1995) (12.73%) and Torelli and Gorišek (1995) (12.22%). The RAN in this study is similar to that determined by Torelli and Gorišek (1995) (1.53), but lower than those of Bárcenas (1995) (2.18) and Huerta & Becerra (1982) (1.86). The wood of this species has a moderate density with relatively high shrinkage, which must be considered in its drying and processing to avoid deformations and dimensional defects.

The basic density of *Manilkara zapota* determined is similar to that reported by Huerta & Becerra (1982) (0.86 g/cm³), Bárcenas (1995) (0.86 g/cm³) and Chan-Coba et al. (2022) (0.83 g/cm³), but lower than that indicated by Torelli and Gorišek (1995) (0.98 g/cm³). The radial shrinkage of this study is intermediate between the value of Huerta & Becerra (1982) (6.98%) and Torelli and Gorišek (1995) (5.80%) but higher than that of Bárcenas (1995) (4.65%). The determined tangential shrinkage is lower than that obtained by Huerta & Becerra (1982) (9.87%) and Torelli and Gorišek (1995) (9.17%) but higher than that of Bárcenas (1995) (5.46%). The volumetric shrinkage is similar to that indicated by Bárcenas (1995) (15.40%) and higher than that found by Huerta & Becerra (1982) (12.19%) and Torelli and Gorišek (1995) (14.43%). The RAN obtained is higher than that reported by Bárcenas (1995) (1.17) but lower than the values of Huerta & Becerra (1982) (1.41) and Torelli and Gorišek (1995) (1.58). This high density of the wood species and high volumetric shrinkage mean it is more susceptible to dimensional changes. It also suggests that controlled drying strategies should be applied to minimise wood deformations and improve its stability in industrial applications.

In the study, the average basic density determined for *Swartzia cubensis* was lower than that obtained by Huerta & Becerra (1982) (0.77 g/cm³) and by Torelli and Gorišek (1995) (0.99 g/cm³). The radial shrinkage was higher than that reported by Huerta & Becerra (1982) (5.68%) and by Torelli and Gorišek (1995) (7.60%). In the tangential shrinkage, Torelli and Gorišek (1995) determined a higher value (10.45 %) than that obtained in this study, which is lower than that found by Huerta & Becerra (1982) (8.49%). Volumetric shrinkage was higher than the value of Huerta & Becerra (1982) (15.28%), but lower than that of Torelli and Gorišek (1995) (17.25%). The RAN value is lower than the values presented by Huerta & Becerra (1982) (1.49) and by Torelli and Gorišek (1995) (1.38). The low RAN value of this species indicates that the wood has a lower risk of deformations during drying.

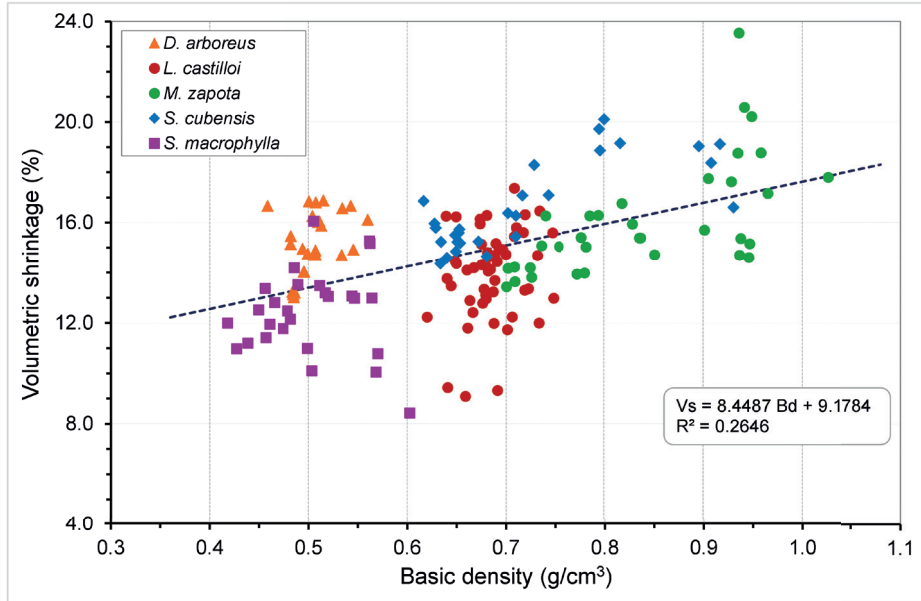
The average basic density of *Swietenia macrophylla* is higher compared to the values reported by Bárcenas (1995) (0.42 g/cm³) and Torelli and Gorišek (1995) (0.43

g/cm³). The radial and volumetric shrinkage values are higher than those obtained by Bárcenas (1995) (4.27%, 9.10%) and Torelli and Gorišek (1995) (4.08%, 11.535); while in the tangential shrinkage and the RAN, the values obtained are lower than those found by Torelli and Gorišek (1995) (7.77%, 1.90) but higher than those of Bárcenas (1995) (6.11%, 1.43). High volumetric shrinkage suggests controlled wood drying to minimise deformations and improve industrial applications' performance.

The anisotropy ratio indicates the risk of distortions and warping in wood. The higher the anisotropy ratio, the more likely a piece will warp due to humidity changes during drying or in service. For the species analysed, tangential shrinkage was approximately 1.5 times radial shrinkage.

Glass and Zelinka (2021) mention that wood shrinkage depends on multiple factors, although in general terms, volumetric shrinkage is associated with high-density values. This study identified a linear relationship between basic density and total volumetric shrinkage, with a coefficient of determination $R^2 = 0.27$ (Figure 4).

Figure 4. The linear relationship between total volumetric shrinkage and basic density of the species studied.



4 CONCLUSIONS

The physical properties of the wood of the species studied were similar to those reported in the literature. *Swartzia cubensis* showed the highest volumetric shrinkage, although not the highest density. *Dendropanax arboreus*, on the other hand, showed the

highest anisotropy ratio, indicating a greater susceptibility to deformations during drying or in service due to changes in humidity.

REFERENCES

Aryal, D. R., De Jong, B. H., Gaona, S. O., Vega, J. M., Olguín, L. E., & Cruz, S. L. (2022). Fine wood decomposition rates decline with the age of tropical successional forests in southern Mexico: Implications to ecosystem carbon storage. *Ecosystems*, 1-17.

American Society for Testing and Materials (ASTM). 2015. Standard test methods for specific gravity of wood and wood-Based Materials. ASTM 2395, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 4.10 Wood, pp 357-363.

Bárceñas, P. G.M. (1995). Caracterización tecnológica de veinte especies maderables de la Selva Lacandona. *Madera y Bosques*, 1(1), 9-38.

Chan-Coba, G., Jong, B. H. J. D., González-Valdivia, N. A., López-Hernández, J. C., Morales-Ruiz, D. E., Venegas-Venegas, J. A., & Aryal, D. R. (2022). Densidad de madera de especies arbóreas dominantes de la selva tropical subperennifolia de Calakmul, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9(3): e3386. DOI: 10.19136/era.a9n3.3386.

Glass, S., & Zelinka, S. (2021). Moisture relations and physical properties of wood. Chapter 4 in General Technical Report FPL-GTR-282. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

Goche-Télles, J. R., Velázquez-Martínez, A., Borja-de la Rosa, A., Capulín-Grande, J., & Palacios-Mendoza, C. (2011). Variación radial de la densidad básica en *Pinus patula* Schlttdl. et Cham. de tres localidades en Hidalgo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2(7), 71-78.

Gutiérrez, V. B.N.; Gómez, C.M.; Valencia, M.S.; Cornejo, O. E.; Prieto, R. J.; Gutiérrez V. M. (2010). Variación de la densidad de la madera en poblaciones naturales de *Pinus oocarpa* Schiede Ex Schlttdl. del estado de Chiapas, México. *Revista Fitotecnía Mexicana*, 33(4):75-78.

Huerta, C. J. y J. Becerra M. (1982). Anatomía macroscópica y algunas características físicas de diecisiete maderas tropicales mexicanas. 2ª Ed. Bol. Div. Inst. Nac. Invest. For. No. 46. México, D. F. 61 p.

Martínez, T.T.; Borja de la Rosa, A.; Ávalos, R. M. A. (2001). Características tecnológicas de la madera de Sac-Chacah de Campeche en diferentes zonas del árbol. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 7(1): 91-97.

Ordóñez-Díaz, J. A. B., Galicia-Naranjo, A., Venegas-Mancera, N. J., Hernández-Tejeda, T., Ordóñez-Díaz, M. D. J., & Dávalos-Sotelo, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: compilación. *Madera y Bosques*, 21, 77-216.

Pompa-García, M., Hevia, A., Camarero, J.J. (2021). Minimum and maximum wood density as proxies of water availability in two Mexican pine species coexisting in a seasonally dry area. *Trees*, 35, 597-607.

Pompa-García, M., Venegas-Gonzalez, A. (2016). Temporal variation of wood density and carbon in two elevational sites of *Pinus cooperi* in relation to climate response in northern Mexico. *PLoS One* 11: e0156782. DOI: 10.1371/journal.pone.0156782.

Silva G., J., F. Fuentes T., R. Rodríguez A., P. A. Torres A., M. G. Lomelí R., J. Ramos Q., C. Waitkus y H.G. Richter. (2010). Fichas de Propiedades tecnológicas y usos de maderas nativas de México e importadas. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, 207 p.

SAS Institute Inc. (SAS). 2000. SAS for windows (Version 9.2 for Windows). Cary, NC. USA.

Suchsland, O. (2004). The swelling and shrinking of wood. A practical technology primer. Forest Products Society. Madison, WI, USA.189 p.

Torelli, N., Gorišek, Ž. (1995). Mexican tropical hardwoods: Stepwise shrinkage and transverse shrinkage anisotropy. Holz als Roh-und Werkstoff 53: 155–157. DOI: 10.1007/BF02716416.

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

Ação microbiológica 2
Adriatic Sea 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163
Agricultura agroecológica 20, 105
Agricultura familiar 105, 106, 107
Agricultura orgânica 83
Agroecologia 2, 3, 19, 20, 91, 122
Aislamiento social 134, 135
Anisotropy ratio 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80
Antioxidantes 2, 10, 12, 16, 20
Arachis hypogaea L. 30, 31, 39, 40
Automation 21, 28

B

Bioecology of Bactrocera zonata 92
Bioestimulante 2, 3, 4, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 128
Biology 51, 70, 92, 94, 95, 150, 151, 152, 154, 155, 158, 159, 163, 164
Biomasa 31, 37, 38, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 50
Biossolução 2
Bluefin tuna 150, 151, 152, 156, 159, 160, 161, 162, 163, 164
Brote 124, 127
Buenas prácticas 165, 166, 167, 168, 170, 171, 173, 184, 185, 186, 187

C

Combined feeds 21, 22, 26, 28
Comportamiento sexual 134, 135

D

Densidad Kernel 53, 55, 58, 60
Density 54, 62, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 106
Dermatofitos 139, 140, 141, 143, 144
Despunte 124, 127
Diversidad genética 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

E

Enseñanza - aprendizaje 165
Environment 21, 22, 39, 152, 159, 160, 161
Esporotricosis 139, 141, 142, 143, 145, 147
Estructura 124, 125, 168

F

Fishing 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163
Fomento 53, 60
Fotoestimulación 134

H

Hortaliça de raíz 83
Hybridization of Bactrocera species 92

I

Interconexión en cultivos 31
Invasive species management 92

M

Machos cabríos 134, 135
Maíces occidentales 31
Manejo agronómico 123, 124, 125, 126, 129, 132
Mascotas 139, 145
Máxima entropía 53, 56, 57, 58
Mejoramiento genético forestal 64, 65
Micosis 139, 140, 141, 142, 143, 147

N

Niveles de humedad 42, 43, 44, 49, 50
Noxious emissions 21

P

Peach fruit fly 92, 93, 94, 95, 103
Pinus oocarpa 53, 54, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 80
Planta espontânea 83

Producción 30, 32, 36, 38, 39, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 126, 131, 132, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 175, 178, 179, 182, 183, 184, 185, 186, 187

Producción de resina 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

R

Reproducción animal 134, 137, 166

Restauración 53, 54, 60

S

Shrinkage 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 81

Spatiotemporal distribution 92

Studies 2, 22, 29, 51, 93, 98, 150, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

T

Testosterona plasmática 134, 135, 136, 137

V

Vinculación 165, 167, 169, 184, 187

Z

Zea mays 30, 31, 39, 40, 43, 51, 104, 105, 106, 109, 111, 112, 115, 116, 117, 118, 122