

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2023

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2023



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. Xosé Somoza Medina
Imagem da Capa	peacestock/123RF
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
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 Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
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 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
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. 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 Alborno, *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. 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 Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

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

C569 Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico II [livro eletrônico] / Organizador Xosé Somoza Medina. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-87396-76-7

DOI 10.37572/EdArt_270223767

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Tecnologia – Aspectos ambientais. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



EDITORA
ARTEMIS

2023

Editora Artemis

Curitiba-PR Brasil

www.editoraartemis.com.br

e-mail: publicar@editoraartemis.com.br

PRÓLOGO

Este libro presenta una colección de artículos de investigación que bajo distintos ámbitos de conocimiento realizan avances de interés en la ciencia y la tecnología. La sociedad del siglo XXI se distingue de la de épocas pretéritas por su capacidad analítica. A diferencia de lo que ocurría en otras épocas, en nuestro mundo contemporáneo tenemos demasiada información y avanzar en el conocimiento significa realizar una investigación original sobre otros antecedentes previos y analizar una gran cantidad de datos para poder extraer conclusiones que signifiquen un desarrollo, un avance entre la situación anterior y la posterior, aunque sea a pequeña escala en un contexto local y en un ámbito científico muy concreto. La suma de miles de esos pequeños avances y la interconexión mundial sostienen a la ciencia y la tecnología del siglo XXI.

Este es el objetivo de este libro, realizar avances en la ciencia y la tecnología para el desarrollo ambiental, cultural y socioeconómico, desde un posicionamiento académico, comprometido con el rigor científico y el desarrollo del ser humano.

Para ello se han compendiado veinticuatro artículos de investigación en dos apartados, ciencia y tecnología. En el primer conjunto nos encontramos con artículos que desde las ciencias ambientales o las ciencias sociales realizan propuestas de mejora de aspectos concretos sobre hidrología, regeneración de suelo agrícola, cuidado ambiental, recursos humanos, ciudades igualitarias o paisajes culturales.

En el segundo bloque, se agrupan trabajos de ingeniería química, ingeniería industrial o ingeniería forestal que relatan avances en distintas tecnologías, relacionadas con el biogás de los vertederos de residuos, los usos de nuevos materiales sintéticos, la química de determinados productos y su toxicidad, o las características bioestructurales de la madera de roble.

Xosé Somoza Medina
Universidad de León, España

SUMÁRIO

I CIENCIAS PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 1..... 1

EL RÍO NAZAS COMO SOLUCIÓN BASADA EN LA NATURALEZA PARA LA COMARCA LAGUNERA

Ana Cecilia Tobías Estrada

José Avidán Bravo Jácome

Alejandra Peña García

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237671

CAPÍTULO 2..... 19

SIMULACIÓN Y PRONÓSTICO DE CAUDALES DIARIOS DEL RÍO AMAZONAS (TAMSHIYACU) USANDO MODELO HÍBRIDO WAVELET REDES NEURONALES

Lucio Vergara Saturno

Waldo Sten Lavado-Casimiro

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237672

CAPÍTULO 3..... 38

BIORESTORATION OF AN AGRICULTURAL SOIL IMPACTED BY WASTE MOTOR OIL

Monserrat Torres-Olaya

Juan Luis Ignacio-De la Cruz

Gabriel Gallegos-Morales

Juan Manuel Sánchez-Yáñez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237673

CAPÍTULO 4..... 50

CARBONO ORGÁNICO SECUESTRADO EN SISTEMAS AGROFORESTALES EVALUADOS EN EL CANTÓN MEJÍA, PICHINCHA, ECUADOR

R. A. Ramos Veintimilla

C. M. Nieto Cabrera

J. R. Limongi Andrade

F. M. Romero Mancero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237674

CAPÍTULO 5..... 65

CREATIVIDAD, INGENIO Y EDUCACIÓN PARA TRANSFORMAR EN VALOR LOS RESIDUOS GENERADOS DE LA PODA DE ÁRBOLES; EL CASO DEL PROSOPIS GLANDULOSA (MEZQUITE)

José Melero-Oláguez
Argelia Melero-Hernández
Jorge Murillo-Romo
Arturo Murillo-Herrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237675

CAPÍTULO 6..... 74

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y FOMENTO DE LA CULTURA DE CUIDADO AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN ATZOMPA, PUEBLA, MÉXICO

Sergio Alberto Vega Cisneros
Fabiola Mendoza Morales
Rosa María Canalizo Bravo
M.A. Claudia Domínguez Olmos
M.A. Rosario Mejía Ramírez
M.A. Adalit Arias Aragón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237676

CAPÍTULO 7..... 80

EMPRENDEDORISMO 360°

Luis Alberto Ynfante

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237677

CAPÍTULO 8..... 89

ELEMENTOS CLAVES PARA LA PROFESIONALIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO EN ORGANISMOS OPERADORES DE MÉXICO

Carlos Alejandro Hernández Morales
Daniel Salas Limón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237678

CAPÍTULO 9..... 102

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ESCOLAR MODALIDAD VIRTUAL Y PRESENCIAL EN LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE FÍSICA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

Mayté Cadena González

María Alejandra Sarmiento Bojórquez

Juan Fernando Casanova Rosado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237679

CAPÍTULO 10..... 115

MEJORAMIENTO DE LA FUERZA DE TRABAJO UTILIZANDO SIMULACION

Jorge Tomás Gutiérrez Villegas

María Leticia Silva Ríos

Edgar Omar Gutiérrez Villegas

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376710

CAPÍTULO 11..... 125

LA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LAS CIUDADES ESPAÑOLAS. UN ANÁLISIS EXPLORATORIO

Bárbara Atanes Delgado

Xosé Somoza Medina

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376711

CAPÍTULO 12..... 149

UN SENDERO CON TERRITORIALIDAD LOCAL EN LA QUEBRADA DE EL TALA, VALLE DE CATAMARCA

Ezequiel Fonseca

Claudio Caraffini

Cristian Melián

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376712

II TECNOLOGÍAS PARA PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 13..... 158

ESTUDIO DE MODELOS MATEMATICOS PARA CALCULO DEL BIOGAS PRODUCIDO EN UN VERTEDERO

Sandra Maria Martinez

Patricia María Albarracin

Luis Francisco Garcia

Santiago Ezequiel Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376713

CAPÍTULO 14..... 164

TECNOLOGÍA BTS-MP_{DRY} PARA LA LIMPIEZA DEL BIOGÁS. UNA FORMA EFICIENTE DE ELIMINAR COMPONENTES PELIGROSOS DEL BIOGÁS DE VERTEDEROS

Joaquín Reina Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376714

CAPÍTULO 15..... 174

GEOPOLÍMEROS: EL AVE FENIX DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EMERGENTES Y SU APLICACIÓN EN LA REMEDIACIÓN AMBIENTAL

Luis Felipe Rodríguez Alfaro

Edith Luévano Hipólito

Leticia Myriam Torres Martínez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376715

CAPÍTULO 16..... 185

MACROPOROUS SILICON STRUCTURES IN 700 NM AND 500 NM

Angel Rodríguez

Didac Vega

Jordi Llorca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376716

CAPÍTULO 17..... 198

PARTIAL REPLACEMENT OF SODIUM CHLORIDE BY POTASSIUM CHLORIDE IN GREEN TABLE OLIVES. LOOKING FOR A HEALTHY AND ECONOMIC ALTERNATIVE IN ARGENTINA

Mariela Beatriz Maldonado

Leonel Lisanti

Ariel Márquez

Noemi Graciela Maldonado

Pablo Enrique Martín

Daniela Adriana Barrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376717

CAPÍTULO 18..... 207

ENSAYOS DE PUESTA A PUNTO PARA ESTUDIOS DE DIFUSIÓN DE ARSÉNICO EN *DAUCUS CAROTA*

Oscar Daniel Galvez

Mariela Beatriz Maldonado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376718

CAPÍTULO 19 **216**

TOXIC EFFECTS OF CONSTITUENTS OF THE FERN *STICHERUS QUADRIPARTITUS* AGAINST *SPODOPTERA FRUGIPERDA* AND *PLODIA INTERPUNCTELLA*

Fernando Livio Corzo

Susana Beatriz Popich

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376719

CAPÍTULO 20 **228**

ANÁLISIS DE CASO EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA HACIENDO USO DE TÓPICOS DE LAS CIENCIAS BÁSICAS. UN ENFOQUE BASADO DISEÑO INSTRUCCIONAL

Alejandro Armando Hossian

Emanuel Maximiliano Alveal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376720

CAPÍTULO 21 **245**

SUPPLEMENTARY FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) FOR SAFETY APPLICATION STANDARDS DIN EN ISO 13849 SAFETY FUNCTION-FMEA

Christa Düsing

David Prust

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376721

CAPÍTULO 22 **264**

REACCIÓN DE ESPECIES FORESTALES DE ULTRA-RÁPIDO CRECIMIENTO A PODA TOTAL, EN ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO, ECUADOR

R. A. Ramos Veintimilla

A. S. Guanaga Paredes

F. A. Sigcha

F. M. Romero Mancero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376722

CAPÍTULO 23 **279**

INFLUENCIA DE LA PARED CELULAR EN LA DENSIDAD DE LA MADERA DE ROBLE (*Quercus robur* L.)

Guillermo Riesco Muñoz

Andrés Remacha Gete

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376723

CAPÍTULO 24288

EMERGENCY REMOTE TEACHING IN PROCESS SIMULATION USING DWSIM: A
CASE STUDY FROM DIQ-UMAG, CHILEAN PATAGONIA

Daniela Navarro-Pérez

Juan C. Moreno-Díaz

Pedro Simeone-Barrientos

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376724

SOBRE O ORGANIZADOR.....312

ÍNDICE REMISSIVO313

INFLUENCIA DE LA PARED CELULAR EN LA DENSIDAD DE LA MADERA DE ROBLE (*Quercus robur* L.)¹

Data de submissão: 18/01/2023

Data de aceite: 03/02/2023

Guillermo Riesco Muñoz

Universidad de Santiago de Compostela
Departamento de Ingeniería Agroforestal
Escuela Politécnica
Superior de Ingeniería
Lugo (España)

<https://orcid.org/0000-0002-9830-7398>

Andrés Remacha Gete

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Montes,
Forestal y del Medio Natural
Madrid (España)

<https://orcid.org/0000-0003-2967-6998>

RESUMEN: Una de las variables que se utilizan para caracterizar la madera es su densidad, que varía entre especies arbóreas, entre árboles de una misma especie y entre zonas de un mismo árbol, dependiendo esta variación de factores genéticos y ambientales. En el presente trabajo se determinó la densidad de la madera (densidad aparente, incluyendo las paredes celulares y los poros)

¹ Una versión preliminar de este trabajo fue presentada al 7º Congreso Forestal Español, celebrado en 2017 en Plasencia (España) y organizado por la Sociedad Española de Ciencias Forestales.

y la densidad exclusivamente de la pared celular (solamente el tejido leñoso, excluyendo los poros o espacios vacíos), para conocer cómo influye la densidad de la pared celular en la densidad aparente de la madera. El resultado obtenido permite orientar sobre qué fuentes de variación manipular para reducir la variabilidad de la densidad, logrando una madera más homogénea, y por ello más apta para la industria, en cuanto a densidad y en cuanto a otras variables relacionadas con esta. Para el estudio se dispuso de una muestra de 200 probetas prismáticas de madera de roble, pequeñas y sin defectos, obteniéndose una densidad de la pared celular de 1.343 kg/m³, valor inferior al que recogen las referencias bibliográficas consultadas. En contra de lo que suele aceptarse en la bibliografía, la densidad de la pared celular no es constante, presentando un coeficiente de variación del 5,1 % en la muestra analizada, valor inferior al coeficiente de variación de la densidad aparente, lo que indica que la abundancia de poros (porosidad) constituye una fuente de variación de la densidad aparente. Se observaron diferencias significativas de densidad entre los árboles de los que procedía la muestra. A pesar de la existencia de referencias en torno a la mayor densidad de la madera de duramen frente a la madera de albura, no se detectaron estas diferencias en la madera de roble analizada.

PALABRAS CLAVE: Densidad anhidra. Densidad básica. Densidad de la pared celular. Porosidad. Propiedad física.

INFLUENCE OF THE CELL WALL ON THE DENSITY OF OAK WOOD (*Quercus robur* L.)

ABSTRACT: A variable used to characterize wood is density, which varies depending on the species, exhibiting also inter-tree and intra-tree variation for a species. The variation depends on genetic and environmental factors. In this study, the apparent density of wood (bulk density, including cell walls and pores) and the cell wall density (only woody tissue, excluding pores, i. e. void spaces) were determined to analyze how the cell wall density influences the apparent density of wood. The result obtained allows guidance on which sources of variation to manipulate to reduce density variation, for achieving a more homogeneous wood, more suitable for the industry, in terms of density and in terms of other density-related variables. A sample of 200 prismatic defect-free oak wood specimens were available for the study, obtaining a cell wall density of 1,343 kg/m³, lower than the values in the reviewed references. Contrary to what is usually accepted in the literature, cell wall density is not constant, showing a coefficient of variation 5.1% in the sample analyzed, a value lower than the coefficient of variation of the bulk density, which indicates that the abundance of pores (porosity) constitutes a source of variation of the bulk density. Significant differences in density were observed between the sampled trees. Despite the existence of references about higher density of heartwood compared to sapwood, differences were not detected in the analyzed sample of oak wood.

KEYWORDS: Oven-dry density. Basic density. Cell wall density. Porosity. Physical property.

1 INTRODUCCIÓN

Las propiedades de la madera varían debido a factores principalmente genéticos (especie arbórea, región de procedencia, individuo) y en menor medida varían a causa de factores ambientales, que influyen en el metabolismo del árbol, en las características anatómicas del tejido leñoso que produce y, por tanto, indirectamente afectan a las propiedades de la madera. Entre las características anatómicas que influyen en las propiedades de la madera están la edad del cambium, el grado de duraminización de la madera y la anchura de los anillos de crecimiento.

Una de las variables que suelen determinarse para caracterizar la madera es su densidad, debido a que es una propiedad estrechamente relacionada con otras características físicas y mecánicas del material, lo cual hace de la densidad un valioso índice de calidad de la madera con vistas a su utilización en la industria. Así mismo, el conocimiento de la densidad facilita las transacciones comerciales en metros cúbicos o en toneladas. Por último, la densidad es una variable sencilla de obtener.

Para la caracterización de la madera suele emplearse la densidad aparente, que se calcula como cociente entre la masa y el volumen de la madera, considerando el volumen total de la misma, tanto el que ocupan las paredes celulares como el que ocupan los poros (los espacios constituidos por los lúmenes celulares y los meatos intercelulares). Los poros se encuentran llenos de aire cuando la humedad de la madera no supera el

punto de saturación de la pared celular, que varía normalmente entre el 25 y el 35 % según GUTIÉRREZ y PLAZA (1967). Cuando la humedad de la madera supera el punto de saturación de la pared celular los lúmenes celulares comienzan a llenarse de agua, hasta quedar completamente ocluidos cuando la humedad de la madera alcanza un máximo teórico que viene dado por la expresión siguiente:

$$H_{max} = 1.000 \frac{100 + C_v}{\rho_0} - \frac{100.000}{\rho_{PC}} \quad (1)$$

donde H_{max} es la humedad máxima que puede albergar la madera, expresada en porcentaje,

C_v es la contracción volumétrica total, expresada en porcentaje,

ρ_0 es la densidad aparente en estado anhidro, expresada en kilogramos por metro cúbico,

ρ_{PC} es la densidad de la pared celular en estado anhidro expresada en kilogramos por metro cúbico.

Para determinar la densidad de la pared celular en estado anhidro se puede hacer uso de la expresión (1), despejando en la misma la densidad de la pared celular:

$$\rho_{PC} = \frac{100.000}{1.000 \frac{100 + C_v}{\rho_0} - H_{max}} \quad (2)$$

Una vez conocida la densidad de la pared celular se puede calcular la porosidad de la madera en estado anhidro, como volumen de la madera ocupado por poros respecto del volumen total de la madera, expresado en porcentaje. La ecuación que permite calcular la variable porosidad (P) es la siguiente:

$$P = 100 - 100 \frac{\rho_0}{\rho_{PC}} \quad (3)$$

En consecuencia, la densidad aparente de la madera depende de la densidad de la pared celular, de la abundancia de poros y del contenido de humedad de la madera. Para un nivel determinado de humedad en la madera sería deseable conocer qué fuentes de variación afectan a la densidad de la pared celular y compararlas con las fuentes de variación (factores genéticos y ambientales) que afectan a la densidad aparente.

La determinación de los factores que afectan a la variación de la densidad de la pared celular es el primer paso para intervenir sobre dichos factores con vistas a obtener madera de densidad más uniforme y una madera más uniforme es más apta como materia prima en la industria de transformación. Esto es particularmente útil en el caso

de la madera de roble, cuyo empleo debe asentarse en un conocimiento detallado de sus propiedades físicas y mecánicas (METTEM y RICHENS, 1991), ya que es un material de propiedades muy variables, que dependen de componentes hereditarios, de la estación forestal y de los tratamientos selvícolas recibidos (ÁLVAREZ *et al.*, 2000).

2 OBJETIVOS

Se pretende conocer las fuentes de variación de la densidad de la pared celular y cómo influye ésta en la densidad aparente de la madera. Esto ayuda a decidir sobre qué fuentes de variación intervenir para reducir la variabilidad de la densidad de la pared celular y de la densidad aparente, logrando una madera más homogénea en cuanto a densidad y en cuanto a otras variables relacionadas con la densidad.

3 METODOLOGÍA

Para obtener el material necesario para el estudio se seleccionó una muestra de 28 robles (*Quercus robur* L.) procedentes de diversas localizaciones de Galicia, que presentaban un amplio rango dimensional (desde 6 hasta 51 cm de diámetro normal y desde 5 hasta 23 m de altura total). El diámetro normal de los árboles de la muestra se midió con forcípula de $\pm 0,5$ cm de precisión y la altura total con hipsómetro Blume-Leiss con precisión de $\pm 0,5$ m.

Los ejemplares fueron apeados y de cada uno de ellos se extrajeron rodajas de la sección transversal completa a diferentes alturas en el tronco: en la base, a 1 m de altura, a 2 m de altura, etc. hasta obtener en algunos ejemplares rodajas a 9 m de altura. Se pretendía obtener rodajas tan arriba como fuera posible en el fuste, para hacer así más apreciable la previsible tendencia de la densidad a lo largo del tronco. No obstante, no se pudo obtener rodajas a alturas superiores a 9 m ya que el pequeño diámetro de los fustes a mayor altura imposibilitaba la extracción posterior de las probetas de ensayo normalizadas que se requieren para la medida de la densidad.

Las rodajas fueron labradas en carpintería para obtener probetas prismáticas de dimensiones nominales $4 \times 2 \times 2$ cm y $2 \times 4 \times 4$ cm (dimensión longitudinal \times dimensión radial \times dimensión tangencial). De entre las probetas labradas se escogieron 200 que estuvieran libres de defectos anatómicos aparentes. El análisis sobre probetas de pequeñas dimensiones sin defectos permite caracterizar la madera de una especie y comparar madera de diversas procedencias ya que la presencia de defectos o singularidades en la madera es una fuente de variación que impediría detectar la influencia de otros factores en las propiedades del material. Las probetas sin defectos fueron sumergidas en agua

durante varios meses hasta alcanzar la humedad máxima y en ese estado se determinó su peso con precisión de centésima de gramo junto con su volumen a saturación, obtenido como producto de las tres dimensiones principales del prisma medidas con precisión de centésima de milímetro. También se determinó en cada probeta la anchura de anillos de crecimiento y la presencia o ausencia de albura. Una vez fuera del agua las probetas se estabilizaron a la humedad del laboratorio antes de llevarlas a desecación en estufa a 103 °C. Sobre la muestra en estado anhidro se volvieron a medir pesos y volúmenes por el procedimiento ya indicado.

Con los datos de peso y volumen en ambos estados (saturado de humedad y anhidro) se obtuvieron las siguientes variables:

- contracción volumétrica (diferencia entre volumen saturado y volumen anhidro, como porcentaje del volumen anhidro)
- densidad anhidra (masa anhidra entre volumen anhidro)
- densidad básica (masa anhidra entre volumen saturado)
- humedad máxima
- densidad de la pared celular en estado anhidro (con la ecuación 2) y
- porosidad (con la ecuación 3).

Para el análisis estadístico de los resultados se empleó la hoja de cálculo Microsoft Excel 2010 y el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 25.

4 RESULTADOS

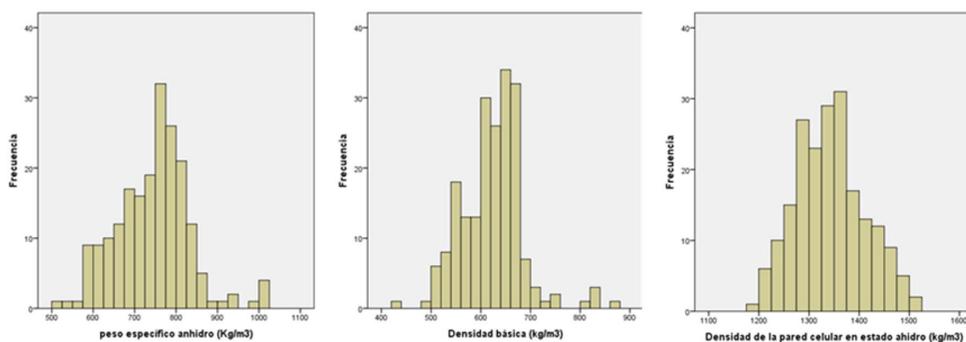
Los resultados obtenidos para las variables analizadas se encuentran en la tabla 1 y en la figura 1. La anchura de anillos de crecimiento toma un valor medio que es propio de una especie de crecimiento lento, con una variabilidad esperable dada el amplio rango diamétrico y estacional de los árboles muestreados. La humedad máxima es superior al 100 % en parte de las probetas, lo cual se explica ya que la porosidad es también superior al 50 % en algunos casos. Así mismo, humedad máxima y porosidad presentan un coeficiente de variación similar, debido a ser variables muy relacionadas. La densidad anhidra y la densidad básica informan de una madera pesada, que presenta una variación esperable para una propiedad gravimétrica según la norma UNE 56528:1978 (AENOR, 1978a). La contracción volumétrica en este caso es tan solo una variable instrumental necesaria para determinar la densidad de la pared celular mediante la ecuación (2). No obstante, los resultados de contracción volumétrica para la muestra informan de una madera que presenta gran contracción ante los cambios de humedad, según el criterio de interpretación dado por la norma UNE 5640:1978

(AENOR, 1978b), siendo además una variable sujeta a gran variabilidad según la norma UNE 56528:1978 (AENOR, 1978a).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las propiedades físicas determinadas sobre la muestra de 200 probetas de madera de pequeñas dimensiones sin defectos de roble (*Quercus robur* L.).

	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)
Anchura de anillos (mm)	1,0	9,9	2,8	47
Humedad máxima (%)	46	155	87	16
Densidad anhidra (kg/m ³)	516	1025	743	12
Densidad básica (kg/m ³)	427	860	623	10
Contracción volumétrica (%)	10,0	34,7	19,1	23
Densidad de la pared celular (kg/m ³)	1.186	1.521	1.343	5
Porosidad en estado anhidro (%)	26	59	45	13

Figura 1. Distribución de las variables analizadas en la madera de roble (n = 200).



Se obtuvo una densidad para la pared celular en estado anhidro de 1.343 kg/m³, valor inferior a las referencias bibliográficas, que sitúan dicha densidad, para la mayoría de las maderas, entre 1.400 y 1.620 kg/m³, con una media de 1.560 kg/m³ (REMACHA, 1993). Por otra parte, según FREAS (1995), la densidad de la pared celular es aproximadamente 1.500 kg/m³. Es llamativo en esta variable su gran uniformidad, a juzgar por su baja dispersión relativa (coeficiente de variación), inferior al coeficiente de variación obtenido para la densidad aparente (densidad anhidra y densidad básica). Como el factor humedad no es causa de variación en las variables gravimétricas consideradas, ya que estas se han obtenido en estado anhidro, hay que atribuir a la porosidad el hecho de que la densidad básica y anhidra presenten una variabilidad que no es explicada por una variable tan uniforme como la densidad de la pared celular.

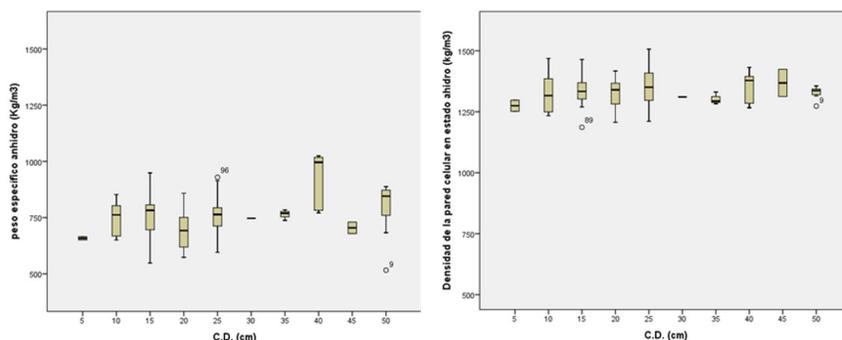
5 DISCUSIÓN

El análisis de la varianza (tabla 2) muestra que existen diferencias altamente significativas entre árboles para las tres variables de densidad y para la porosidad. Dado que el factor árbol influye en la densidad y en la porosidad se examinaron las correlaciones entre dichas variables y las variables dimensionales de los fustes, encontrándose que la densidad básica y la densidad anhidra no están relacionadas con la altura total del árbol del que procede la madera pero sí están altamente correlacionados con el diámetro normal, resultado esperable ya que el diámetro guarda relación con la edad, que afecta a la densidad de la madera. Sin embargo, la densidad de la pared celular es menos variable y no guarda relación significativa con la dimensión del árbol en la muestra analizada (figura 2).

Tabla 2. Análisis de la varianza con el factor árbol para las variables gravimétricas y la porosidad.

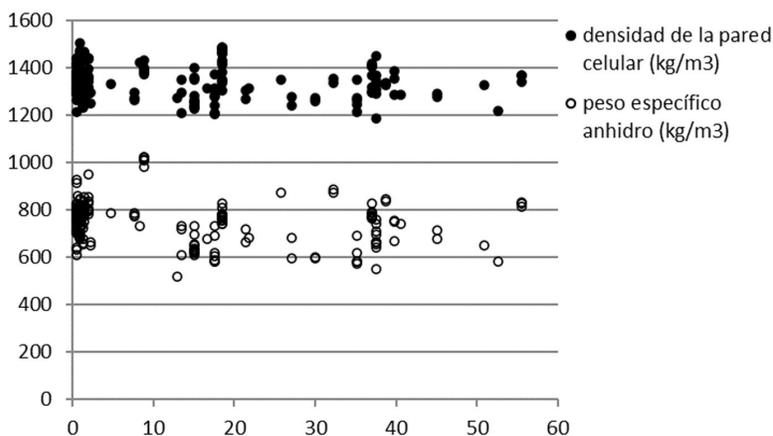
Fuente de variación		Grados de libertad	Media cuadrática	Significación
Densidad anhidra	Inter-grupos	27	33477,711	0,000
	Intra-grupos	172	3937,898	
	Total	199		
Densidad básica	Inter-grupos	27	16563,703	0,000
	Intra-grupos	172	1872,934	
	Total	199		
Densidad de la pared celular	Inter-grupos	27	11304,868	0,000
	Intra-grupos	172	3647,243	
	Total	199		
Porosidad	Inter-grupos	27	126,613	0,000
	Intra-grupos	172	16,290	
	Total	199		

Figura 2. Distribución de densidades con datos agrupados por clases diamétricas (C.D.) de los ejemplares de roble muestreados.



Las tres variables de densidad decrecen de forma significativa o altamente significativa a lo largo del fuste, aunque la cuantía de los coeficientes de correlación de Pearson son insuficientes como para justificar una propuesta de modelo de variación de la densidad según la posición en el fuste (figura 3).

Figura 3. Variación de la densidad de la madera de roble a lo largo del fuste (n = 200).



No se detectaron diferencias de densidad y porosidad entre probetas de duramen y de albura, lo cual es un resultado coincidente con trabajos anteriores, en los que la variación de densidad hallada entre albura y duramen se debe a diferentes contenidos de humedad en una y otra zona del fuste.

6 CONCLUSIONES

La variabilidad de la densidad aparente de la madera es principalmente atribuible a cambios en la porosidad ya que la densidad de la pared celular es muy uniforme. No obstante, la densidad de la pared celular mantiene el mismo patrón de variación que existe para la densidad aparente en numerosas especies forestales: diferencias altamente significativas entre árboles y tendencia a reducirse a medida que aumenta la altura en el fuste, resultados que puede ser debidos a la influencia de la edad cambial sobre la densidad, supuesto que habrá que contrastar en trabajos posteriores con madera de roble y con madera procedente de otras especies forestales, para comprobar así mismo si la densidad de la pared celular muestra una variación significativa entre especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR. (1978a). *Norma UNE 56528:1978. Características físico-mecánicas de la madera. Preparación de probetas para ensayos*. Madrid: AENOR.

AENOR. (1978b). *Norma UNE 56540:1978. Características físico-mecánicas de la madera. Interpretación de los resultados de los ensayos*. Madrid: AENOR.

Álvarez, P.; Barrio, M.; Díaz, R.A.; Higuera, J.; Riesco, G.; Rigueiro, A.; Rodríguez, R.; Villarino, J. J. (2000). *Manual de silvicultura de frondosas caducifolias*. Lugo: Escuela Politécnica Superior.

Freas, A. D. (1995). Wood properties. En: Faherty, K. F.; Williamson, T. G. (eds.): *Wood engineering and construction handbook*. 1-29. New York: McGrawHill Inc.

Gutiérrez, A.; Plaza, F. (1967). *Características físico-mecánicas de las maderas españolas*. Madrid: Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.

Mettem, C.J.; Richens, A.D. (1991). *Hardwoods in construction*. High Wycombe: Timber Research & Development Association.

Remacha, A. (1993). Humedad máxima de la madera y humedad final según usos. En: Remacha, A.; Chozas, A.; Álvarez, H.; Ortiz, J. (eds.): *Curso de secado de maderas Uruguay*. 287 pp. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

SOBRE O ORGANIZADOR

Xosé Somoza Medina (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario en Geografía e Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1994). Doctor en Geografía e Historia por la misma universidad (2001) y premio extraordinario de doctorado por su Tesis “Desarrollo urbano en Ourense 1895-2000”. Profesor Titular en la Universidad de León, donde imparte clases desde 1997. En la Universidad de León fue Director del Departamento de Geografía entre 2004 y 2008 y Director Académico de la Escuela de Turismo entre 2005 y 2008. Entre 2008 y 2009 ejerció como Director del Centro de Innovación y Servicios de la Xunta de Galicia en Ferrol. Entre 2007 y 2009 fue vocal del comité “Monitoring cities of tomorrow” de la Unión Geográfica Internacional. En 2012 fue Director General de Rehabilitación Urbana del Ayuntamiento de Ourense y ha sido vocal del Consejo Rector del Instituto Ourenseño de Desarrollo Local entre 2011 y 2015. Ha participado en diversos proyectos y contratos de investigación, en algunos de ellos como investigador principal, con temática relacionada con la planificación urbana, la ordenación del territorio, las nuevas tecnologías de la información geográfica, el turismo o las cuestiones demográficas. Autor de más de 100 publicaciones relacionadas con sus líneas de investigación preferentes: urbanismo, turismo, gobernanza, desarrollo, demografía, globalización y ordenación del territorio. Sus contribuciones científicas más importantes se refieren a la geografía urbana de las ciudades medias, la crisis del medio rural y sus posibilidades de desarrollo, la evolución del turismo cultural como generador de transformaciones territoriales y más recientemente las posibilidades de reindustrialización de Europa ante una nueva etapa posglobalización. Ha participado como docente en masters y cursos de especialización universitaria en Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela y como docente invitado en la convocatoria Erasmus en universidades de Bulgaria (Sofía), Rumanía (Bucarest) y Portugal (Porto, Guimarães, Coimbra, Aveiro y Lisboa). Ha sido evaluador de proyectos de investigación en la Agencia Estatal de Investigación de España y en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Como experto europeo en Geografía ha participado en reuniones de la Comisión Europea en Italia y Bélgica. Impulsor y primer coordinador del proyecto europeo URBACT, “come Ourense”, dentro del Programa de la Unión Europea “Sostenibilidad alimentaria en comunidades urbanas” (2012-2014). Dentro de la experiencia en organización de actividades de I+D+i se pueden destacar la organización de diferentes reuniones científicas desarrolladas dentro de la Asociación de Geógrafos Españoles (en 2002, 2004, 2012 y 2018).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimiento energético 158

Agricultura 1, 2, 3, 4, 6, 9, 16, 52, 226, 276

Agua 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 35, 66, 72, 83, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 99, 100, 101, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 175, 179, 180, 208, 209, 281, 282, 283

ANN 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37

Arqueología 149, 151, 156, 157

Arsénico 207, 208, 209, 210, 213, 214, 215

B

Bioenergía 158, 164

Biogás 84, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Biomasa 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 83, 84, 158, 266, 269, 271, 277, 278

C

Cauce 1, 5, 6, 7, 11, 15, 16, 17

Caudal mínimo 1, 10, 28

Cementos alternativos 174

Ciudad igualitaria 125, 126, 127, 144

Coahuila 1, 2, 3, 5, 7, 14, 18, 38

Comarca Lagunera 1, 2, 3, 4, 6, 15, 16, 17, 18

Conservación 2, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 64, 74, 75, 77, 78, 90, 91, 92, 232, 234, 235

COVID-19 86, 102, 103, 113, 114, 288, 289, 290, 291, 308, 309, 311

Cuenca 1, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 27, 154

Cultura ambiental 65, 74, 75, 78

D

Daucus carota 207, 208, 209, 213, 215

Dendroenergía 265

Densidad anhidra 279, 283, 284, 285

Densidad básica 279, 283, 284, 285

Densidad de la pared celular 279, 281, 282, 283, 284, 285, 286

Derechos 1, 2, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 90, 128, 130

Desarrollo cognitivo 228, 243
Desarrollo de competencias 89, 95
Desarrollo local 80
Difusión 77, 86, 207, 209, 213, 214
DIN EN ISO 13849 245, 262
Diseño de productos 65
Diterpenoids 216, 218, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227
Durango 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 296, 311
DWSIM 288, 289, 290, 292, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310

E

Economía 4, 64, 66, 69, 73, 80, 82, 91, 151, 158, 170, 174, 176, 177, 178, 179, 181, 276
Economía circular 66, 69, 73, 158, 174, 176, 177, 178, 179, 181
Ecosistema 1, 2, 4, 9, 10, 12, 16, 80, 81
Educación 15, 18, 65, 67, 80, 83, 85, 87, 88, 90, 93, 97, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 113, 114, 124, 125, 135, 137, 145, 289, 309, 310, 311
E-learning 102, 103, 107, 113, 114
Electrochemical etching 185, 186, 196, 197
Emprendedorismo 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88
Endophytic bacteria 39
Energía 21, 72, 80, 81, 84, 85, 88, 158, 159, 160, 162, 165, 166, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 179, 180, 228, 232, 233, 234, 235, 238, 240, 266, 278
Energías renovables 67, 80, 81, 83, 85, 88, 159, 160
Espacio 50, 53, 86, 103, 104, 108, 137, 140, 141, 142, 143, 147, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 237
España 18, 87, 88, 112, 125, 127, 128, 131, 135, 136, 139, 140, 144, 146, 147, 156, 164, 173, 243, 279

F

Failure Mode and Effects Analysis 245, 262
Feminismo en la ciudad 125
FMEA 245, 246, 249, 250, 253, 254, 255, 257, 259, 260, 261, 262, 263
Fuerza de trabajo 115, 120
Functional foods 199

G

Gas sensors 185, 186, 189

Geopolímeros 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Gestión 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 66, 74, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 108, 114, 125, 136, 145, 159, 178, 311

Gestión educativa 89

Grado de terneza 207, 209, 211, 212

H

Híbrido 19, 21, 26, 30, 33, 34, 264, 267, 270, 271, 278

Historia 18, 125, 126, 147, 149, 151, 155, 156, 157

Hydrocarbons 39, 43, 45, 48

I

Instrucción 228, 229, 230, 231, 233, 237, 243

L

Laguna 1, 3, 4, 7, 18, 48, 73

Lepidoptera 216, 217, 225, 226, 227

Lethal and sublethal effects 216, 225, 227

Líneas de producción 115, 118, 121, 122, 123

M

Macroporous silicon 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 196, 197

Materiales inteligentes 174, 181

Mathematical modeling 199, 201, 202

Medio ambiente 1, 2, 4, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 64, 73, 78, 79, 81, 85, 88, 90, 132, 133, 134, 159, 163, 174, 181

Métodos de trabajo 115, 118, 121, 122, 123

Mezquite 65, 66, 67, 68, 69, 73

Mid Infrared 185, 190, 197

Mineralization 39, 40, 43, 47, 208

Modelo matemático 22, 228, 231, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241

Modelos de simulación 115, 116, 124

Municipio 4, 6, 66, 74, 75, 76, 77, 135, 138, 158, 160, 161

O

Olives 198, 199, 200, 201, 202, 203, 205, 206

P

Perspectiva de género 125, 126, 127, 130, 131, 132, 134, 136, 138, 143, 144, 145, 146, 147

Plants 38, 39, 41, 47, 216, 217, 227, 265, 277, 292, 300

Poda 65, 66, 67, 68, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275

Porosidad 180, 279, 281, 283, 284, 285, 286

Potassium chloride 199, 200, 201, 205

Presa 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 18

Process simulation 288, 290, 291, 292, 293, 299, 300, 301, 302, 306, 308

Profesionalización en el sector hídrico 89

Programa 10, 19, 54, 63, 66, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 89, 91, 92, 95, 97, 98, 99, 103, 116, 137, 140, 161, 268, 276, 283

Pronóstico a corto plazo 19

Propiedad física 279

Purificación 164, 169

R

Recepa 264, 265, 269, 275

Remediación ambiental 174

Remote emergency teaching 288

Rendimiento escolar 102, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114

Residuos sólidos 65, 158, 159, 160, 163

Residuos sólidos urbanos 158, 159, 160, 163

Riego 1, 3, 4, 5, 7, 13

Río 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 30, 34, 150, 152, 218, 226

Río Amazonas 19, 21, 27, 28, 30, 34

S

Safety Function-FMEA 245

Secuestro de carbono 51, 52, 59

Sendero 149, 150, 151, 153, 154, 155

Servicio ambiental 51, 52, 60, 61

Siloxanos 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Silvicultura 265
Sistema agroforestal 51, 61, 62, 64
Soil 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 51
Sticherus quadripartitus 216, 217, 218

T

Tecnologías 4, 82, 107, 140, 158, 159, 164, 166, 167, 173, 180, 312
Teorías prescriptivas 228
Tiempo de cocción 207, 209, 211, 212, 214
Tierra 1, 51, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 154, 156
Transformación 65, 137, 138, 149, 152, 158, 281, 309
Transformada wavelet 19, 21, 24, 30

U

Urbanismo no sexista 125

V

Vertederos 158, 160, 164, 165, 167, 171, 173

Y

YouTube channel 288, 290, 299, 300, 302, 304, 306, 310