

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. Permitted the download of the work and its sharing, provided that credits are attributed to the authors, and without the possibility of altering it in any form or using it for commercial purposes.

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 19216

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 20228

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 21245

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 22264

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 23279

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

CAPÍTULO 22

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

Data de aceite: 27/02/2023

R. A. Ramos Veintimilla¹

Docente de Titulación
Escuela de Ingeniería Forestal
Facultad de Recursos Naturales
Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo. Panamericana Sur km 1½
Riobamba, Ecuador. EC060155

A. S. Guanaga Paredes

Escuela de Ingeniería Forestal
Facultad de Recursos Naturales
Escuela Superior Politécnica
de Chimborazo

F. A. Sigcha

Estación Experimental Santa Catalina
Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias

F. M. Romero Mancero

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento
de la Calidad del Agro
Distrito 3 Riobamba

RESUMEN: El propósito de la investigación consistió en estudiar la respuesta de

Paulownia elongata, *P. fortunei* y un híbrido (*Paulownia fortunei* x *elongata*) a un sistema de recepa y evaluar el desempeño de los brotes juveniles, como estrategia para confirmar su adaptabilidad a las condiciones bioclimáticas de estepa espinosa Montano Bajo. El ensayo se instaló en diciembre del 2015, en una plantación clonal de dos años de edad, plantada por INIAP y ESPOCH en la granja Tunshi, Ecuador. Se establecieron 9 bloques por especie para un total de 27 parcelas experimentales, con 9 observaciones por parcela neta. El tratamiento silvicultural ejecutado fue poda de renovación/recepa, realizando un corte del tallo en bisel a dos centímetros de altura desde el suelo. Las variables evaluadas fueron: Días a la brotación, número de brotes por tocón, diámetro a la base del brote y altura del brote. Los tres materiales estudiados respondieron positivamente a la práctica silvicultural, 90% de tocones brotados a los 61 días de haber realizado el ensayo. A los 29 días de la recepa ya se encontraron brotes epicórmicos en las tres especies de *Paulownia*, presentando entre 1 y 13 brotes por tocón. En crecimiento dasométrico, *P. fortunei* experimentó el mayor promedio en altura (81,85 cm), seguida por *P. elongata* (70,51 cm) y *Paulownia* híbrido (65,53 cm), siendo 3,5 veces mayor a los promedios de altura y 4 veces mayor en diámetro a la altura de la base del tallo, de los reportados en el primer año de evaluación. Estos resultados avizoran probables comportamientos adecuados

¹ Correspondencia, móvil 0999110240, raul.ramos@esPOCH.edu.ec (R. A. Ramos Veintimilla)

y adaptación como una especie forestal-agroforestal de interés para características similares del sitio de estudio.

PALABRAS CLAVE: Recepa. Poda. Silvicultura. Dendroenergía.

REACTION OF ULTRA-FAST GROWING FOREST SPECIES TO TOTAL PRUNING, IN SPINY STEPPE MONTANO BAJO, ECUADOR

ABSTRACT: This study is aimed to evaluate the response *Paulownia elongata*, *P. fortunei* and hybrid (*Paulownia fortunei x elongata*) to renewal pruning system and evaluate to develop the juvenile sprout of plants as a strategy to assess its adaptability to the bioclimatic conditions of thorny steppe Montano Bajo, Ecuador. The essay was install in December, 2 015 in one clonal plantation two years old, establish by INIAP and ESPOCH in Tunshi farm, Ecuador. This was established in nine blocks per species for a total of 27 experimental plots with nine observations per net plot. The selviculture treatment executed was renewal pruning, making a bevel cut stem two feet high from the ground. The variables evaluated were: Days sprouting, number of sprouts per stump diameter at the base of the outbreak and height of the outbreak. The three materials studied responded positively to silvicultural practice and 90% of erupted stumps at 61 days responded to development essay. At 29 days from the development the recepa presented epicormics sprout in the three Paulownia species; *P. fortunei* experienced the greatest average height (81,85 cm), followed by *P. elongata* (70,51 cm) and hybrid Paulownia (65,53 cm), being 3,5 times greater than the average height and 4 times greater in diameter at the base than those reported in the first year evaluation, these results foresee probable behaviors adapted and adequate as a forestry-agroforestry species of interest from the site of study

KEYWORDS: Recepa. Pruning. Silviculture. Wood energy.

1 INTRODUCCIÓN

La deforestación y degradación de los bosques, constituyen dos de los mayores problemas ambientales a nivel mundial. Las estadísticas forestales en el Ecuador revelan 9 599 678,7 hectáreas de bosques existentes (34,7 % de la superficie nacional), de los cuales el 98,5% son bosques naturales, en tanto que las plantaciones no superan el 1,5% restante del patrimonio forestal (1). Estas cifras sumadas y comparadas con el uso potencial del suelo, sugieren que en el país existe un déficit de cobertura forestal de aproximadamente 2,0 a 2,5 millones de hectáreas (1,2).

Esa reducción sistemática de los bosques nativos, ha sido provocada por una irracional explotación de los recursos forestales para distintos fines y usos, pero sobre todo para la industria de la madera, siendo el proceso de colonización, el eje principal mediante el cual se evidenció transferencia de tierras para uso agropecuario en detrimento de tierras con aptitud forestal (3).

En el país, tradicionalmente se viene explotando plantaciones de especies forestales de rápido crecimiento, introducidas y nativas, entre estas algunas especies

de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill., *E. urophylla* S.T. Blake X *E. grandis* W. Mill ex Maiden, *E. saligna* Sm.), pachaco (*Schizolobium parahiba* Vell. S.F. Blake), melina (*Gmelina arborea* Roxb.), laurel (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav.), pinos (*Pinus radiata* D. Don, *P. patula* Schlttdl. & Cham), y balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.), sin embargo, el aprovechamiento intensivo de estas especies ha provocado pérdida de su reducida base genética, cuyos individuos sobresalientes se han tornado cada vez más escasos para cubrir la demanda interna y externa de madera de aserrío, industrial o energía de biomasa (4, 5, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11). Lo indicado, ha obligado a agendar la necesidad de buscar nuevas especies forestales con atributos de crecimiento rápido, como potenciales alternativos para contribuir a las crecientes demandas forestales del país.

Paulownia es un género forestal perteneciente a la familia *Paulowniaceae* (12). Nueve especies de este género son originarias de China, a excepción de *P. fortunei* (Seem.) Hemsl, que se extienden hasta Vietnam y Laos, mientras que *P. tomentosa* (Thunb.) Steud crece en Corea y Japón (13). De estas, las especies más utilizadas para proyectos forestales son *P. elongata* S. Y. Hu, *P. fortunei* y *P. kawakamii* T. Itô en razón de sus características de crecimiento rápido (14). Son árboles que se cultivan hace más de 2 600 años, pero que empezaron a ser estudiados a partir de 1 972 por el investigador forestal de origen chino (13, 14). Estos árboles empezaron a ser desarrollados genéticamente a comienzos de la década de 1990, mediante la evaluación de su adaptación a distintos climas a fin de promover su cultivo en el mundo, tanto para reforestación como para uso maderable y energético. Actualmente presenta una amplia distribución, desde el este de Asia –principalmente en Japón y Corea, pasando por Indonesia, Estados Unidos (Carolina del Norte y del Sur, California, Indiana y Kentucky) e India, hasta México y Brasil en América Latina (15, 16).

En sitios adecuados los árboles presentan gran porte, fuste recto, cilíndrico, de color grisáceo, con suaves estrías longitudinales y casi nunca presentan nudos; un árbol de diez años de edad puede alcanzar volúmenes aproximados de 4, 0-4,5 m³, con crecimientos anuales en DAP de 3 a 4 cm (13, 14). Tales atributos, se manifiestan en la excelente calidad y belleza de su madera, su considerable producción de biomasa y capacidad de fijación de CO₂, potencial de aprovechamiento del follaje para el ganado, y también para programas de reforestación de tierras abandonadas y/o degradadas, además de sus atributos ornamentales (16). *Paulownia* sp, se adaptan a una gran variedad de climas, llegando a soportar mínimas absolutas de -20 °C y máximas absolutas de 45 °C, su rango óptimo de temperaturas se encuentra entre 24 °C y 29 °C de temperatura media diaria (13). En relación a la altitud, el rango que normalmente ocupa esta especie varía entre los 600 y 1 500 metros sobre el nivel del mar (17).

La Presidencia de la República del Ecuador en enero 2 013 manifestó el interés por explorar la introducción y evaluación de la adaptación de especies forestales foráneas con atributos de **Crecimiento Rápido**, particularmente por especies del género *Paulownia* spp, como potenciales alternativas para contribuir a las prioridades políticas contempladas en el Plan Nacional de Forestación y Reforestación Productiva (4). Por lo cual el INIAP auspiciado por la SENESCYT, en mayo del 2 013, inició el proyecto de investigación “Adaptación de especies forestales de rápido crecimiento del género *Paulownia* spp a diversos ambientes bioclimáticos y suelos del Ecuador”, donde uno de los sitios de investigación del proyecto fue estepa espinosa Montano Bajo (Granja Experimental Tunshi-ESPOCH), en éste sitio, en su evaluación inicial se observó una defoliación total de las plantas, asociado con una pérdida de dominancia apical y posterior crecimiento vigoroso de yemas axilares, características indeseadas para árboles de producción de madera sólida. Por este motivo se desarrolló el presente estudio, que tiene como objetivo estudiar la respuesta de tres especies forestales del genero *Paulownia* spp a podas de renovación y comportamiento de los brotes juveniles, como estrategia para evaluar y confirmar su adaptabilidad a las condiciones bioclimáticas de estepa espinosa Montano Bajo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El estudio se llevó a cabo entre diciembre del 2 015 y marzo del 2 016, en un experimento plantado por el INIAP-ESPOCH en diciembre del 2014, en la granja experimental Tunshi de la ESPOCH, ubicada en el km 4 de la vía Riobamba-Licto con coordenadas proyectadas UTM **X**=671167,34E, **Y**=9878372,68N. La temperatura media anual es de 13,8 °C con una precipitación media anual de 835,6 mm, la altitud es de 2 700 msnm. El sitio corresponde a estepa espinosa Montano Bajo (18).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Las especies estudiadas fueron *Paulownia elongata*, *P. fortunei* y el híbrido (*P. elongata* * *P. fortunei*), introducidas desde los Estados Unidos de Norte América y establecidas en 9 bloques por especie para un total de 27 parcelas experimentales, con 9 observaciones por parcela neta. El tratamiento silvicultural consistió en realizar una poda de renovación, realizando un corte inclinado/corte en bisel a dos centímetros de altura desde el suelo a cada uno de los arbolitos que comprenden cada una de las parcelas

netas ($n=9$), posterior a la poda se aplicó con una brocha una pasta de oxiclورو de Cu en el corte, para evitar el ingreso de patógenos y se etiquetaron cada uno de los individuos en estudio, para poder diferenciarlos entre ellos y registrar la información. Posteriormente se realizó un raleo de rebrotes, seleccionando el rebrote dominante, basándose en características morfológicas como fuste recto, vigoroso, sin daños mecánicos y sin incidencias de plagas. El número de rebrotes que se dejaron en el tocón fue uno, tomando en cuenta el diámetro y distribución en éste.

2.3 METODOLOGÍA DE TOMA DE DATOS

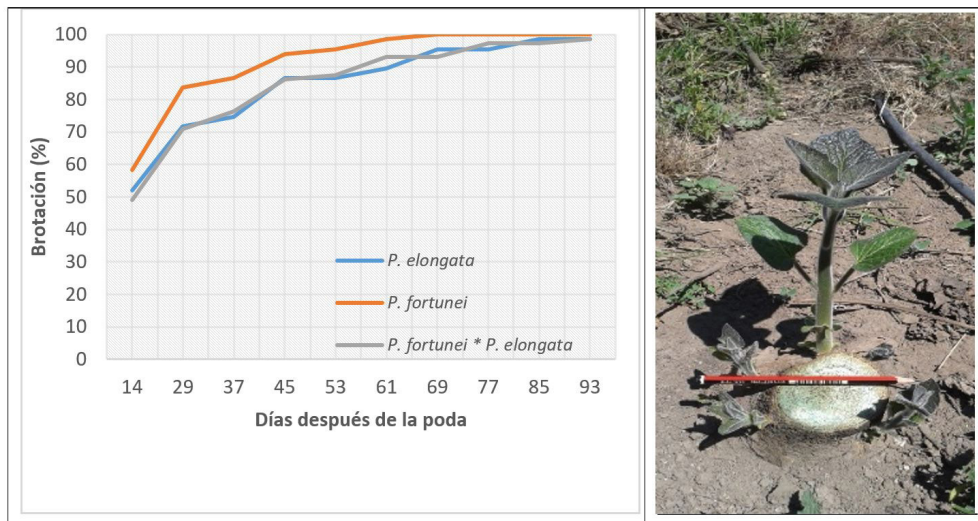
Las variables evaluadas fueron: **Días a la brotación**, esta evaluación fue visual determinando la presencia de los rebrotes en cada uno de los tocones y se reportó en porcentaje de tocones brotados a la fecha de evaluación. **Sobrevivencia de rebrotes**. La sobrevivencia se evaluó en base al número de rebrotes vivos que se observaron a los 61 días de realizado la poda, utilizando la metodología de (19, 20), quien indica que un porcentaje de sobrevivencia superior al 80% corresponde a categoría buena, entre 40 y 80% de sobrevivencia corresponde a categoría regular, y porcentaje de sobrevivencia menos de 40 por ciento corresponde a categoría mala. **Número de rebrotes por tocón**, mediante observación directa se registraron el número de brotes presentes en el tocón (en cada individuo podado) y se reportó en promedio de brotes por unidad de observación. **Diámetro a la base del rebrote**, esta variable se registró a partir de que el brote alcanzó 15 cm de altura y fue seleccionado presentando las mejores características morfológicas; para asegurarse que todas las mediciones se realicen en el mismo sitio se ejecutó una marca con pintura, a dos centímetros de la inserción del rebrote en el tocón y con una forcípula graduada se midió en dos direcciones (N-S y E-W) el diámetro de éste (Fig. 1), sus datos se registraron en centímetros. **Altura del rebrote/eje**, se registró el crecimiento del rebrote midiendo desde la inserción en el tocón hasta la yema terminal a lo largo del fuste (21) para lo cual se utilizó una cinta métrica graduada en centímetros (Fig. 2), y se reportó en la misma unidad. Todas estas variables se evaluaron con una frecuencia de 8 días a partir de los 15 días de haber realizado la poda. Los datos se analizaron, dependiendo de la variable, usando medidas de tendencia central y análisis de medidas repetidas en el tiempo para las variables dasométricas, así como separación de medias Duncan al 5%, en el programa InfoStat® versión 2 014.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DÍAS A LA BROTAÇÃO Y SOBREVIVENCIA DEL REBROTE

El análisis estadístico realizado para porcentaje de brotación de *Paulownia* como efecto a la poda de restauración, no encontró diferencias estadísticas para las especies en estudio en ninguna de las fechas evaluadas. Sin embargo, la Fig. (1) indica los porcentajes de brotación en los diferentes períodos, es así que las tres especies en estudio se encontraron rebrotadas alrededor del 55% de tocones a los 14 días de realizado la poda de restauración, porcentajes que se fueron incrementando hasta los 45 días de haber realizado dicha práctica silvicultural alcanzando entre el 78 y 87% de tocones rebrotados, a los 61 días después de la poda en las tres especies se encontró más del 90 % de tocones rebrotados. Aunque las diferencias son numéricas, se observa cierta superioridad en la brotación en *P. fortunei*, respuesta que probablemente está relacionada con el diámetro del tocón de la planta podada, ya que esta especie presentó el 90 % de los individuos un diámetro del tocón superior a 3 cm, mientras que las otras especies presentaron el 80% de los individuos con éstas características. Junto a la figura 1 se observa una fotografía de un tocón de *P. fortunei* a los 29 días después de la poda. Aunque la literatura reporta estudios extremadamente limitados en recepa de *Paulownia*, los resultados de brotación y sobrevivencia encontrados en esta investigación corresponden a la categoría de buenos (19) quien indica que un porcentaje de sobrevivencia superior al 80% corresponde a categoría buena, entre 40 y 80% de sobrevivencia corresponde a categoría regular, y porcentaje de sobrevivencia menos de 40 por ciento corresponde a categoría mala; así como también (21, 22) en un estudio de rebrotes en *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh reportaron sobrevivencia del 88%. Otros investigadores (23), reportan valores mayores (57,34 %) de mortalidad de rebrote, en un estudio de la capacidad de rebrote de *Leucaena macrophylla* Benth, valor considerado como aceptable según menciona (24) para las especies de género *Leucaena* sp.; por su parte (25) en un estudio del crecimiento y rendimiento de biomasa aérea de rebrotes de dos años en cultivos dendroenergéticos, reportaron sobrevivencia de 84% para *E. globulus*, 60 % para *E. denticulata* y 30% para *Acacia delabata*. La mortalidad de rebrotes se debe probablemente a que la planta al ser podada entra en estrés fisiológico lo que tiende a generar nuevos ejes en mayor cantidad, con el fin de restablecer los procesos de fotosíntesis y transpiración. Una vez generada la nueva cobertura foliar, tiende a eliminar los ejes con menor grado de desarrollo o de menor aporte energético (la generación de azúcares por producto de la fotosíntesis es baja), lo cual incide que la mortalidad aumente de un 40 a 60 % (26).

Figura 1. Porcentaje de brotación en tocones durante los primeros 93 días de evaluación de *Paulownia* sp (*P. elongata*, *P. fortunei* e híbrido, *P. elongata* * *P. fortunei*). Tunshi-ESPOCH.



3.2 NÚMERO DE BROTES POR TOCÓN

A partir de los 14 días de realizado la poda de restauración ya se encontraron brotes epicórmicos en las tres especies de *Paulownia* estudiadas (Fig. 1), mismos que presentaron entre 1 y 9 brotes por tocón (Tabla 1), alcanzando su número máximo de brotes a los 29 días de haber realizado la práctica silvicultural, de éstas la especie que mayor número de brotes presentó fue el Híbrido (*P. elongata* x *P. fortunei*) alcanzando un número entre 1 y 13 (Tabla 1). La capacidad de rebrote de las especies estudiadas se encuentra categorizada como excelente para *Paulownia* híbrido y bueno para *P. fortunei* y *P. elongata* (27) excelente corresponde a 10 o más rebrotes, bueno de 5 a 9,5 rebrotes, aceptable de 3 a 4,9 rebrotes y malo menos de 2,9 rebrotes. En estudios similares en *Leucaena macrophylla* Benth (23), reportaron promedios de 1,78 a 4,68 rebrotes/planta, evaluado en estación lluviosa y seca; datos similares reportan (28) con especies arbóreas perennes tropicales, encontrando que un aumento de los rebrotes en época seca es una respuesta mecánica al estrés hídrico que presenta la planta. Así como también (29) en un estudio de la capacidad de rebrote en clones híbridos de *Populus* encontraron entre 12 y 13,5 rebrotes / planta y Un árbol podado al no tener copa en presencia de déficit hídrico, debe desarrollar una nueva cobertura foliar que permita generación de azúcares y el intercambio gaseoso para la sobrevivencia del individuo.

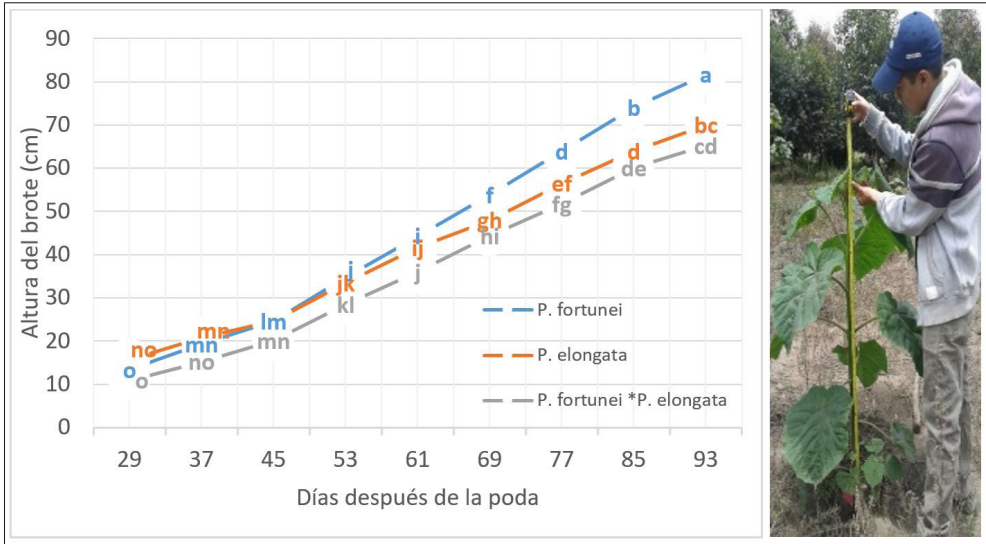
Tabla 1. Rango de número de brotes por tocón de *Paulownia* sp. Tunshi-ESPOCH.

Especie	Días después de la poda de restauración			
	14 días	29 días	37 días	45 días
<i>P. elongata</i>	1 - 7	1 - 9	1 - 9	1 - 9
<i>P. fortunei</i>	1 - 8	1 - 8	1 - 8	1 - 8
<i>Paulownia</i> Híbrido	1 - 9	1 - 13	1 - 13	1 - 13

3.3 ALTURA DEL BROTE

El análisis estadístico realizado para altura del brote identificó diferencias altamente significativas (p -valor = 0,0008) para la interacción “especies * tiempo de evaluación”. En la Fig. (2) se muestran las tendencias del crecimiento de las tres especies de *Paulownia* en estudio durante los 93 días de evaluación y su respectiva separación de medias. Donde se puede observar que Duncan al 5% agrupa a las alturas del brote en varios rangos de clasificación, identificando a *P. fortunei* como la especie de mayor crecimiento promedio (81,85 cm), seguida por *P. elongata* (70,51 cm) y *P. fortunei* * *P. elongata* (65,53 cm). Estos crecimientos experimentados en las tres especies, después de los 60 días de haber iniciado la brotación fueron 3,5 veces mayor a los promedios de altura de planta reportados por (30) en un período similar en el primer año de evaluación. Las especies evaluadas han presentado crecimientos nunca reportados para especies forestales en la zona de estudio. Los datos encontrados en esta investigación superan en por lo menos el 50 % a los reportados por (24) en un estudio del crecimiento y rendimiento de biomasa aérea de rebrotes en cultivos dendroenergéticos, presentando alturas del rebrote de 230 cm para *E. globulus*, 180 cm para *E. denticulata* y 140 cm para *Acacia delabata* en dos años de edad; así como también, al promedio de 50 cm de altura de planta de *Leucaena macrophylla* Benth, reportado por (23) y promedios de 117,28 cm de altura para *Lonchocarpus minimiflorus* durante los 6 meses de evaluación.

Figura 2. Crecimiento semanal de altura del brote de *P. fortunei*, *P. elongata* y *P. fortunei* * *P. elongata* bajo el efecto de poda de renovación. Tunshi-ESPOCH (Duncan 5%).



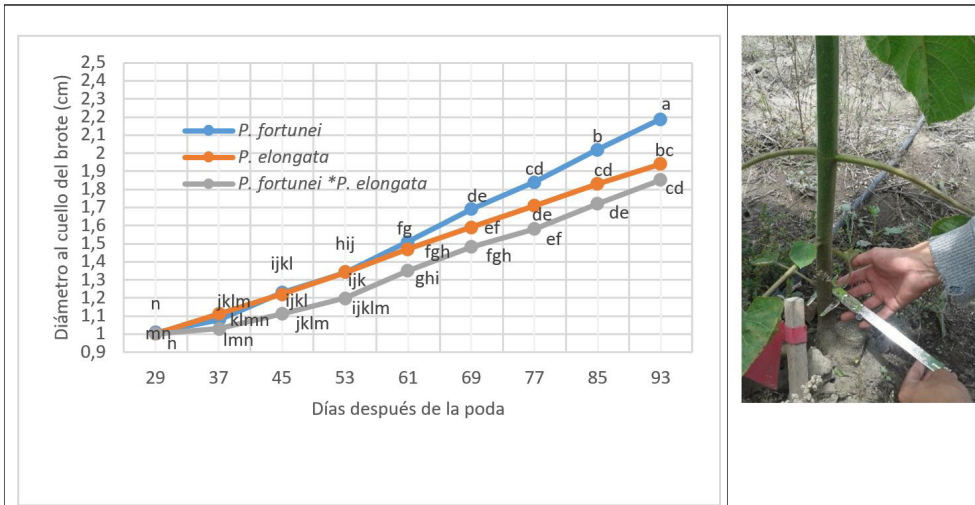
3.4 DIÁMETRO A LA BASE DEL BROTE

El diámetro del brote a la base del eje-tallo (dos centímetros de la inserción del tocón), en las especies en estudio, experimentaron tendencias similares a la variable altura del brote, mostrando diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) para especies en el tiempo evaluado, dicha diferencia se observa con mayor claridad a partir de los 69 días de haber realizado la poda de restauración. En la Fig. (3) se muestran las tendencias de crecimiento del diámetro a la base para las tres especies durante los 93 días de evaluación, donde se puede observar que *P. fortunei* presenta el mayor promedio 2,2 cm de Incremento Medio Semanal (IMS), seguido por *P. elongata* (1,95 cm) y finalmente *P. fortunei* * *P. elongata* (1,85 cm). Al igual que en la variable altura del brote, probablemente las especies están respondiendo a la adaptación en el sitio, en razón de que luego de la práctica silvicultural las especies presentaron un diámetro a la base del eje 4 veces superior al experimentado en el primer año de establecimiento del experimento, durante un mismo período de comparación (30).

Esta mayor vigorosidad en altura y en diámetro a la base del tallo se explica por la menor competencia al existir un solo rebrote seleccionado, lo que significa que, si continúa este comportamiento, probablemente a una misma edad de rotación este tratamiento obtendrá un producto de mayores dimensiones comerciales, tendencia similar manifiesta (31) en su investigación “Monte Bajo, opción para tres especies de Eucaliptos en segunda rotación, un caso en la provincia de Osorno, Décima Región, Chile”. Así como también

(23) en un estudio de rebrote de *Leucaena macrophylla* Benth, reportan un crecimiento diamétrico de 0,12 cm por semana, y (32) reportan crecimientos de 0,13 cm por semana en la especie *Lonchocarpus minimiflorus* promedio experimentado en una investigación de la capacidad de rebrote de especies arbóreas del bosque seco Secundario de Nandarola, Nandaime, Granada (33).

Figura 3. Crecimiento semanal de diámetro a la base del brote de *P. fortunei*, *P. elongata* y *P. fortunei* * *P. elongata* bajo el efecto de poda de renovación. Tunshi-ESPOCH (Duncan 5%).



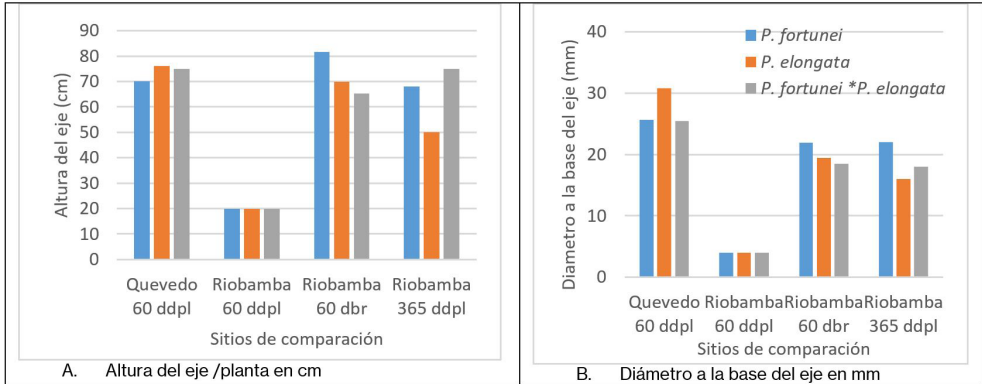
Comparativo de variables de crecimiento dasométrico de Paulownia spp entre sitios experimentales de Ecuador.

En la Fig. (4) se presentan los datos de variables de crecimiento dasométrico como son: Altura del eje/planta en cm (Figura 4A) y diámetro a la base del eje en mm (Figura 4B) de tres especies de Paulownia evaluadas en dos sitios contrastantes de Ecuador (Quevedo = bosque húmedo Tropical, y Riobamba = estepa espinosa Montano Bajo) (31); adicionalmente se hace una comparación del comportamiento de dichas variables y especies forestales en el sitio Riobamba, con la particularidad de que la segunda evaluación se realiza dos años después de la plantación, luego de haber aplicado una práctica silvicultural (poda de renovación), como una estrategia para reconfirmar su adaptación de las especies al sitio.

La altura promedio del eje de *Paulownia* experimentado en el sitio Quevedo, 60 días después de la plantación (33), fue parecida a la expresada en Riobamba 60 días después de la brotación, posterior a la poda de renovación practicada (74 cm), y ésta fue 2,5 veces superior al crecimiento promedio presentado en el sitio Riobamba 60 días

después de la plantación; se puede observar también que el crecimiento promedio en altura en los 60 días después de la brotación fue ligeramente superior al crecimiento en el mismo ensayo a los 12 meses de plantado (Fig. 4A).

Figura 4. Comportamiento de variables dasométricas de *P. fortunei*, *P. elongata* y *P. fortunei* * *P. elongata* de sitios experimentales en Ecuador (Datos tomados de Guilcapi, 2015 y Guzmán, 2015. **60 ddpl** = 60 días después de la plantación y **60 ddr** = 60 días después de haber rebrotado).



Para la variable diámetro a la base del eje (Fig. 4B), se observa tendencias similares a las experimentadas en altura del eje/planta, e inclusive al comparar los datos registrados en el sitio de Riobamba, el promedio a los 60 días después de la poda de restauración fue 4 veces superior a los promedios expresados a los 60 días después de la plantación (4 mm en 60 días después de la plantación Vs 20 mm 60 días después de rebrotado).

El comportamiento de las variables de crecimiento dasométrico experimentado por las tres especies estudiadas en el sitio estepa espinosa Montano Bajo, luego de la práctica silvicultural (poda de restauración) advierte un grado interesante de adaptación de las especies al sitio (suelo, clima), sin embargo no es un tiempo suficiente de evaluación para llegar a conclusiones concretas, por lo que hay la necesidad de seguir evaluándoles a los brotes por lo menos los 9 meses siguientes, y con éstos datos llegar a conclusiones más confiables.

4 CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones de sitio (clima y suelo) estepa espinosa Montano Bajo, las tres especies de *Paulownia* respondieron positivamente a la poda de renovación, en razón de que, a los 61 días de haber podado, en las tres especies se encontró más del 90 % de tocones brotados, esto nos indica la capacidad de rebrote de las especies y por tanto el potencial que demuestran

para programas de clonación, aseveración que lo ratifica la literatura en varias publicaciones.

- Al comparar el comportamiento de las variables dasométricas a los 60 días después de la práctica silvicultural y al año de plantación, sin la práctica silvicultural, se registró una superioridad en altura de 3.5 veces y en diámetro de 4 veces en favor de la poda de recepa, mostrándose ésta como un tratamiento silvicultural favorable para evaluar procesos de adaptación de especies latifoliadas como lo es *Paulownia*.
- El efecto de la práctica silvicultural sobre el comportamiento de las variables dasométricas de las tres especies de *Paulownia* evaluadas en estepa espinosa Montano Bajo, fue similar al efecto obtenido en bosque húmedo Tropical sin la práctica silvicultural en un período análogo de evaluación, lo que avizora probables comportamientos adecuados como una especie de interés para éstas características de sitio.
- Los datos de variables dasométricas registrados en los 93 días posteriores a la práctica silvicultural indicados en la presente investigación, muestran que las especies de *Paulownia* responden favorablemente a la poda de renovación en estepa espinosa Montano Bajo; a decir de los datos, **son crecimientos nunca alcanzados por ninguna especie forestal en el sitio.**

5 RECOMENDACIONES

Investigar las posibles causas de la alta heterogeneidad en el crecimiento de los individuos de un mismo clon, poner mucha atención en las tres especies de *Paulownia*, sobre todo en *P. fortunei* y dar seguimiento de por lo menos dos períodos estacionales, donde los nuevos brotes reciban condiciones de estrés propias del sitio y sus respuestas permitan llegar a conclusiones convincentes sobre la adaptación de las mismas. Si continúan dichos comportamientos probablemente podrían ser especies de importancia socioeconómica y ambiental para las condiciones de sitio evaluadas.

6 AGRADECIMIENTOS

Dejamos nuestro sincero agradecimiento al INIAP Santa Catalina por permitirnos desarrollar esta investigación en su ensayo de adaptación y a la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH por aprobarnos y autorizar dicha investigación como un tema de práctica preprofesional de la Ing. Andrea Guanga.

7 CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto en razón de que la información generada en la investigación es para apoyo de quienes puedan necesitar en beneficio técnico científico.

REFERENCIAS

1. Carrión, D.; Chiu, M. 2011. Documento del Programa Nacional REDD. Sexta reunión de la Junta Normativa del Programa Nacional ANU- REDD. Disponible en: www.unredd.net/index.php?option=com_doeman&task=doe.
2. Grijalva, J.; X. Checa; R. Ramos; P. Barrera; R. Vera; F. Sigcha. 2016. Estado de los recursos genéticos forestales en Ecuador. Programa Nacional de Forestería del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, Quito. 100 p.
3. FAO. 2010. Global Forest Resources Assesment 2010. Main Report. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>
4. MAE. 2011. Programa de Naciones Unidas para la reducción de las emisiones por deforestación y degradación del bosque en los países en desarrollo Documento del programa nacional Conjunto. Sexta reunión de la junta normativa Del programa ONU-REDD. 21 - 22 de marzo De 2011. Da lat, Vietnam.
5. Delgado, J.; P. Játiva. 2010. Políticas institucionales de Investigación, Transferencia de Innovaciones y Prestación de Servicios Tecnológicos, Quito, Ecuador INIAP, Dirección General, Dirección de Planificación y Economía Agrícola, 52 p. Publicación miscelánea No 154.
6. Limongi, R.; G. Wiracocha; C. Yopez. 2011. Amarillo de Guayaquil (*Centrolobium ocoxylum* Rose ex Rudd) especie de uso múltiple del bosque seco del Ecuador. INIAP, Portoviejo. 32 p.
7. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2013. Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales. Guayaquil, Ecuador.
8. Lascano, M. 2008. Valoración de la contribución forestal a la economía nacional, caso Ecuador. OTCA. Ecuador.
9. Palacios, W.; E. Vásquez; N. Jaramillo; M. Robalino. 2011. Evaluación de la estrategia de Desarrollo forestal Sustentable 2006-2011. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Quito. 66p.
10. Prado, L.; C. Samaniego; J. Ugarte-Guerra. 2010. Estudio de las cadenas de abastecimiento de germoplasmas forestal en Ecuador. World Agroforestry Centre (ICRAF), Lima. 247 p.
11. Ramos Veintimilla, R. A.; A. M. Cárdenas Rubio; R. R. Vera Vélez; J. R. Limongi Andrade y J. E. Grijalva Olmedo. 2018. Propagación in vitro de tres especies del género *Paulownia* bajo el sistema de propagación convencional. Quebracho 25 (1,2):69-79. Argentina.
12. García-Lahera, J. P. 2010. Guía de facilitación para el trabajo con la literatura de referencia sobre la flora de Cuba. Editorial Feijóo, Cuba.
13. Zhu, Z. H.; C. J. Chao; X. Y. Lu; Y. G. Xiong. 1986. *Paulownia* in China: cultivation and utilization. Beijing, China.

14. Lucas, M.; E. Martínez; F. López; M. Abellán; F. García. 2011. El cultivo forestal de *Paulownia* spp: Primeros resultados de si aplicación en Castilla La Mancha. Universidad de Castilla La Mancha, Escuela superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete y Departamento de Ciencias y tecnología Agroforestal y Genética.
15. Gutiérrez, J.; Ocaña R. 2009. Manual para el Cultivo de *Paulownia elongata*. Disponible en: http://www.uaemex.mx/SIEA/editorial/2009/09_C_422_0643.pdf
16. Wayne, K.; Donald, G. 2004. Tree Crops for Marginal Farmland. *Paulownia*. Practical guide from the University of Tennessee. 31 pp.
17. Castellanos, O.; A. Rodríguez; J. Rodríguez; B. Rodríguez. 2006. Organogénesis indirecta y enraizamiento "in vitro" de "*Paulownia elongata*". Redalyc 4(15):1-12.
18. Rivas, F., Alarcón, A., Espinosa, C., Carrillo, F., Villamarín, D. (2005). Formaciones vegetales en el Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Aplicadas. Pichincha –Ecuador.: Escuela de Ingeniería en Biotecnología Sangolquí.
19. Centeno, M. 1993. Inventario Nacional de Plantaciones Forestales de Nicaragua. 85 p.
20. ADEFOR (Asociación de Desarrollo Forestal y Agropecuario de Occidente). 1995. Comportamiento de 25 procedencias de 3 especies forestales del género *Eucalyptus* (*E. camaldulensis* Dehn, *E. maculata* Hook. F. y *E. tereticornis* Sm.) En Chancay (Cajamarca, Perú). Informe de investigación N° 5. 24 p.
21. González, B; Silva, C; Salgado, O. 2008. Evaluación de la capacidad de rebrotes de dos especies arbóreas en el bosque tropical seco, Nandarola Pacífico Sur. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 8(11):57-61.
22. Reyes, F.; Membreño, J.; Chávez, Y. 2013. Evaluación de variables dasométricas de rebrotes en *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, en la finca el Plantel, Nindiri, Masaya. La Calera Revista científica. 13 (20). 39-45.
23. Flores-Pinot, D., Janeth-Sorto, T., Gutiérrez-Bardales, J., Arias-Aguilar, D., Valverde, J. C., & Mora- Molina, J. (2018). Capacidad de rebrote de *Leucaena macrophylla* Benth con fines dendroenergéticos en Cortes, Honduras. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 16(38), 47-54. Doi. 10.18845/rfmk.v16i38.3995
24. Singhala, A.; Kumarb, M.; Bhattacharyab, M.; Kumaric, N.; Kumar, P.; Devendra, J.; Chauhanalndu, K.; Thakur, S. 2018. Pretreatment of *Leucaena leucocephala* wood by acidified glycerol: optimization, severity index and correlation analysis, Bioresource Technology, vol. 265, pp. 214-223.
25. Ríos, J. 2017. Evaluación del crecimiento y rendimiento de biomasa aérea en rebrotes de cepas de dos años en cultivos dendroenergéticos. Tesis para optar al grado de doctor en ciencias forestales. Universidad de Concepción-chile.
26. Nassara, R.; Nermeen, F. T.; Redac, M. 2015. Active yeast extract counteracts the harmful effects of salinity stress on the growth of leucaena plant. Scientia Horticulturae, vol. 30, pp. 61-67.
27. Díaz, G. 2005. Establecimiento y evaluación de cercas vivas en Pacora, San Francisco Libre. Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 27 p.
28. Reda, F.; Maximous, S.; El-Kobisy, O. 2000. Morphological and anatomical studies on leucaena (*Leucaena leucocephala*) plants grown under stress of different levels of salinity in irrigation water. Bull. Fac. Agric. Cairo Univ, vol. 4, pp. 309-330.

29. Plaza del Pino, J. 2011. Evaluación de la capacidad de rebrote en clones híbridos de *Populus* destinados a la producción de biomasa para energía. Trabajo fin de carrera Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. 140 pp.
30. Guilcapi, D. 2015. Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del genero *Paulownia* (*P. fortunei*, *P. elongata* e Híbrido entre *P. fortunei* * *P. elongata*). A las condiciones de sitio estepa espinosa de Tunshi, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador. 106 pp.
31. Geldres, E.; Schlatter, J.; Marcoleta, A. 2004. Monte Bajo, opción para tres especies de Eucaliptos en segunda rotación, un caso en la provincia de Osorno, Décima Región, Chile. Revista Bosque 25(3) 57-62.
32. Salgado, O.; Silva, Z. 2008. Evaluación de la capacidad de rebrote de dos especies arbóreas del bosque seco secundario de Nandarola, Nandaime, Granada. Ingeniería thesis, Universidad Nacional Agraria, UNA.
33. Guzmán, L. 2015. Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del genero *Paulownia* (*P. fortunei*, *P. elongata* e Híbrido entre *P. fortunei* * *P. elongata*). A las condiciones de sitio Bosque húmedo Tropical de la Estación INIAP-Pichilingue, Cantón Quevedo, provincia de los Ríos. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador. 105 pp.

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