

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL III

 EDITORA
ARTEMIS
2023

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL III

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

Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointner 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 Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Maria 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 Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 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 (IPEN)- 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 III [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 bilíngue

ISBN 978-65-87396-91-0

DOI 10.37572/EdArt_310723910

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

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Por tercera vez, la editorial Artemis organiza un volumen para promover la difusión de investigaciones originales que desde diferentes ámbitos pretenden promover el desarrollo ambiental, cultural y socioeconómico. En esta ocasión, se trata de catorce trabajos estructurados en dos bloques, Ciencia y Tecnología, como en el volumen precedente, para de esta manera percibir con claridad como desde ambos campos del saber se puede proyectar un mundo mejor.

La ciencia y la tecnología en el siglo XXI deben orientar sus esfuerzos a ofrecer soluciones a los grandes problemas presentes de la humanidad y de nuestro planeta. Las Naciones Unidas iniciaron el camino en el año 2000 con los Objetivos del Milenio, reformulados y ampliados en 2015 con los ahora denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS. Más allá de una simple declaración, los ODS deberían convertirse en el faro guía de todo avance científico o técnico. Lo ideal sería que cada persona científica o tecnóloga, independientemente de su origen o vinculación profesional, pensara en la fase de diseño de la investigación cuál de los ODS contribuye a alcanzar la consecución de su proyecto, para de esta manera orientar los esfuerzos de millones de seres humanos en todo el mundo a resolver el futuro de las próximas generaciones y no al contrario, que el progreso de nuestra civilización suponga una amenaza real para la Tierra, como parece que hemos estado haciendo hasta ahora. Todavía estamos a tiempo de cambiar nuestro destino, pero debemos concienciarnos y actuar en consecuencia.

Con este pensamiento en la mente, los trabajos que presentamos en este volumen adquieren una dimensión mayor. En el primer bloque, Ciencia, se agrupan siete trabajos que desde las ciencias de la educación y las ciencias económicas y empresariales contribuyen a alcanzar esos objetivos enunciados, bien a través de encuestas a una muestra de estudiantes de diferentes carreras universitarias o bien a través del análisis local de casos concretos. Así se pueden desarrollar temas de gran actualidad como la responsabilidad social, la incertidumbre de las políticas monetarias, la importancia de las microempresas en contextos determinados, las redes sociales, la internacionalización del sector turístico, la sostenibilidad en las empresas o la ansiedad provocada por la pandemia.

En el segundo bloque, Tecnología, se agrupan siete investigaciones con aportaciones igual de interesantes y novedosas, como los avances en teledetección de incendios, los tratamientos con bacterias para eliminar los residuos de aceites, la evaluación de antioxidantes en el desarrollo “in vitro” de plantas de caña de azúcar, los análisis informáticos para la predicción de plagas en los cultivos, las técnicas kinésicas para el tratamiento de la incontinencia urinaria femenina, la inteligencia aumentada de usuario o el estudio de un megaproyecto urbanístico como el de Saemangeum en Corea del Sur.

Xosé Somoza Medina
Universidad de León, España

SUMARIO

I CIENCIAS PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 1..... 1

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIANTES RESPECTO A LA RESPONSABILIDAD SOCIAL

Marcela Rojas Ortega

María de la Luz Pirron Curiel

Lucía Esparza Zamudio

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239101

CAPÍTULO 2..... 12

SUBMERGED SOCIAL NETWORKS: HOW MUCH TIME DO COLLEGE STUDENTS SPEND ON THEM?

Antonia del Rosario Sánchez Gonzales

Marco Antonio Bazalar Hoces

Víctor Marcelino López Lino

Raúl Eleazar Arias Sánchez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239102

CAPÍTULO 3..... 22

ANSIEDAD FÓBICA EN ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA LICENCIATURA EN MÉDICO CIRUJANO DE LA UAGRO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA DE COVID-19

María Atocha Valdez Bencomo

Laura Sierra López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239103

CAPÍTULO 4..... 36

DESARROLLO SOSTENIBLE EN NEGOCIOS, 2023

Giuseppe Francisco Falcone Treviño

Zaida Leticia Tinajero Mallozzi

Joel Luis Jiménez Galán

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239104

CAPÍTULO 5.....62

THE IMPACT OF MONETARY POLICY UNCERTAINTY ON THE TECHNOLOGY-HEAVY STOCK MARKET: EVIDENCE FROM THE UNITED STATES

Dejan Romih

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239105

CAPÍTULO 6.....77

LAS MICROEMPRESAS DEL SECTOR BANANERO Y SU APOORTE ECONÓMICO EN LA PROVINCIA DE EL ORO

Kenia Lizzeth Carchi Arias

Martin Andres Romero Lalangui

Ruth Maryury Delgado Olaya

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239106

CAPÍTULO 7 93

EVALUAR EL NIVEL DE BILINGUISMO EN EL SECTOR HOTELERO DE LA ZONA CENTRO Y NORTE DE LA CIUDAD DE MONTERIA

Carlos Alfonso Márquez Ángel

Javier Dario Canabal Guzman

Helmer Muñoz Hernandez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239107

II TECNOLOGÍAS PARA PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 8..... 105

DETECCIÓN DE NIVELES DE SEVERIDAD DE INCENDIOS FORESTALES A TRAVÉS DE IMÁGENES DE SATÉLITE

Ana Graciela Flores-Rodríguez

José German Flores-Garnica

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239108

CAPÍTULO 9..... 116

BACTERIAL OPTIMIZATION OF BIODETERGENT SYNTHESIS AND LIPOLYTIC ACTIVITY INDUCED BY WASTE RESIDUAL OIL

Blanca Celeste Saucedo-Martinez

Liliana Marquez-Benavides

Juan Manuel Sánchez-Yáñez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3107239109

CAPÍTULO 10.....133

EVALUACIÓN DE ANTIOXIDANTES Y POSICIÓN DEL EXPLANTE EN EL ESTABLECIMIENTO *in vitro* DE MERISTEMOS DE CAÑA DE AZÚCAR

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán
Jeovani Francisco Cervantes Preciado
Luis Enrique Gómez Sánchez
Esmeralda Judith Cruz Gutiérrez
María Guadalupe Mendoza García

 https://doi.org/10.37572/EdArt_31072391010

CAPÍTULO 11.....147

SISTEMA EMBEBIDO PARA LA PREDICCIÓN DE PLAGAS EN CULTIVOS DE CHILE HABANERO

Juan Miguel Durán Lugo
Manuel Jesús Rodríguez Pérez
Carlos Eduardo Uc Ríos
Roberto Carlo Canto Canul
Héctor Manuel Quej Cosgaya
Diana del Carmen Mex Álvarez
Luz María Hernández Cruz
Ricardo Jesús Sánchez Quintal
Manuel Alejandro Valladares Castellanos
Sergio Raul Noh Caamal
Carlos Oreza Sanz
German Escalante Notario

 https://doi.org/10.37572/EdArt_31072391011

CAPÍTULO 12.....171

EFFECTIVIDAD DE LAS TÉCNICAS KINÉSICAS EN EL TRATAMIENTO DE LA INCONTINENCIA URINARIA FEMENINA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2015-2020

Margarita Ortigoza Melgarejo
Lais Raquel Petter Lauer
Liz Mariana Duarte Duarte

 https://doi.org/10.37572/EdArt_31072391012

CAPÍTULO 13 181

METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO CON INTELIGENCIA AUMENTADA (AUI)

Roxana Martínez

Pablo Vilaboia

 https://doi.org/10.37572/EdArt_31072391013

CAPÍTULO 14 193

A STUDY ON THE PROGRAM MANAGEMENT DIRECTION OF MEGAPROJECT FOR SAEMANGEUM DELVELOPMENT IN KOREA

Unsung Jang

Jongmin Park

Eunsang Yoon

Jeonghyun Park

Changwoo Park

 https://doi.org/10.37572/EdArt_31072391014

SOBRE O ORGANIZADOR 207

ÍNDICE REMISSIVO 208

CAPÍTULO 8

DETECCIÓN DE NIVELES DE SEVERIDAD DE INCENDIOS FORESTALES A TRAVÉS DE IMÁGENES DE SATÉLITE¹

Data de submissão: 27/06/2023

Data de aceite: 14/07/2023

Ana Graciela Flores-Rodríguez

Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias
Biológicas y Agropecuarias
Nextipac-Jalisco, México
<https://orcid.org/0000-0002-1544-2077>

José German Flores-Garnica

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental
Centro Altos de Jalisco
Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México
<https://orcid.org/0000-0002-8295-1744>

RESUMEN: Los efectos de los incendios forestales en los ecosistemas son variables dependiendo de la severidad del fuego, lo cual repercute en la respuesta de la vegetación. Evaluar cada una de las áreas afectadas directamente en campo, implica trabajo

extenso que está limitado por recursos económicos y de personal, así como por la inaccesibilidad a todas las áreas forestales. Por esto es necesario implementar estrategias alternas, como el uso de sensores remotos. En este trabajo se evaluó, mediante análisis de imágenes satelitales y la aplicación de índices espéctales, los efectos de incendios forestales en los ecosistemas, haciendo un análisis de la clasificación de la severidad de incendios de bosque de pino- encino. Utilizando imágenes satelitales Landsat 8 (OLI) previas y posteriores a la ocurrencia del incendio, en tres regiones forestales del estado de Jalisco, México. A las cuales se les aplicó el índice de quemado normalizado (NBR) y el índice de quemado normalizado diferenciado (dNBR), con lo que se desarrolló cartografía temática que muestra los grados de severidad del incendio y su superficie. Para su validación, estos mapas fueron comparados con evaluaciones de severidad en campo. Como resultado se creó cartografía temática para cada una de las áreas estudiadas, mostrando una precisión global del 77.78% con un índice kappa que muestra una concordancia entre la severidad en la clasificación y la realidad del 66.67 % para incendios de grandes extensiones, en contraparte de áreas con quemas más pequeñas en donde no se obtuvo buenas representación de la severidad en los mapas.

PALABRAS CLAVE: dNBR. Grados de severidad. Imágenes satelitales. Reflectancia. Sensores remotos.

¹ Este trabajo recibió financiamiento de CONACYT por los estudios de la maestría BIMARENA de Ana Graciela Flores Rodríguez en la Universidad de Guadalajara. Dentro del marco del proyecto "Respuesta de la regeneración natural al incremento de incendios forestales en el contexto del cambio climático" financiado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

DETECTION OF SEVERITY LEVELS OF FOREST FIRES THROUGH SATELLITE IMAGES

ABSTRACT: The effects of forest fires on ecosystems are variable depending on the severity of the fire, which affects the response of the vegetation. Evaluating each of the affected areas directly in the field implies extensive work that is limited by financial and personnel resources, as well as by the inaccessibility of all forest areas. For this reason, it is necessary to implement alternative strategies, such as the use of remote sensors. For this reason, in this work, the effects of forest fires on ecosystems were evaluated through analysis of satellite images and the application of spectral indices, making an analysis of the severity classification of pine-oak forest fires. Using Landsat 8 satellite images (OLI) before and after the occurrence of the fire, in three forest regions of the state of Jalisco, Mexico. To which the normalized burn index (NBR) and the differentiated normalized burn index (dNBR) were applied. Thematic cartography was developed that shows the degrees of severity of the fire and its surface. For their validation, these maps were compared with severity assessments in the field. As a result, thematic cartography was created for each of the studied areas. showing a global precision of 77.78% with a kappa index that shows a concordance between the severity in the classification and the reality of 66.67% for large-scale fires, in contrast to areas with smaller burns where good representation of the severity was not obtained. severity on the maps.

KEYWORDS: dNBR. Degrees of severity. Satellite images. Reflectance. Remote sensors.

1 INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de incendios forestales puede modificar los ecosistemas, ya que contribuye a la selección de especies e influye en la densidad, productividad, estabilidad y recambio de éstas (González *et al.*, 2008); además de crear alteraciones en los procesos ecológicos como el ciclo de nutrientes, la estructura del suelo (Wohlgemuth *et al.*, 2006), el almacenamiento de carbono (North y Hurteau, 2011) y la generación de emisiones de diversos gases considerados de efecto invernadero (Martínez *et al.*, 2014). Sin embargo, es importante tener en cuenta que no todos los incendios forestales son iguales, ya que algunos son más severos que otros, de esta forma el nivel de severidad condiciona la respuesta que tendrá el ecosistema ante los efectos del fuego. Así mismo, se debe considerar que existe una relación entre la severidad y la cantidad de materia orgánica que se consume, lo que, a su vez, puede definir la capacidad de recuperación del ecosistema (Montorio *et al.*, 2014). De esta manera, la determinación y generación de cartografía de la severidad de los incendios genera una herramienta fundamental para priorizar la aplicación de tratamientos para atenuar los efectos negativos del fuego y propiciar la recuperación y regeneración natural de los ecosistemas (Montorio *et al.*, 2014).

La severidad del fuego se puede evaluar desde la observación directa del impacto en campo, sin embargo, frecuentemente estas evaluaciones se realizan de forma puntual en áreas determinadas, lo que limita la extrapolación de datos a escalas mayores. Debido a esto, se ha incorporado el uso de imágenes multiespectrales obtenidas de sensores remotos (van Wagtenonk *et al.*, 2004) y la aplicación de índices espectrales, para detectar el cambio en la reflectancia de las áreas quemadas y las áreas sin quemar, lo cual define firmas espectrales que permiten diferenciar, por ejemplo, en la región del infrarrojo cercano e infrarrojo de onda corta, la actividad fotosintética, ubicando áreas quemadas en donde esta actividad fotosintética es nula, o baja (Montorio *et al.*, 2014).

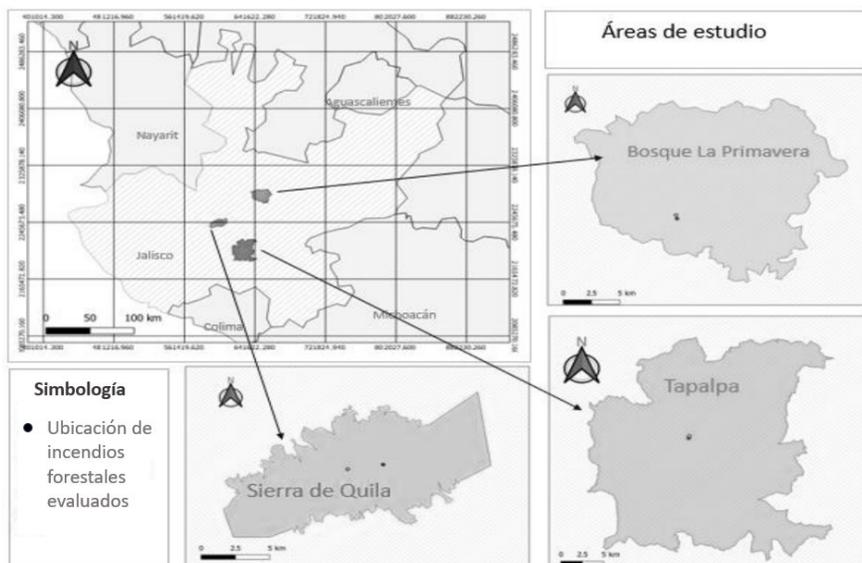
En este trabajo se hace un análisis de la clasificación de la severidad de incendios en bosque de pino- encino utilizando el índice de quemado normalizado (NBR) obtenido de imágenes satelitales previas y posteriores a la ocurrencia del incendio y el índice de quemado normalizado diferenciado (dNBR) el cual es un índice de grado de cambio que detecta la diferencia entre los valores del NBR, previamente calculados, de las imágenes previas y posteriores al incendio. Para con esto definir, de manera cartográfica, el polígono del bosque que fue afectado por incendios y categorizando esta afectación en la vegetación en rangos de severidad, finalmente se evaluó la precisión de estos mapas con la severidad en campo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en tres regiones forestales del estado de Jalisco: 1) Área de Protección de Flora y Fauna Bosque de La Primavera, 20°36'31.10" N y 103°35'58.50" W; 2) Sierra de en las coordenadas 19°57'48.60" N y 103°46'59.50" W; y 3) el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, 20°17'53.70" N y 104° 1'17.60" W. Estas áreas de muestreo se seleccionaron de acuerdo a su historial de ocurrencia de incendios, tipo de vegetación y accesibilidad de vías de comunicación (Figura 1).

Figura 1. Localización de las regiones forestales y de los incendios seleccionados para el estudio.



2.2 EVALUACIÓN DE SEVERIDAD EN CAMPO

La ubicación de las diferentes condiciones de severidad en la vegetación de campo se determinó mediante la evaluación de nueve sitios de muestreo en tres condiciones: a) Sin quemar (sq). Área donde no ha ocurrido un incendio forestal o donde han pasado más de cinco años desde último incendio; b) Severidad media (m). Áreas donde las marcas de quemado en troncos fueron por debajo de la mitad de la altura total del árbol y donde la copa puede estar afectada parcialmente; c) Severidad muy alta (ma). Áreas donde las marcas quemado en troncos es mayor que la mitad de la altura total del árbol y la copa se afectó parcial o totalmente.

2.3 DETECCIÓN REMOTA DE SEVERIDAD

Se utilizaron imágenes Landsat 8 (OLI) de abril y marzo del 2018 (antes y después de los incendios) obtenidas mediante la plataforma de Google earth engine. A estas imágenes se les aplicó el índice de quemado normalizado (NBR), el cual se enfoca en detectar las relaciones biofísicas con la vegetación quemada (López-García y Caselles, 1991). Es decir, evalúa la condición del cambio de la vegetación con datos de reflectancia del infrarrojo cercano (NIR) y el infrarrojo de onda corta 2 (Fórmula 1), banda 5 (0.85 - 0.88 μm) y banda 7 (2.11-2.29 μm) en el sensor Landsat OLI (Casady *et al.*, 2010).

$$\text{NBR} = \frac{\text{NIR} - \text{SWIR}}{\text{NIR} + \text{SWIR}} \quad (1)$$

Así mismo se aplicó el índice diferenciado de relación de quemado normalizado (d NBR) (Key y Benson, 2006). El cual hace una comparación entre los valores del NBR de una imagen previa al fuego y los valores NBR de una imagen posterior al fuego (Fórmula 2).

$$dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post} \quad (2)$$

Aplicados estos índices, se clasificaron los valores de los pixeles en rangos de nivel de severidad en categorías y se calcularon las superficies.

2.4 VALIDACIÓN DE LOS MAPAS

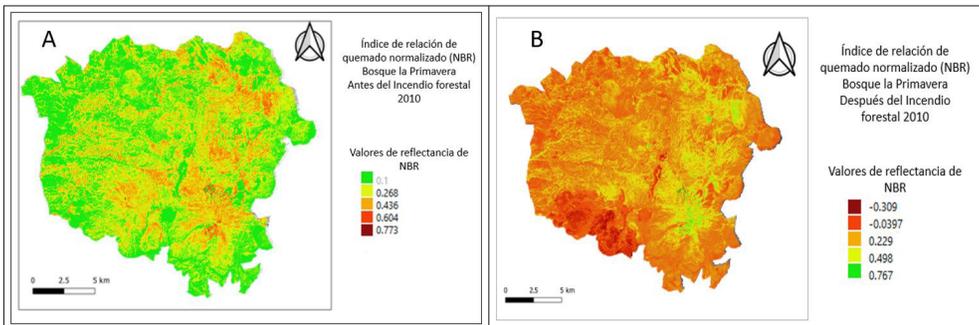
Debido a que en campo solo se determinaron áreas con incendios moderados y extremos, las categorías de los rangos de dNBR se agruparon considerando los valores de severidad baja y media como la severidad moderada observada en campo y los valores alto y muy alto como la severidad extrema.

Con base a esto se realizó una matriz de confusión comparando los valores de severidad vistos en campo, con los valores de severidad arrojados por los mapas creados con el índice dNBR.

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

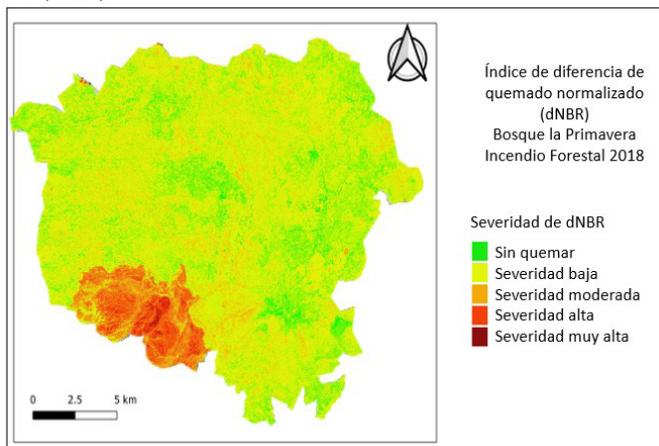
Se aplicó el índice NBR, a la imagen anterior a la ocurrencia de los incendios forestales para cada área de estudio. En donde se puede observar un rango homogéneo de valores los cuales indican que no presenta daño por incendios. En cambio, al aplicar el índice NBR a la imagen posterior a la ocurrencia del incendio se puede observar claramente el polígono incendiado en la parte inferior izquierda del área del bosque el cual se muestra con colores más oscuros (Figura 2B).

Figura 2. Mapas del área del Bosque de La Primavera con la aplicación del índice de relación de quemado normalizado (NBR) A) antes del incendio, B) después del incendio.



La imagen resultante de la aplicación del dNBR, muestra claramente el polígono afectado por el incendio en la parte suroeste del área de protección del Bosque de La Primavera (Figura 3).

Figura 3. Mapas del área del Bosque de La Primavera con la aplicación del índice de diferencia de relación de quemado normalizado (dNBR).



Los valores obtenidos por el índice se categorizaron en rangos de severidad (Athanasakis *et al.*, 2017).

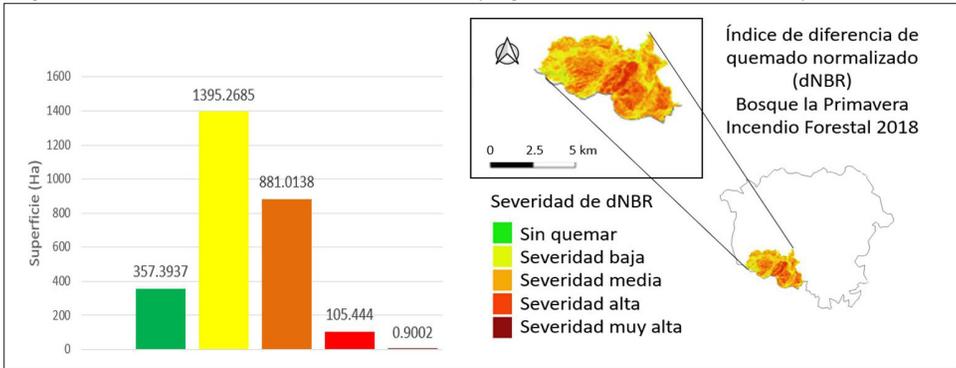
Tabla 1. Rango de nivel de severidad de dNBR (Athanasakis *et al.*, 2017).

Valor de dNBR	Nivel de severidad
-0.10 – 0.10	Sin quemar
0.10 – 0.27	Baja severidad
0.27 – 0.44	Severidad media
0.44 - 0.66	Alta severidad
>0.66	Muy alta severidad

Basados en estos rangos, es posible generar cartografía temática del incendio en donde además de que se muestre el polígono incendiado, también se pueden identificar las áreas que fueron principalmente afectadas por el fuego. Los valores dNBR positivos siguen representando una disminución en la vegetación, mientras que los valores negativos representan un aumento en la cubierta vegetal por lo tanto un nivel más bajo de severidad del impacto (Hudak *et al.*, 2007)

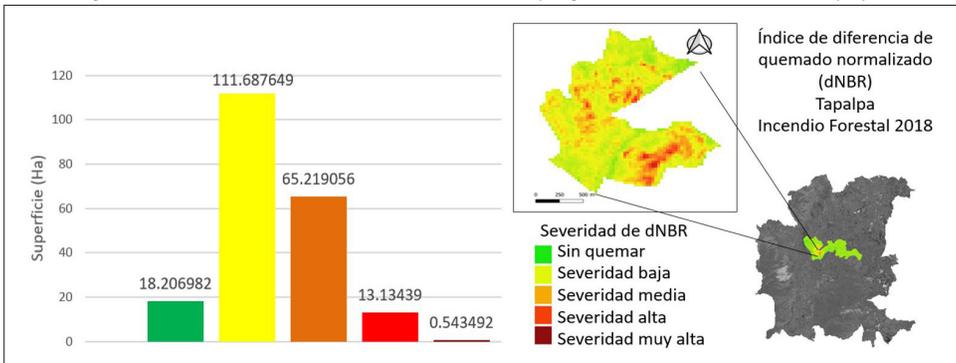
En el Bosque La Primavera, se obtuvo un polígono afectado de 2,740 ha aproximadamente, de las cuales 1,395 ha corresponden a severidad baja, y solo 0.90 ha con severidad muy alta (Figura 4).

Figura 4. Grafica de severidad del incendio dentro del polígono afectado en el área del Bosque La Primavera.



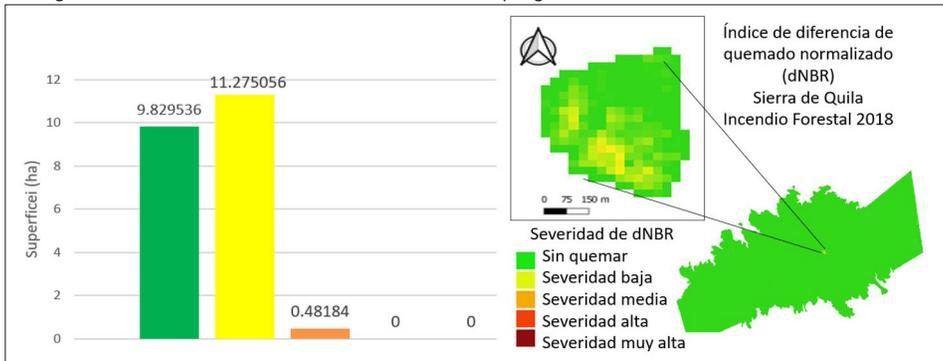
Para Tapalpa el polígono afectado se reporta de 209 ha aproximadamente, siendo, al igual que la región del Bosque La Primavera, la categoría con mayor extensión la de severidad baja, y la categoría con menor extensión la de severidad muy alta (Figura 5).

Figura 5. Grafica de severidad del incendio dentro del polígono afectado en el área de Tapalpa.



Para Sierra de Quila el polígono afectado es muy pequeño detectando apenas 22 ha aproximadamente y a diferencia de las áreas anteriores en esta quema solo se reporta severidad baja y severidad media (Figura 6).

Figura 6. Grafica de severidad del incendio dentro del polígono afectado en el área de Sierra de Quila.



Tanto el índice NBR y el dNBR, han mostrado buenos resultados en determinar el estado de la vegetación después del incendio en otros países como, China (Fornacca *et al.*, 2018), Grecia (Mallinis *et al.*, 2017), en Estados Unidos, se producen mapas de Clasificación de Reflexión de la Zona quemada (BARC) para las brigadas operativas de incendios, basados en estos dos índices (Hudak *et al.*, 2007) los cuales se usan de manera operativa para definir las acciones a seguir. Sin embargo, para ecosistemas mexicanos se requiere trabajar en la validación de estos índices con el objetivo de afianzar los criterios de decisión para establecer si los mapas generados con esta metodología son útiles y reflejan la realidad de lo que ocurre en campo.

Para validar los mapas, se realizó una matriz de confusión, donde se observa que, tomando las regiones de manera individual, el mapa de Tapalpa tiene una alta concordancia entre la severidad del mapa clasificado con el índice y la severidad evaluada en campo. Seguido de una precisión media para el área del Bosque de La Primavera. Opuesto a lo reportado en Sierra de Quila en donde no se muestra ninguna concordancia en la clasificación. Esta falta de precisión en la clasificación de Sierra de Quila disminuye la precisión de la clasificación en las tres áreas en conjunto utilizando el índice dNBR (Tabla 2). Sin embargo, con respecto a la falta de precisión para el área de Sierra de Quila se deben de considerar factores como que el incendio inició a partir de una quema controlada la cual se extendió, no obstante, el área afectada no fue muy grande, ya que el personal que realizaba la quema permaneció en el área controlado el fuego, lo que pudo afectar en la precisión del índice.

Si se excluye el caso de Sierra de Quila y solo se consideran los incendios de Tapalpa y el Bosque de La Primavera en donde el fuego realmente corresponde a un incendio forestal, se puede apreciar que el mapa resultante de la aplicación del índice tiene una precisión global del 77.78% con un índice kappa que muestra una concordancia entre la severidad en la clasificación y la realidad del 66.67 %. Mostrando como error de comisión, lo que se refiere a pixel clasificado en una severidad que no pertenece para la severidad moderada del 40 % y un error de omisión, pixel que corresponde a una severidad pero que no fue clasificada en esa clase del 50% para la severidad extrema y del 17% para las áreas sin quemar.

Tabla 2. Precisión global e índice Kappa para los mapas generados con la severidad correspondiente a los valores del índice d NBR.

	Tapalpa	La Primavera	Sierra de Quila	Tapalpa y la Primavera	Las tres regiones juntas
Precisión global	100%	55.5%	33.33%	77.78%	62.96%
Índice kappa	100%	33.33%	0	66.67%	44.44%
error de omisión (SQ)	0	33.33%	0	16.67%	11.11%

	Tapalpa	La Primavera	Sierra de Quila	Tapalpa y la Primavera	Las tres regiones juntas
error de omisión (SM)	0	0	100%	0	33.33%
error de omisión (SE)	0	100%	100%	50%	66.67%
error comisión (SQ)	0	0	50%	0	27.27%
error comisión (SM)	0	57.14%	100%	40%	53.85%
error comisión (SE)	0	-	-	0	0

*SQ= sin quemar, SM= severidad moderada y SE= severidad extrema.

La variación de precisión de los índices dependiendo de la extensión de los incendios se ha detectado con anterioridad, en donde índices que utilizan bandas SWIR mostraron Incrementaron 5% al detectar incendios mayores de 25 ha, y 10% al detectar áreas menores de 25 ha. (Bastarrika *et al.*, 2011).

Una alternativa que se podría aplicar para afinar esta precisión en los mapas, es generar los cálculo de los umbrales de la clasificación de la severidad específicamente para estos territorios forestales y también definir el periodo de evaluación de la severidad, algunos autores establecen los rangos de severidad de manera extendida, es decir que la evaluación después del incendio se realizó un año después de su ocurrencia (Key y Benson 2006) mientras que otros evaluaron la severidad inmediata mente después (Botella-Martínez y Fernández-Manso, 2017), obtenido valores de severidad mayores y por lo tanto manejando umbrales de rangos diferentes. Otra alternativa es calcular los umbrales tomando la media de la mediana de los valores del índice para cada par consecutivo de clases de severidad del fuego (Tran *et al.*, 2019).

4 CONCLUSIONES

El uso de imágenes satelitales y la aplicación de índices espectrales como el dNBR es una metodología práctica que se puede implementar en el estudio y evaluación de los incendios forestales sin la necesidad de recorrer todo el polígono afectado en campo y sin tener que evaluar toda el área para poder determinar los grados de severidad en campo.

Para enriquecer estas herramientas de evaluación de los incendios forestales es necesario hacer más evaluaciones en campo para afinar los parámetros del índice y las categorías de las severidades, sobre todo en incendios pequeños o en quemas controladas, en ecosistemas mexicanos.

Este estudio ayuda a dirigir futuras investigaciones a precisar los rangos de los valores de las categorías de severidad del índice dNBR para que se acerquen con mayor precisión a la severidad observada en campo.

REFERENCIAS

- Athanasakis, G, Psoiadis, E, Chatziantoniou, A. (2017). High-resolution Earth observation data and spatial analysis for burn severity evaluation and post-fire effects assessment in the Island of Chios, Greece. Proc. SPIE 10428, Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications VIII, 104281P. DOI: 10.1117/12.2278271
- Bastarrika A., E. Chuvieco, M. P.Martín (2011). Mapping burned areas from Landsat TM/ETM+ data with a two-phase algorithm: Balancing omission and commission errors, Remote Sensing of Environment, 115: 1003-1012. DOI:10.1016/j.rse.2010.12.005
- Botella-Martínez M.A. y Fernández-Manzo A. (2017). "Estudio de la severidad post-incendio en la comunidad valenciana comparando los índices dNBR, RdNBR y RBR a partir de imágenes Landsat 8", *Revista de Teledetección*, 49: 33-47. doi.org/10.4995/raet.2017.7095
- Casady, G. M., van Leeuwen, W. J. y Marsh, S. E. (2010). Evaluating Post-wildfire Vegetation Regeneration as a Response to Multiple Environmental Determinants. *Environ. Model Assess.* 15, 295-307. DOI 10.1007/s10666-009-9210-x
- Fornacca, D., Ren, G. y Xiao, W. (2018). Evaluating the Best Spectral Indices for the Detection of Burn Scars at Several Post-Fire Dates in a Mountainous Region of Northwest Yunnan, China. *Remote Sensing*, 10, 1196. doi:10.3390/rs10081196
- González, M. A., Schwendenmann, L., Jiménez, J. y Schulz, R. (2008). Forest structure and woody plant species composition along a fire chronosequence in mixed pine-oak forest in the Sierra Madre Oriental, Northeast Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256, 161-167. doi: 10.1016 / j.foreco.2008.04.021
- Hudak, A. T., Morgan, P., Bobbitt, M. J., Smith, A.M.S., Lewis, S. A., Lentile, L. B., Robichaud, P. R., Clark, J. T., McKinley, R.A. (2007). The relationship of multispectral satellite imagery to immediate fire effects. *Fire Ecology Special Issue* 3(1), 64- 90. doi: 10.4996/fireecology.0301064
- Key, C. H. y Benson, N.C (2003). *The composite burn index (CBI): field rating of burn severity*. US Geological Survey Northern Rocky Mountain Science Center. U.S. Department of the Interior, Geological Survey, Northern Rocky Mountain Science Center. Recuperado de: http://sfrc.ufl.edu/fire/Fire_Science_Lab/Fire_Ecology_and_Management_files/Composite_Burn_Index.pdf
- Key, C. H. y Benson, N.C. (2006). Landscape assessment sampling and analysis Methods. En. D.C. Lutes, (Eds), *Firemon: Fire Effects Monitoring and Inventory System* (pp. LA1 – LA51). Rocky Mountain: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD.
- López- García, M.J. y Caselles, V. (1991). Mapping burns and natural reforestation using thematic Mapper data, *Geocarto International*, 6(1), 31-37. Doi: 10.1080/10106049109354290
- Mallinis, G., Mitsopoulos, I. y Chrysafi, I. (2017). Evaluating and comparing Sentinel 2A and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) spectral indices for estimating fire severity in a Mediterranean pine ecosystem of Greece. *GIScience & Remote Sensing* 55 (1), 1-18 doi.org/10.1080/15481603.2017.1354803
- Martínez G., G., Orozco H., M. E., Ordóñez D., J.A.B. y Camacho S., J.M. (2014). Régimen y distribución de los incendios forestales en el Estado de México (2000-2011). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(29), 92-107.
- Montorio LL., R., Pérez C., F., García M., A., Vlassova, L. y De la Riva F., J. (2014). La severidad del fuego: revisión de conceptos, métodos y efectos ambientales. *Geología cambio ambiental*

y paisaje: homenaje al profesor José María García Ruiz. Recuperado de [HTTP://Dialnet-LaSeveridadDelFuego-4854191.pdf](http://dialnet-la.severidaddel fuego-4854191.pdf)

North, M. P. y Hurteau, M. D. (2011). High-severity wildfire effects on carbon stocks and emissions in fuels treated and untreated forest. *Forest Ecology and Management* 261, 1115–1120. doi: 10.1016 / j.foreco.2010.12.039

Tran, N. B., M. A. Tanase, L. T. Bennett, C. Aponte (2019). Fire-severity classification across temperate Australian forests: random forests versus spectral index thresholding. *Proc. SPIE* 11149, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XXI, 111490U; DOI: 10.1117/12.2535616.

Van Wagtendonk, J. W., Root, R.R. y Key C.H. (2004). Comparison of AVIRIS and Landsat ETM+ detection capabilities for burn severity. *Remote Sensing of Environment* 92, 397–408 doi:10.1016/j.rse.2003.12.015

Wohlgemuth, P. M., Hubbert, K. y Arbaugh, M.J. (2006). Fire and physical environment interactions. En N. G. Sugihara, van Wagtendonk, J. W., Shaffer, K. E., Fites-Kaufman J. y Thode, A. E. (Ed.) *Fire in California's ecosystems*. (pp.75-93). California, USA: University of California Press.

SOBRE O ORGANIZADOR

Xosé Somoza Medina (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario em 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

Actitudes 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10

Agroindustria 135, 148

Ámbitos de Aplicación 181

Ansiedad fóbica 22, 23, 25, 32

B

Bilingüismo 93, 94, 95, 96, 97, 102, 103, 104

C

Carbón activado 134, 136, 142, 143

Competitividad 2, 11, 94, 96, 104

COVID 19 13, 22, 23, 24, 25, 32, 33, 34, 35, 75, 77, 79, 84, 90, 91

D

Decisiones aumentadas 181

Desarrollo 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 24, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 58, 59, 60, 61, 77, 79, 81, 82, 93, 94, 95, 96, 97, 104, 105, 133, 134, 140, 143, 144, 147, 150, 151, 152, 155, 156, 168, 170, 182, 186, 187, 190, 194

Desarrollo económico 41, 42, 44, 47, 50, 61, 77, 82, 96

dNBR 105, 106, 107, 109, 110, 112, 113, 114

E

Educación 1, 12, 15, 33, 93, 97, 104, 170, 182, 183, 189

Efectividad 143, 171, 174, 177, 178, 179, 180

Ejercicios kinésicos 171

Emulsification 116, 117, 119, 120, 126, 127

Estrategia 3, 44, 48, 49, 53, 59, 60, 61, 94, 171, 174

Estudiantes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 22, 23, 24, 25, 31, 32, 33, 34, 35, 184

Estudiantes medicina 22

Estudiantes universitarios 1, 3, 12, 14, 23, 24, 33, 34, 35

G

Grados de severidad 105, 113

H

Heterotrophic aerobic bacteria 117
Hoteles 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 103
Hydrocarbons metabolism 117
Hydrolytic enzymes 117

I

Imágenes satelitales 105, 107, 113
Incontinencia urinaria 171, 172, 173, 174, 178, 179, 180
Inteligencia Artificial 181, 191
Inteligencia Aumentada de Usuario 181, 182

K

K-SPM 193, 194, 196, 197, 198, 199, 204, 205
K-SPM (Korea Saemangeum Program Management) 194, 196

L

Lógica difusa 148, 150, 156, 164

M

Megaproject 193, 194
Meristemo 134, 137, 138, 144
Microempresario 77, 79, 81
Monetary policy uncertainty 62, 63, 74, 75, 76

N

Nasdaq 62, 63, 66, 72
Negocios 3, 4, 6, 9, 36, 37, 39, 47, 48, 49, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 103, 182, 184, 194

O

Oxidación 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

P

Pandemia 22, 23, 25, 32, 33, 34, 79
Polivinilpirrolidona (PVP) 134, 136, 139, 140

Program management 193, 194, 196, 197, 198, 199, 201, 203, 204, 205, 206

R

Reflectancia 105, 107, 108

Responsabilidad social 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 37, 48, 49, 54, 80

S

Saccharum spp 133, 134, 143, 145

Saemangeum Development 193, 194, 195, 196, 197, 198, 201, 203, 204, 205, 206

Sector bananero 77, 78, 79, 80, 82, 84, 87, 89, 90, 91

Sensores remotos 105, 107

Social networks 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21

Soil 116, 117, 118, 120, 121, 129, 130, 131, 203

Sostenible 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 57, 58, 59, 60, 61

Students 1, 2, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 33

T

Technology 12, 13, 62, 63, 65, 72, 73, 131, 197, 205

Technology-heavy sector index 62

Telemonitoreo 148

Tratamiento 44, 134, 154, 171, 173, 174, 176, 178, 179, 185, 186, 187

Turismo internacional 94

U

United States 15, 62, 75

University 1, 2, 12, 14, 15, 17, 21, 23, 33, 62, 115, 116, 129, 193