

# 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.

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Xosé Somoza Medina
<b>Imagem da Capa</b>	peacestock/123RF
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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

## SUMÁRIO

### 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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](https://doi.org/10.37572/EdArt_31072391014)

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 207**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 208**

# CAPÍTULO 10

## EVALUACIÓN DE ANTIOXIDANTES Y POSICIÓN DEL EXPLANTE EN EL ESTABLECIMIENTO *in vitro* DE MERISTEMOS DE CAÑA DE AZÚCAR<sup>1</sup>

Data de submissão: 13/06/2023

Data de aceite: 30/06/2023

### Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)  
Campo Experimental Tecomán  
Laboratorio de Biotecnología  
Tecomán, Colima, México  
ORCID: 0000-0003-1949-1922

### Jeovani Francisco Cervantes Preciado

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)  
Campo Experimental Tecomán  
Laboratorio Agroindustrial  
Tecomán, Colima, México  
ORCID: 0000-0002-2448-7904

### Luis Enrique Gómez Sánchez

Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán (ITSC)  
Laboratorio Químico-Biológicas  
Academia de Ingeniería en Desarrollo Comunitario  
Coalcomán de Vázquez Pallares  
Michoacán, México  
ORCID: 0000-0002-3354-0252

<sup>1</sup> Esta información fue generada con recursos propios del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) durante una estancia de investigación de la estudiante Mairela Álvarez Calderón, quien obtuvo el grado de Ingeniera en Desarrollo Comunitario en el Instituto Tecnológico de Coalcomán durante el año 2016 con los datos generados de este trabajo.

### Esmeralda Judith Cruz Gutiérrez

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)  
Centro Nacional de Recursos Genéticos  
Laboratorio Agrícola-Forestal  
Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México  
ORCID: 0000-0002-2092-5284

### María Guadalupe Mendoza García

Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán (ITSC)  
Laboratorio Químico-Biológicas  
Academia de Ingeniería en Desarrollo Comunitario  
Coalcomán de Vázquez Pallares  
Michoacán, México  
ORCID: 0000-0002-6447-8236

**RESUMEN:** La caña de azúcar (*Saccharum* spp.), perteneciente a la familia Poaceae, es un importante cultivo agroindustrial en México. La propagación *in vitro* constituye una herramienta útil con la que se pueden obtener de manera masiva plantas de caña de azúcar libres de fitopatógenos. Sin embargo, una de las principales limitantes en su micropropagación es la oxidación de los explantes, la cual causa la muerte de estos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de antioxidantes y la orientación del explante sobre el medio de cultivo en el establecimiento *in vitro* de meristemos de caña de azúcar. Se colectaron tallos de caña de azúcar de las variedades CP

72-2086 y Mex 69-290 provenientes del Campo Experimental Tecomán del INIFAP. Se realizó la extracción de los meristemos apicales y posteriormente fueron desinfectados con una solución de cloro comercial al 10% y unas gotas de tween 20. Se enjuagaron con agua destilada estéril dentro de una campana de flujo laminar previo a su inoculación en medios de cultivo MS. Se evaluaron los antioxidantes polivinilpirrolidona (PVP) y carbón activado (CA) a las concentraciones de 0, 0.1, 0.3, 0.5 y 1 g/L, así como la orientación del explante inoculado (parte basal o apical en el medio de cultivo) para la prevención de compuestos fenólicos. Para ambas variedades (CP 72-2086 y Mex 69-290) el mejor tratamiento fue el MS + CA a cualquiera de las concentraciones evaluadas, resultando en todos los casos un 0% de oxidación fenólica después de 2 semanas. La inoculación del explante en orientación invertida (parte apical en el medio de cultivo) no tuvo un efecto sobre la oxidación fenólica, sin embargo, se observó un mayor desarrollo y vigor en estos explantes. Por otra parte, los tratamientos con PVP a cualquiera de las concentraciones evaluadas y en ambas orientaciones del explante resultaron en un 100% de oxidación fenólica y posterior muerte de los meristemos. Estos resultados demuestran que el antioxidante CA y la inoculación invertida del explante son parámetros clave para minimizar la oxidación fenólica y adelantar el desarrollo de los meristemos en caña de azúcar, respectivamente.

**PALABRAS CLAVE:** Carbón activado. Meristemo. Oxidación. Polivinilpirrolidona (PVP). *Saccharum* spp.

## EVALUATION OF ANTIOXIDANTS AND POSITION OF THE EXPLANT IN THE ESTABLISHMENT STAGE *in vitro* OF MERISTEMS OF SUGARCANE

**ABSTRACT:** Sugarcane (*Saccharum* spp.), belonging to the Poaceae family, is an important agroindustrial crop in Mexico. *In vitro* propagation is a useful tool with which sugarcane plants free of phytopathogens can be massively obtained. However, one of the main limitations in their micropropagation is the oxidation of the explants, which causes their death. The objective of this work was to evaluate the effect of antioxidants and explant orientation on the culture medium in the *in vitro* establishment of sugarcane meristems. Sugarcane stalks of the CP 72-2086 and Mex 69-290 varieties from the Campo Experimental Tecoman of INIFAP were collected. The apical meristems were extracted and subsequently disinfected with a 10% commercial chlorine solution and a few drops of tween 20. They were rinsed with sterile distilled water inside a laminar flow hood prior to their inoculation in MS culture media. The antioxidants polyvinylpyrrolidone (PVP) and activated charcoal (CA) were evaluated at concentrations of 0, 0.1, 0.3, 0.5 and 1 g/L, as well as the orientation of the inoculated explant (basal or apical part in the culture medium) to the prevention of phenolic compounds. For both varieties (CP 72-2086 and Mex 69-290) the best treatment was MS + CA at any of the concentrations evaluated, resulting in all cases 0% of phenolic oxidation after 2 weeks. The inoculation of the explant in inverted orientation (apical part in the culture medium) did not influence on phenolic oxidation, however, a greater development and vigor was observed in these explants. On the other hand, the treatments with PVP at any of the concentrations evaluated and in both orientations of the explant resulted in 100% of phenolic oxidation and subsequent death of the meristems. These results show that the CA antioxidant and the inverted inoculation of the explant are key parameters to minimize phenolic oxidation and increase the development of meristems in sugarcane, respectively.

**KEYWORDS:** Activated charcoal. Meristem. Oxidation. Polyvinylpyrrolidone (PVP). *Saccharum* spp.

## 1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar es muy importante a nivel mundial por la derrama económica que representa en la agroindustria azucarera, produciendo una gran cantidad de fuentes de empleo. En el año 2022 se produjeron en México poco más de 55.5 millones de toneladas de caña de azúcar, equivalentes a cerca de 52 mil millones de pesos. Los cuatro principales estados productores de caña de azúcar en México en ese año fueron Veracruz, San Luis Potosí, Jalisco y Tamaulipas, donde se concentró el 64.2% de la producción nacional (SIAP, 2022) y cada año se ha observado un aumento considerable de la superficie de este cultivo en nuestro país.

Por otra parte, la técnica de micropropagación en caña de azúcar se utiliza principalmente para la obtención masiva de variedades libres de fitopatógenos para generar semilleros certificados (Jamil et al., 2017; Kumari et al., 2017); además es el punto de partida para realizar mejoramiento genético de este cultivo mediante mutaciones inducidas o transgénesis en callos embriogénicos (Budeguer et al., 2021; Fuchs et al., 2005; Sreenivasan y Jalaja, 1998). Uno de los principales obstáculos en el establecimiento *in vitro* de variedades de caña de azúcar radica en los elevados niveles de oxidación del explante que ocasionan su muerte. La oxidación es la pérdida de electrones de un átomo o molécula (se oxida), lo que conlleva a que los productos resultantes sean extremadamente reactivos al querer recuperar el electrón perdido de su orbital más externo. Los electrones “perdidos” en realidad son donados a otros átomos o moléculas (se reducen), con lo cual se forma el sistema que se denomina el par redox. A este tipo de moléculas se les conoce como radicales libres y son capaces de reaccionar en los sistemas biológicos produciendo cambios en la composición química o en la estructura de los elementos celulares que los hace incompatibles con la vida (Paredes Salido y Roca Fernández, 2002). Los radicales libres más comunes en las células involucran al átomo de oxígeno, por lo que se conocen como especies reactivas del oxígeno (ROS). Las moléculas más comunes de este tipo son los radicales hidroxilo ( $\text{OH}\cdot$ ) y superóxido ( $\text{O}_2\cdot^-$ ) (Nakai y Tsuruta, 2021; Şen, 2012). La oxidación de tejidos vegetales cultivados *in vitro* ocurre por acción de radicales libres (provenientes de diversos organelos celulares) así como por acción de la oxidación de compuestos fenólicos catalizados por la enzima polifenol oxidasa (PPO) para producir quinonas, las cuales son especies químicas muy reactivas que generan daño y/o incluso muerte celular (Amiot et al. 1996, Bray et al. 2000).

A pesar de que existen una gran cantidad de publicaciones sobre protocolos para la micropropagación del cultivo de la caña de azúcar, todos estos datan de los años ochenta hasta la actualidad y se han modificado a lo largo del tiempo para ser adaptados a la variedad objetivo que se desea propagar, ya que se han observado distintas respuestas

en los genotipos generados en distintas partes del mundo. (Jamil et al., 2017; Kumari et al., 2017; Lee, 1987; Mamun et al., 2004; Rangel-Estrada et al., 2016; Razi-ud-Din et al., 2004; Redae y Ambaye, 2018; Rocha et al., 2013; Saleem et al., 2022; Salokhe, 2021). En la etapa de establecimiento *in vitro* para contrarrestar el efecto de la oxidación sobre material vegetativo de caña de azúcar se han empleado diversos antioxidantes como el ácido ascórbico, ácido cítrico, polivinilpirrolidona (PVP), carbón activado (CA), nitrato de plata, *Meta*-topoloína (citocinina aromática) y cisteína (Buenrostro-Nava et al., 2017; Ledo et al., 2018; Shimelis, 2015; Souza et al., 2019). Con la aplicación de todos ellos se han obtenido respuestas muy variables que son dependientes del genotipo de caña de azúcar. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos antioxidantes (PVP y CA) para evitar la oxidación en el establecimiento *in vitro* de las variedades de caña de azúcar CP 72-2086 y Mex 69-290.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 MATERIAL VEGETAL

Se colectaron segmentos apicales de tallos de caña de azúcar de entre 15 a 20 cm de longitud de las variedades Mex 69-290 y CP 72-2086 de aproximadamente nueve meses de edad procedentes del Campo Experimental Tecomán del INIFAP ubicado en las coordenadas latitud: 18°58'4.37"N y longitud: 103°50'37.92"O. El material vegetativo fue depositado en una hielera térmica y transportados al laboratorio de Biotecnología del instituto mencionado anteriormente, donde fueron procesadas de manera inmediata.

### 2.2 PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO

El medio de cultivo que se utilizó fue el Murashigie y Skoog (MS) al 100% de sales con 30g/L de sacarosa y se suplementaron con diferentes concentraciones (0, 0.1, 0.3, 0.5 y 1 g/L) de los antioxidantes polivinilpirrolidona (PVP) y carbón activado (CA). El pH se ajustó a 5.7 y se adicionaron 2.5 g/L de fitagel para solidificar los medios, los cuales fueron calentados al punto de ebullición para disolver completamente el fitagel. El medio líquido fue vertido en tubos de ensayo con un volumen de 8 mL cada uno y finalmente fueron esterilizados en una autoclave vertical a una temperatura de 121 °C y 15 psi de presión durante por 15 minutos (Shimelis, 2015).

### 2.3 DESINFECCIÓN E INOCULACIÓN DE LOS EXPLANTES

El material vegetativo de caña de azúcar de las variedades Mex 69-290 y CP 72-2086 fue procesado para la extracción de los meristemos apicales y su posterior desinfección de acuerdo con el esquema de la Figura 1.

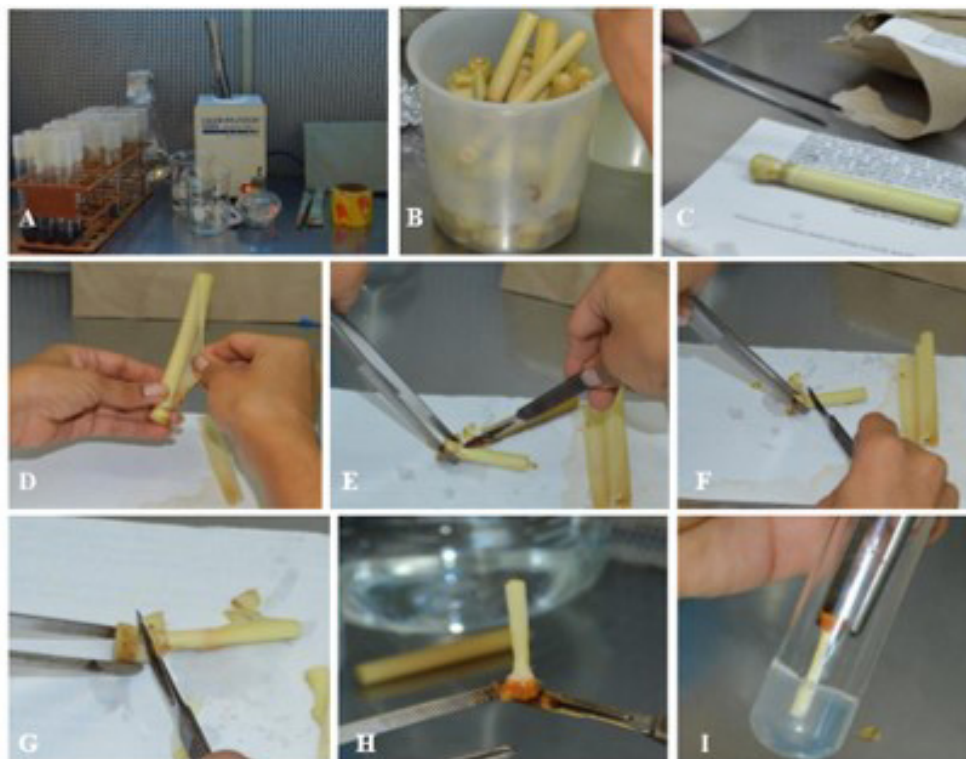
Posteriormente, el procedimiento para la extracción de los meristemos apicales que se siguió dentro de la campana de flujo laminar con los explantes de las variedades de caña de azúcar desinfectados superficialmente se detalla en la Figura 2.

La inoculación de los explantes de caña de azúcar se realizó en dos orientaciones que se llamaron normal e invertida. En la primera, la parte basal del meristemo fue insertada en el medio de cultivo MS sólido, mientras que en la orientación invertida o de cabeza, la parte del meristemo apical fue insertada en el medio de cultivo.

**Figura 1.** Extracción y desinfección de meristemos de caña de azúcar. A) Colecta de material vegetal en campo (Mex 69-290 y CP 72-2086). B) Remoción de las hojas externas de la planta. C) Corte de los tallos a aproximadamente 10 cm de longitud y sin dañar el meristemo. D) Lavado del material vegetal con jabón y agua corriente. E) Extracción del verticilo caulinar (contiene al meristemo). F) Exposición en alcohol al 70% por un minuto. G) Desinfección de explantes en solución de cloro comercial al 10% con gotas de Tween 20 con agitación orbital a 20 rpm durante 20 minutos. H-I) Enjuagues de los explantes con agua destilada estéril dentro de campana de flujo laminar.



**Figura 2.** Extracción e inoculación del meristemo apical de caña de azúcar de las variedades Mex 69-290 Y CP 72-2086. A) Cámara de flujo laminar, esterilizador de perlas, pinzas, bisturí, y medios de cultivo. B-H) Extracción del meristemo apical de caña de azúcar. I) Inoculación del meristemo apical en el medio de cultivo MS.



## 2.4 EVALUACIÓN DE VARIABLES Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

La unidad experimental fue un tubo con 1 explante y se realizaron tres repeticiones. La variable cualitativa de oxidación fue evaluada a partir de una escala para generar una matriz de datos con 0, 1 y 2 para tratamientos con ausencia, bajo y alto contenido de fenoles, respectivamente (Figura 3). Para medir la variable cualitativa de posición del explante en orientación normal (parte basal en el medio de cultivo) o invertido (parte apical en el medio de cultivo) (Figura 3, A y B) se cuantificó el porcentaje de sobrevivencia de los explantes en cada condición. Todos los datos fueron registrados después de dos semanas de la inoculación de los explantes. Se utilizó la estadística descriptiva para el análisis de los datos mediante frecuencias relativas utilizando el programa estadístico Infostat.



**Figura 3.** Escala para determinar el grado de oxidación en los medios de cultivo. A) 0 = Sin fenoles. B) 1 = Bajo contenido fenólico. C) 2 = Alto contenido fenólico.



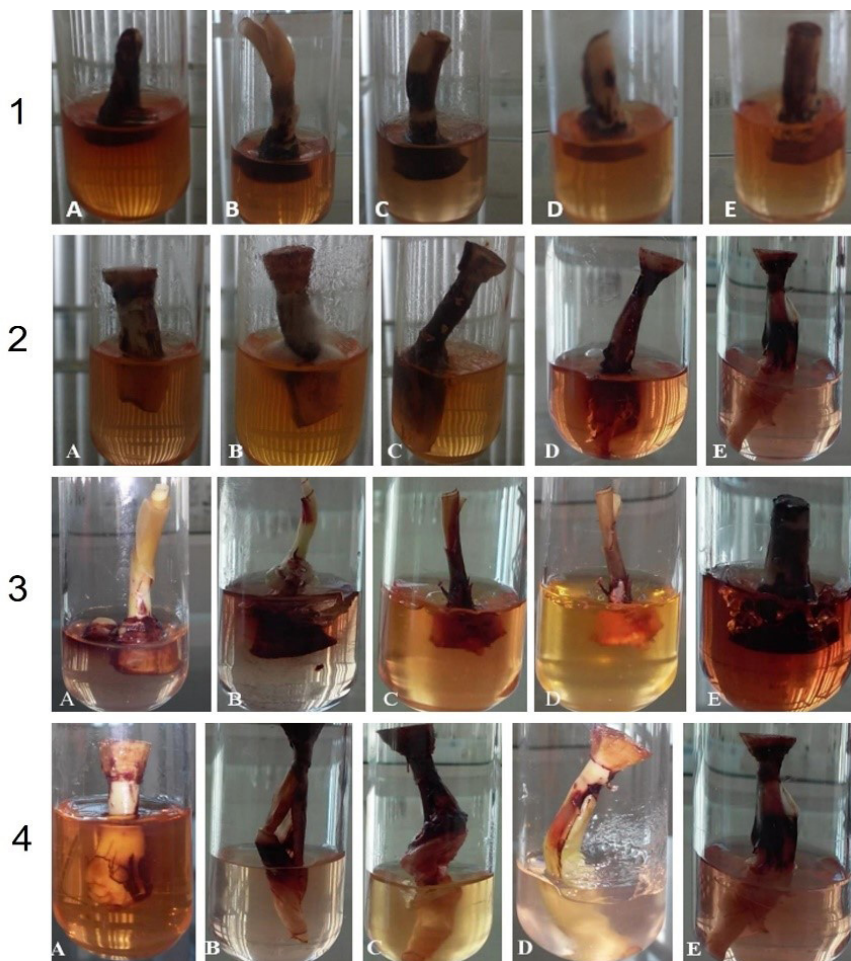
### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del antioxidante PVP sobre la secreción de compuestos fenólicos y oxidación del explante de caña de azúcar en las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 se muestra en la Tabla 1. El PVP a cualquiera de las concentraciones evaluadas y en cualquier posición del explante tuvieron un 100% de oxidación severa (nivel 2). Como consecuencia la mayor parte de los explantes murieron después de 2 semanas en que se registraron los datos (Figura 4) y el resto murió a los pocos días después (1 semana aproximadamente). Sin embargo, en la variedad Mex 69-290 la oxidación fenólica en el medio de cultivo fue ligeramente menos severa en comparación con la oxidación fenólica registrada para la variedad CP 72-2086.

Tabla 1. Efecto del antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) sobre la secreción de compuestos fenólicos en las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 en condiciones *in vitro* después de 2 semanas.

Niveles de PVP	Orientación normal de explante		Orientación invertida del explante	
	% oxidación	% sobrevivencia	% oxidación	% sobrevivencia
0	100	0	100	0
0.1	100	0	100	0
0.3	100	0	100	0
0.5	100	0	100	0
1	100	0	100	0

**Figura 4.** Efecto de diversas concentraciones del antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) sobre la etapa de establecimiento *in vitro* de meristemas de dos variedades de caña de azúcar después de 2 semanas. Filas 1 y 2: CP 72-2086. Filas 3 y 4: Mex 69-290. A: control sin PVP. B, C, D y E: 0,1, 0,3, 0,5 y 1 g/L de PVP.



Contrariamente a los resultados obtenidos con PVP en este estudio a cualquiera de las concentraciones evaluadas (0,1, 0,3, 0,5 y 1 g/L), Shimelis (2015) reportó con el mismo antioxidante a una concentración de 0,3 g/L un 0% y 20% de oxidación fenólica en los genotipos C86-56 y C86-12 de caña de azúcar, respectivamente.

En el establecimiento *in vitro*, la manipulación de los cortes que se realizan al explante con el bisturí ocasiona frecuentemente la liberación de exudados al medio de cultivo, los cuales son una mezcla compleja de compuestos fenólicos (metabolitos secundarios que modulan el desarrollo de la planta y están relacionados con el estrés biótico y abiótico) y especies reactivas de oxígeno (ROS). Como consecuencia, luego de ser cortados, muchos de los explantes comienzan a tornarse de color marrón y

terminan muriendo (Azofeifa-Delgado, 2009). Este problema es muy recurrente en diversos genotipos de caña de azúcar a nivel mundial (Buenrostro-Nava et al., 2017; Ledo et al., 2018; Shimelis, 2015; Souza et al., 2019) y en este trabajo se presentaron en exceso principalmente sobre la variedad CP 72-2086. En las células vegetales los radicales hidroxilo ( $\text{OH}\cdot$ ) se forman constantemente durante diversas reacciones redox de su metabolismo (Azofeifa-Delgado, 2009). A nivel celular, las ROS tienen la capacidad de oxidar varios componentes celulares y provocar daño oxidativo en la célula. Estas moléculas, principalmente  $\text{OH}\cdot$ , es altamente destructiva de lípidos, polisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos, ocasionado la muerte celular (Cassells y Curry 2001; Mittler et al. 2004; Turrens, 2003).

En otro estudio, la decoloración del medio de cultivo debida a la secreción fenólica se redujo en presencia de ácido cítrico y PVP. Los compuestos fenólicos variaron en composición y fueron secretados en varios niveles en función del genotipo y el tipo de antioxidante según lo demuestra un análisis de componentes principales donde están separados los medios de cultivo de los genotipos de caña de azúcar PI 88652 (*Saccharum officinarum*), PI 29109 (*S. sinense*) y UKN R65P35 (*S. robustum*) (Ledo et al., 2018). Estos datos son consistentes con los obtenidos en este trabajo donde se observa a simple vista la diversidad de coloraciones de los compuestos fenólicos secretados por los meristemos de caña de azúcar de las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 (Figura 4).

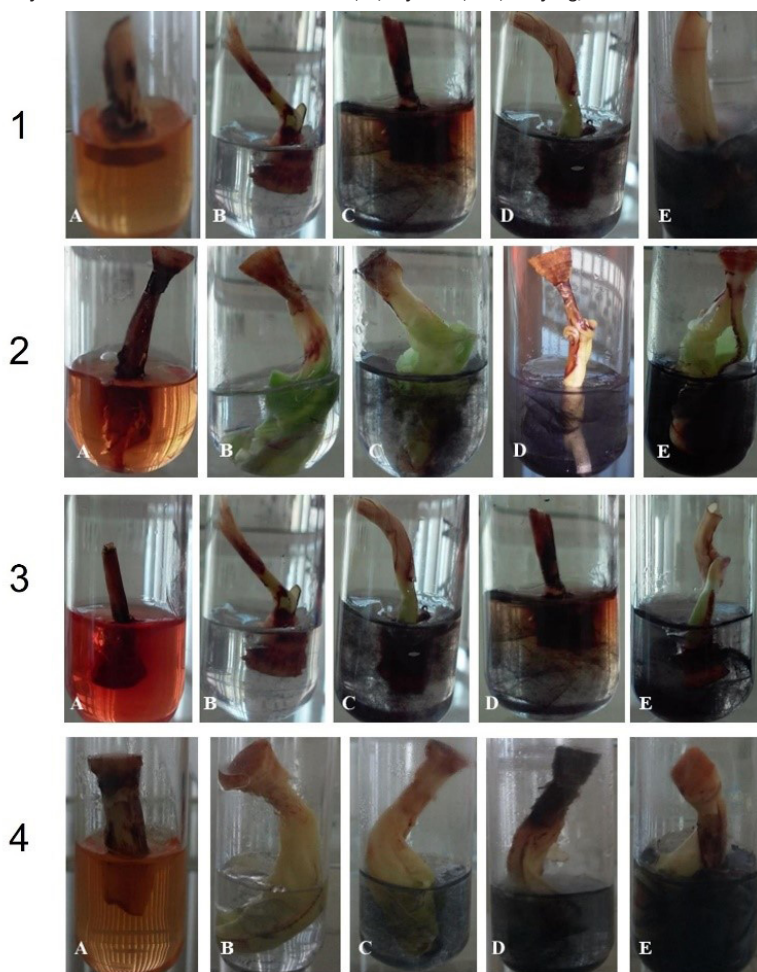
No todos los exudados liberados al medio de cultivo son tóxicos para el explante, sin embargo, la gran mayoría de compuestos tienen un efecto inhibitorio sobre el crecimiento del explante y eventualmente causan la muerte de estos (George 1996; Ogita 2005). Por lo general, en estos casos es recomendable realizar el subcultivo a medio de cultivo fresco cuando este se ha tornado oscuro por la presencia de compuestos fenólicos (Aliyu 2005; Murkute y Shanti-Patil 2003; Ogita 2005), sin embargo, resulta laborioso y además costoso. En algunos casos también se ha optado por utilizar el medio de cultivo líquido sin agente solidificante para minimizar los efectos del estrés oxidativo (Zepeda y Sagawa 1981).

El efecto del antioxidante CA sobre la secreción de compuestos fenólicos y oxidación del explante de caña de azúcar en las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 se muestra en la Tabla 2. El CA a cualquiera de las concentraciones evaluadas y en cualquier posición del explante tuvieron un 0% de oxidación fenólica (Figura 5). Shimelis, 2015 con el uso de CA a concentraciones de 0.4 y 0.3 g/L reporta un 60% y 40% de oxidación fenólica para los explantes de las variedades C86-56 y C86-12 de caña de azúcar, respectivamente.

Tabla 2. Efecto del antioxidante carbón activado (CA) sobre la secreción de compuestos fenólicos en las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 en condiciones *in vitro* después de 2 semanas.

Niveles de CA	Orientación normal de explante		Orientación invertida del explante	
	% oxidación	% sobrevivencia	% oxidación	% sobrevivencia
0	100	0	100	0
0.1	0	100	0	100
0.3	0	100	0	100
0.5	0	100	0	100
1	0	100	0	100

Figura 5. Efecto de diversas concentraciones del antioxidante carbón activado (CA) sobre la etapa de establecimiento *in vitro* de meristemas de dos variedades de caña de azúcar después de 2 semanas. Filas 1 y 2: CP 72-2086. Filas 3 y 4: Mex 69-290. A: control sin PVP. B, C, D y E: 0,1, 0,3, 0,5 y 1 g/L de PVP.



Más recientemente se determinó que el uso de *Meta*-topolina (*mT*, citocinina aromática) además de ser utilizada como regulador de crecimiento en la multiplicación

de plantas tiene un efecto sobre el metabolismo redox de la variedad RB98710 de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Los brotes regenerados de esta variedad con 5  $\mu\text{mol/L}$  de *mT* presentaron bajo contenido de malondialdehído (MDA) y baja actividad de superóxido dismutasa (SOD), lo que se traduce como baja o nula oxidación fenólica debido a que estas moléculas son utilizadas como biomarcadores del estrés oxidativo y un incremento de radicales libres causa una sobreproducción de MDA y elevada actividad de SOD (Souza et al., 2019).

La orientación en que se inocula el explante en orientación invertida (parte apical en el medio de cultivo) ha ayudado a reducir la secreción de compuestos fenólicos en el laboratorio de cultivo de tejidos del ingenio azucarero de Quesería, Colima. Sin embargo, no se observó un efecto en relación con la orientación del explante sobre la secreción de compuestos fenólicos en el medio de cultivo con PVP y CA, pero fue muy evidente un mayor desarrollo de los meristemos de las variedades CP-72-2086 y Mex 69-290 bajo esta condición, observándose de manera temprana el crecimiento de hojas con coloración verde (Figura 5).

En este trabajo la sobrevivencia de los explantes fue del 100% a las 2 semanas, sin embargo, después de un mes, el porcentaje de sobrevivencia de los meristemos de caña de azúcar de las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 fue de alrededor del 80%. La muerte de los meristemos no se debió a la oxidación fenólica ya que no se observaron secreciones en los medios de cultivo, por lo que probablemente se deba a la exposición prolongada en cloro comercial para la desinfección de los explantes. En este sentido es importante resaltar que la oxidación fenólica depende del tipo y tiempo de esterilización del explante (Azofeifa-Delgado, 2009). Seneviratne y Wijesekara (1996), observaron en brotes de *Hevea brasiliensis* que la desinfección de los explantes con hipoclorito de sodio (NaOCl) a diferentes concentraciones, promovió el oscurecimiento de los tejidos y la exudación de fenoles. En este trabajo se utilizó cloro comercial al 10% por lo que es muy probable que haya tenido un efecto sobre la oxidación fenólica severa que se observó en las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 de caña de azúcar.

#### 4 CONCLUSIONES

Todos los tratamientos con carbón activado (0,1, 0,3, 0,5 y 1 g/L) resultaron con un 100% de efectividad para prevenir la oxidación fenólica en las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 con el sembrado del explante en orientación invertido. El uso de polivinilpirrolidona a cualquiera de las concentraciones evaluadas en el medio de cultivo MS no fue efectivo para contrarrestar la secreción de compuestos fenólicos, por lo que

no es recomendable utilizar PVP, como agente antioxidante en explantes de caña de azúcar de las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290. La inoculación del meristemo en orientación invertido tuvo un mayor desarrollo del explante, pero no tuvo efecto sobre oxidación fenólica en los medios de cultivo. La esterilización de los meristemas con cloro comercial al 10% fue efectiva para evitar la contaminación por hongos y bacterias, sin embargo, es probable que sea responsable de la oxidación fenólica severa que se observó en este estudio. Se deben evaluar diferentes concentraciones de cloro comercial para la desinfección del explante para confirmar lo anterior y alternativamente utilizar otro agente esterilizante como puede ser el cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliyu, O. 2005. Application of tissue culture to cashew (*Anacardium occidentale* L.) breeding: An appraisal. African Journal of Biotechnology 4: 1485-1489.

Amiot, M.; Forget, F.; Goupy, P. 1996. Polyphenol, oxidation and colour: progress in the chemistry of enzymatic and non-enzymatic derived products. Herba-Polonica 42: 237-247.

Azofeifa-Delgado, Á. (2009). Problemas de oxidación y oscurecimiento de explantes cultivados *in vitro*. Agronomía Mesoamericana, 153-175. <https://doi.org/10.15517/am.v20i1.4990>

Bray, E; Bailey-Serres, J and Weretilnyk, E. 2000. Responses to abiotic stresses. In: Buchanan, B; Gruissem, W; Jones, R. eds. Biochemistry and molecular biology of plants. American Society of Plant Physiologists. Maryland, USA. p. 1158-1203.

Budeguer, F., Enrique, R., Perera, M. F., Racedo, J., Castagnaro, A. P., Noguera, A. S., and Welin, B. (2021). Genetic Transformation of Sugarcane, Current Status and Future Prospects. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.768609>

Buenrostro-Nava, M. T., Adame-Gómez, N. L., Guzmán-González, S., Osuna-Castro, J. A., y Manzo-Sánchez, G. (2017). Efecto de antioxidantes en la inducción de callo embriogénico en dos genotipos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). *Biotecnología y Sustentabilidad*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.57737/biotecnologiaysust.v2i1.218>

Cassells, A and Curry, R. 2001. Oxidative stress and physiological, epigenetic, and genetic variability in plant tissue culture: implications for micropropagators and genetic engineers. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 64: 145-157.

Fuchs, M., González, V., Rea, R., Zambrano, A. Y., De Sousa-Vieira, O., Díaz, E., Gutiérrez, Z., and Castro, L. (2005). Mejoramiento de la caña de azúcar mediante la inducción de mutaciones en cultivo de callos. *Agronomía Tropical*, 55(1), 133-149.

George, E. 1996. Plant propagation by tissue culture; part 2. In Practice. 2 ed. Exegetics Limited. England. 1361 p.

Jamil, S., Shahzad, R., Talha, G. M., Sakhawat, G., Sajid-ur-Rahman, U., Sultana, R., and Iqbal, M. Z. (2017). Optimization of Protocols for *In Vitro* Regeneration of Sugarcane (*Saccharum officinarum*). *International Journal of Agronomy*, 2017, e2089381. <https://doi.org/10.1155/2017/2089381>

Kumari, K., Lal, M., and Saxena, S. (2017). Enhanced micropropagation and tiller formation in sugarcane through pretreatment of explants with thidiazuron (TDZ). *3 Biotech*, 7(5), 282. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0910-7>

Ledo, A., Jenderek, M., Ledo, C. A., and Ayala-Silva, T. (2018). Antioxidants and Phenolic Secretion in Sugarcane Genotypes Shoots Culture. *Journal of Agricultural Science*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n5p79>

Lee, T. S. G. (1987). Micropropagation of sugarcane (*Saccharum* spp.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 10(1), 47–55. <https://doi.org/10.1007/BF00037496>

Mamun, M. A., M. B.H. Sikdar, Dipak Kumar Paul, M. Mizanur Rahman, and Md. Rezuhanul Islam. (2004). *In vitro* Micropropagation of Some Important Sugarcane Varieties of Bangladesh. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(6), 666–669. <https://doi.org/10.3923/ajps.2004.666.669>

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants, and stress tolerance. *Trends in Plant Science* 7: 405-410.

Murkute, A.; Shantipatil, M. 2003. Exudation and browning in tissue culture of pomegranate. *Agricultural Science Digest* 23: 29-31.

Nakai, K., and Tsuruta, D. (2021). What Are Reactive Oxygen Species, Free Radicals, and Oxidative Stress in Skin Diseases? *International Journal of Molecular Sciences*, 22(19), 10799. <https://doi.org/10.3390/ijms221910799>

Ogita, S. 2005. Callus and cell suspension culture of bamboo plant, *Phyllostachys nigra*. *Plant Biotechnology* 22: 119–125.

Paredes Salido, F., y Roca Fernández, J. J. (2002). Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. *Offarm*, 21(7), 96–100.

Rangel-Estrada, S. E., Hernández-Meneses, E., and Hernández-Arenas, M. (2016). Micropropagation of sugarcane varieties grown in México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(3), 225–231.

Razi-ud-Din, Shah, S. S., Hassan, S. W., Ali, S., and Zamir, R. (2004). Micropropagation of sugarcane through bud culture. *Sarhad Journal of Agriculture* (Pakistan). [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Micro-propagation+of+sugarcane+through+bud+culture&author=Razi-ud-Dinandpublication\\_year=2004](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Micro-propagation+of+sugarcane+through+bud+culture&author=Razi-ud-Dinandpublication_year=2004)

Redae, M. H., and Ambaye, T. G. (2018). *In Vitro* propagation of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) variety C86-165 through apical meristem. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 14, 228–234. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.03.005>

Rocha, P. S. G. da, Oliveira, R. P. de, and Scivittaro, W. B. (2013). Sugarcane micropropagation using light emitting diodes and adjustment in growth-medium sucrose concentration. *Ciência Rural*, 43, 1168–1173. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000700005>

Saleem, Y., Emad, M. Z., Ali, A., and Naz, S. (2022). Synergetic Effect of Different Plant Growth Regulators on Micropropagation of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) by Callogenesis. *Agriculture*, 12(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111812>

Salokhe, S. (2021). Development of an efficient protocol for production of healthy sugarcane seed cane through Meristem culture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 4, 100126. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100126>

Şen, A. (2012). Oxidative Stress Studies in Plant Tissue Culture. En Antioxidant Enzyme. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/48292>

Seneviratne, P and Wijesekara, G. 1996. The problem of phenolic exudates *in vitro* culture of mature *Hevea brasiliensis*. Journal of Plantation Crop 24: 54-62.

SIAP, 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado: 28 de mayo de 2023. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Shimelis, D. (2015). Effects of Polyvinylpyrrolidone and Activated Charcoal to Control Effect of Phenolic Oxidation on *In Vitro* Culture Establishment Stage of Micropropagation of Sugarcane (*Saccharum Officinarum* L.). The Journal of Applied Sciences Research, 2(1): 52-57.

Souza, L. M. de, Silva, M. M. de A., Herculano, L., Ulisses, C., and Camara, T. R. (2019). Meta-topolin: An alternative for the prevention of oxidative stress in sugarcane micropropagation. Hoehnea, 46, e1072018. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-107/2018>

Sreenivasan, T. V., and Jalaja, N. C. (1998). Induced Mutations and Somaclonal Variation in Sugarcane. En S. M. Jain, D. S. Brar, and B. S. Ahloowalia (Eds.), Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop Improvement (pp. 421–446). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9125-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9125-6_21)

Turrens, J. 2003. Mitochondrial formation of reactive oxygen species. Journal of Physiology 552: 335-344.

Zepeda, C and Sagawa, Y. 1981. *In vitro* propagation of pineapple. Hort. Science 16:495.



## 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