

# 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 Vasiléviski 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](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 Concepción 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 1

## CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIANTES RESPECTO A LA RESPONSABILIDAD SOCIAL

Data de submissão: 12/07/2023

Data de aceite: 24/07/2023

### **Dra. Marcela Rojas Ortega**

Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de  
Comercio y Administración  
Unidad Tepepan  
Ciudad de México

<https://orcid.org/0000-0003-1246-5051>

### **Mtra. María de la Luz Pirron Curiel**

Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de  
Comercio y Administración  
Unidad Tepepan  
Ciudad de México

<https://orcid.org/0000-0001-8668-9651>

### **Lic. Lucía Esparza Zamudio**

Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de  
Comercio y Administración  
Unidad Tepepan  
Ciudad de México

<https://orcid.org/0000-0001-8058-3354>

**RESUMEN:** Este capítulo presenta un estudio descriptivo sobre las actitudes hacia la responsabilidad social de los estudiantes de las licenciaturas impartidas en la Escuela

Superior de Comercio y Administración, Unidad Tepepan (ESCA Tepepan), del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Las variables analizadas son: actitudes hacia temas científicos, formación ciudadana responsable y formación para el desarrollo equitativo, humano y sostenible. El instrumento de investigación fue un cuestionario aplicado a 800 estudiantes. La información se analizó cuantitativa y cualitativamente. Los resultados indican que las actitudes hacia la responsabilidad social de los estudiantes de las licenciaturas impartidas en la ESCA Tepepan, corresponden a nivel medio alto, aún cuando existen diferencias específicas por variable y por carrera. Para concluir se presentan propuestas para incrementar el nivel de las actitudes de los estudiantes hacia la responsabilidad social, como parte de la formación de profesionales de alto nivel dentro de un ambiente de convivencia sana, responsable y armónica.

**PALABRAS CLAVE:** Actitudes. Responsabilidad social. Estudiantes universitarios. Educación.

### STUDENT CHARACTERISTICS ABOUT SOCIAL RESPONSIBILITY

**ABSTRACT:** This chapter presents a descriptive study on the attitudes towards social responsibility of university students taught at the Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA), campus Tepepan,

of the Instituto Politécnico Nacional (IPN). The variables analyzed are: attitudes towards scientific issues, responsible citizen training and training for equitable, human and sustainable development. The research instrument was a questionnaire applied to 800 students. The information obtained was analyzed quantitatively and qualitatively. The results indicate that the attitudes towards social responsibility of the students of the degrees taught at ESCA campus Tepepan correspond to a medium-high level, even when there are specific differences by variable and by studies area. To conclude, proposals are presented to increase the level of students' attitudes towards social responsibility, as part of the training of high-level professionals in a context of healthy, responsible, and harmonious coexistence.

**KEYWORDS:** Attitudes. Social responsibility. University students. Education.

## 1 ANTECEDENTES

A inicios de este milenio se creó el concepto de responsabilidad social universitaria (RSU) en América Latina y desde entonces ha tenido un desarrollo paulatino, que incide en la formación profesional de los jóvenes.

La responsabilidad social es un área todavía en construcción, pero goza ya de un protagonismo notable entre organizaciones y empresas. Poco a poco esta tendencia ha llegado a las universidades, que empiezan a rendir cuentas de los impactos de su misión de formación, investigación y participación en la sociedad. (Valley, De la Cruz y Sasía, 2009, p. 1)

Actualmente las universidades han incrementado su compromiso social y, cada vez en más países, asumen acciones para promover la formación en valores y responsabilidad social, para contribuir a la creación de una sociedad más justa y equitativa. Las instituciones de enseñanza superior “forman los futuros profesionales que trabajarán en las empresas y tendrán que promover dentro de ellas una visión ética, responsable, contribuyendo al bien común y a la justicia social”. (De la Calle y Jiménez, 2011 p. 238)

Las Universidades tienen la responsabilidad de proporcionar formación científica, profesional, humanística, artística y técnica del más alto nivel; contribuir a la competitividad económica y al desarrollo humano sostenible; promover la generación, desarrollo y difusión del conocimiento en todas sus formas; contribuir a la preservación de la cultura nacional, y desarrollar las actitudes y valores que requiere la formación de personas responsables, con conciencia ética y solidaria, reflexivas, innovadoras, críticas, capaces de mejorar la calidad de vida, consolidar el respeto al medio ambiente, a las instituciones del país y a la vigencia del orden democrático. (Díaz de Iparraguirre, 2009, p. 8)

Las universidades deben darse a la tarea de formar ciudadanos responsables, conscientes, innovadores y solidarios, mediante un proyecto curricular que profile al egresado como persona socialmente responsable y comprometida con el desarrollo humano en la sociedad. Por otra parte, deben capacitar a sus estudiantes para producir

y difundir conocimientos socialmente pertinentes, derivados de la producción científica, aportando conocimientos y estrategias que contribuyan al desarrollo; así como promover un desarrollo más equitativo, humano y sostenible, participando en la construcción del progreso social. El término responsabilidad social universitaria (RSU) surge “en Latinoamérica en el siglo XXI en la búsqueda de construir una identidad propia.” (Ibarra, Fonseca y Santiago, 2020, p. 4)

Un hecho importante para reforzar la formación en responsabilidad social, en las escuelas de negocios, fue la crisis global del 2008 que se detonó por múltiples factores, entre los que destaca un número importante de decisiones poco éticas tomadas por banqueros, esto provocó una crisis hipotecaria y crediticia, lo que incrementó la desconfianza en los mercados y afectó a un gran número de familias y empresas.

Tras el incidente, muchos reclamaron a las grandes escuelas de negocios la falta de programas éticos en sus planes de estudio o incluso, el contar con estas materias pero solo como un simple trámite y no resaltando la preponderancia de inocular en los estudiantes una visión de respeto a la sociedad. (ExpokNews, 2014, s/p)

A partir de entonces, la responsabilidad empresarial se incluye con mayor frecuencia en los planes de estudio. Sin embargo es importante investigar qué tanto los estudiantes universitarios están dispuestos a tomar en cuenta los aspectos de responsabilidad social, incluyendo los temas ambientales.

La RSU establece “una estrategia para abordar la gerencia universitaria de manera transversal, y considerando el entorno y todas sus partes interesadas, incluyendo a los estudiantes, actores clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje” (Macías y Bastidas 2019).

Para lograr la formación en aspectos de responsabilidad social debe estimularse el deseo de adquirir conocimientos, habilidades y actitudes en el alumno, no sólo para crear, administrar y hacer rentable un negocio, logrando desenvolverse como un profesional que obtiene dividendos de su profesión, sino haciéndole comprender que estos aspectos de su formación profesional también deben apoyar la solución de problemas sociales, tecnológicos y científicos, contribuyendo al bienestar de las personas.

Cuando no se logra que los estudiantes y las academias de profesores se comprometan con la formación en valores, se corre un alto riesgo de que caiga en la deshumanización, buscando sólo su formación técnica, desvinculada de los valores universales. Cuando se humaniza el proceso se logra la formación de profesionales con potencial y responsabilidad, sin embargo, cuando no se logra el compromiso del estudiante en su formación integral, éste no asume su rol como parte de la comunidad y el planeta, dejando que otros decidan por él.

“De allí la importancia de asumir la responsabilidad, no solo en las empresas, sino desde la formación como individuos, como miembros de una familia, y como células de la vida social” (ExpokNews, 2014, s/p).

El gran reto de las instituciones educativas es educar en aspectos de responsabilidad, lo que implica conocer y aceptar que el desempeño de una profesión debe darse dentro de los límites éticos, advirtiendo que las personas así como las organizaciones interactúan con otros sistemas como el ambiente, los grupos sociales y las instituciones públicas.

A partir de lo anterior se consideró de interés realizar una investigación que permitiera analizar las actitudes de los estudiantes de la Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Tepepan (ESCA Tepepan), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), hacia la responsabilidad social, para contar con información para proponer acciones que contribuyan a la preparación de profesionistas de alto nivel en el área de negocios, con una sólida formación en aspectos de responsabilidad social.

## 2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La responsabilidad social es un tópico que tiene gran repercusión en el desarrollo de cualquier país, ya que involucra factores prioritarios para crear estabilidad, lo que permite una correcta planeación y ejecución de medidas en beneficio de todos. Debido a lo anterior se formuló la siguiente pregunta de investigación para el presente estudio:

¿Cuáles son las actitudes de los estudiantes de la ESCA Tepepan, del IPN, hacia la responsabilidad social?

### 2.2 JUSTIFICACIÓN

Este estudio permitió generar información objetiva sobre el estado actual de las actitudes de los estudiantes, con el fin de instrumentar acciones que permitan consolidar su formación en aspectos de responsabilidad, para lograr un perfil profesional apegado a las necesidades del siglo XXI.

### 2.3 OBJETIVO

Describir las actitudes de los estudiantes de la ESCA Tepepan, del IPN, hacia la responsabilidad social.

## 2.4 TIPO DE ESTUDIO

Se llevó a cabo un estudio de caso, de tipo descriptivo, con un enfoque cuantitativo, para conocer las actitudes de los estudiantes de la ESCA Tepepan, del Instituto Politécnico Nacional, hacia la responsabilidad social.

## 2.5 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las actitudes hacia la responsabilidad social de los estudiantes de las licenciaturas impartidas en la ESCA Tepepan, en cuanto a temas científicos, formación ciudadana responsable y formación para el desarrollo equitativo, humano y sostenible corresponden a nivel medio.

## 2.6 VARIABLES

Las variables seleccionadas para la investigación fueron las siguientes:

### 2.6.1 Actitud hacia los temas científicos

Se orienta al proceso de la producción científica donde los sustentos teóricos y las líneas de investigación perfilan la gestión del conocimiento que responderán a qué tipo de conocimiento se produce, qué se debe producir y difundir y cómo la investigación debe aportar al desarrollo sostenible de la sociedad.

### 2.6.2 Formación ciudadana responsable

Involucra los esfuerzos en el proceso de formación actualizando los planes de estudios, para formar egresados socialmente responsables, conscientes, innovadores y solidarios. Incluye estrategias para formar ciudadanos comprometidos con el desarrollo humano en la sociedad.

### 2.6.3 Formación para el desarrollo equitativo, humano y sostenible

Comprende el aporte de la universidad a la sociedad, así como su participación en el desarrollo de la comunidad y del capital humano, participando en la construcción del progreso social.

## 2.7 INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Para la realización del estudio se elaboró un cuestionario cerrado sobre actitudes hacia la responsabilidad universitaria, basado en el enfoque específico del estudio (se

anexa al final del informe). Dicho cuestionario incluye 20 ítems validados por la técnica de jueces que corresponden a las variables del estudio.

## 2.8 MUESTRA

La muestra fue no paramétrica y estuvo integrada por 800 estudiantes, en el estudio participaron únicamente los alumnos que se encontraban en el salón de clases en los horarios programados para la aplicación y la aplicación concluyó al reunir el número de muestra determinado, incluyendo un mínimo de 250 estudiantes por programa académico.

Tabla 1. Muestra de alumnos participantes en el estudio.

<b>Género</b>	<b>Licenciatura</b>	<b>Contador Público</b>	<b>Lic. en Relaciones Comerciales</b>	<b>Lic. en Negocios Internacionales</b>	<b>Total</b>
<b>Masculino</b>		132	124	138	394
<b>Femenino</b>		136	130	140	406
<b>Total de participantes</b>		<b>268</b>	<b>254</b>	<b>278</b>	<b>800</b>

## 3 RESULTADOS DEL ESTUDIO

Para la interpretación de resultados se diseñó la tabla 2.

Tabla 2. Criterios de interpretación.

<b>Puntaje</b>	<b>Nivel</b>
<b>1.00 – 1.50</b>	Muy Bajo
<b>1.51 – 2.50</b>	Medio Bajo
<b>2.51 – 3.50</b>	Medio
<b>3.51 – 4.50</b>	Medio Alto
<b>4.51 – 5.00</b>	Alto

Los resultados promedio derivados de la aplicación del cuestionario de investigación, a los estudiantes de las licenciaturas de Contador Público, Relaciones Comerciales y Negocios Internacionales, en la Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Tepepan, del Instituto Politécnico Nacional se presentan a continuación.

### 3.1 RESULTADOS GLOBALES

Para tener una visión general de los resultados, se presentan a continuación los promedios, de la totalidad de los alumnos de la ESCA Tepepan, del IPN, que participaron en el estudio, agrupados por variable y género.

Como se observa en la Tabla 3, todos los resultados corresponden a nivel medio alto, lo que indica que los estudiantes cuentan con una actitud positiva hacia



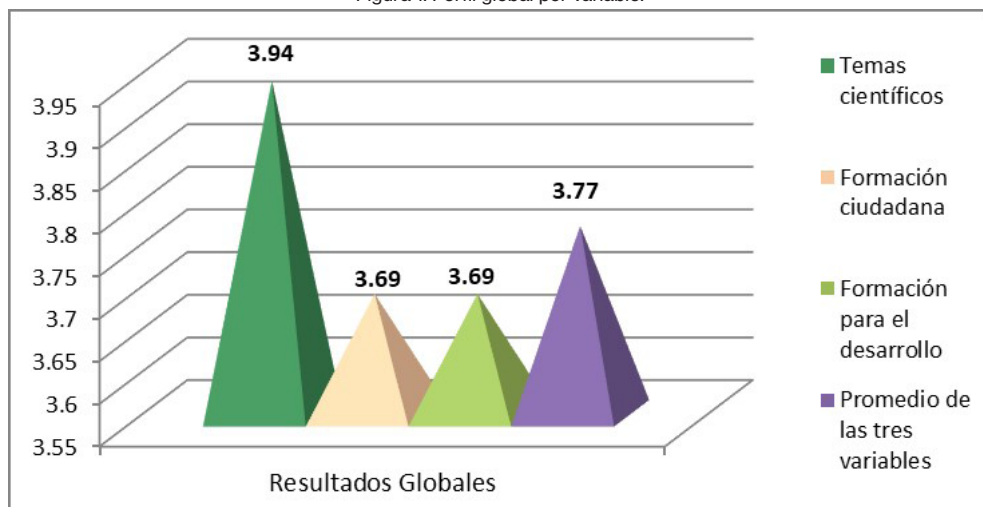
la responsabilidad social universitaria y la consideran parte de su formación integral. No obstante, existen buenas oportunidades de mejora, en cuanto a sus actitudes y comportamiento, en relación a la responsabilidad social.

Tabla 3. Promedios Globales.

	Género Masculino	Género Femenino	Promedio General
Actitudes hacia temas científicos.	4.11	3.77	3.94
Formación ciudadana responsable.	3.57	3.81	3.69
Formación para el desarrollo equitativo, humano y sostenible.	3.66	3.71	3.69
Promedio total de las variables	3.78	3.76	3.77

En cuanto a los resultados globales por género, es evidente que en promedio no existen diferencias importantes en las actitudes de los estudiantes hombres y mujeres respecto a la responsabilidad social, sin embargo, en cuanto a actitudes hacia temas científicos de la responsabilidad social los hombres muestran mayor interés, mientras que las mujeres tienen una actitud más positiva hacia la formación ciudadana responsable y la formación para el desarrollo equitativo humano y sostenible.

Figura 1. Perfil global por variable.

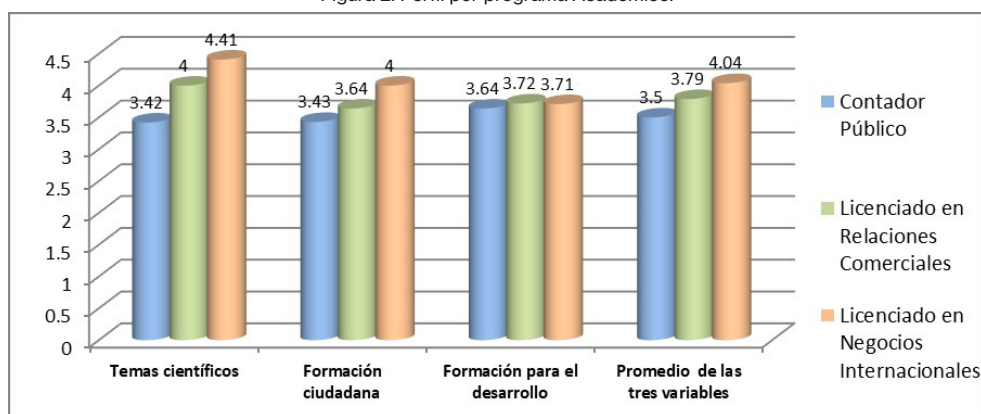


Como se puede observar en la Figura 1, la puntuación más alta obtenida por los estudiantes que participaron en el estudio, corresponde a las actitudes hacia los aspectos de responsabilidad social relacionados con los temas científicos y, a continuación se encuentran las variables aspectos de responsabilidad social respecto a la formación ciudadana y aspectos de responsabilidad social respecto a la formación para el desarrollo equitativo, humano y sostenible, en los que se obtuvieron promedios iguales, aún cuando si existen diferencias por carrera y por género.

### 3.2 RESULTADOS POR PROGRAMA ACADÉMICO

Como puede identificarse en la Figura 2, la mayor parte de las puntuaciones corresponden a nivel medio alto. Sólo en el caso de los alumnos del programa académico de Contador Público, se identifican puntajes medios en las variables aspectos de responsabilidad social en temas científicos y en formación ciudadana, así como en el promedio general de las tres variables, ya que se encuentra en el límite. En este caso es importante dar prioridad al hecho de reforzar los aspectos científicos y humanísticos en la formación de los estudiantes de la carrera, con el fin de mejorar la formación integral y contribuir a mejorar la responsabilidad social.

Figura 2. Perfil por programa Académico.



Puede identificarse que, en la carrera de Contador Público, específicamente los aspectos científicos presentan los niveles más bajos de actitudes en relación a la responsabilidad social, por tanto, se identifica la necesidad de reforzar la importancia de la información científica y tecnológica como base de la formación profesional y la necesidad de darle la difusión necesaria a nivel social. Los aspectos de formación ciudadana también presentan niveles bajos en relación con los de las demás licenciaturas y hacen evidente que los estudiantes deben aumentar su compromiso con la sociedad identificando sus necesidades y analizando los problemas que ésta enfrenta para lograr el desarrollo sostenible.

Por otra parte, la variable formación para el desarrollo es la que tiene los niveles más altos en el perfil de los estudiantes de la carrera de Contador Público, con un puntaje promedio de 3.64 que corresponde a nivel medio alto; por lo tanto, su actitud hacia contribuir a la mejora de las situaciones sociales es la parte que han desarrollado mejor dentro de los aspectos de responsabilidad social.

Los estudiantes de la licenciatura en Relaciones Comerciales obtuvieron un nivel medio alto en todas las variables, el puntaje más alto corresponde a los aspectos científicos, seguido por la formación para el desarrollo y la formación ciudadana. Aún cuando los puntajes obtenidos son aceptables es deseable reforzarlos para optimizar el perfil profesional integral de los egresados, contribuyendo al desarrollo sostenible.

La licenciatura que reporta los más altos niveles de responsabilidad social en su perfil es la de Licenciado en Negocios Internacionales, con un puntaje promedio de 4.04. Todas las variables corresponden a un nivel medio alto y el mayor puntaje corresponde a la formación en temas científicos, seguido por la formación ciudadana y la formación para el desarrollo equitativo, humano y sostenible. Como en el caso anterior, aún existen posibilidades de mejora para optimizar la calidad de la formación integral de los futuros profesionales.

Al analizar la Figura 1, de manera global y en lo que se refiere a los resultados promedio de las tres variables, se identifica que las actitudes de los estudiantes son admisibles en general y que los perfiles de responsabilidad social universitaria de los estudiantes de las carreras impartidas en la ESCA Tepepan cuentan los requerimientos básicos, aún cuando tienen amplias oportunidades de mejora.

## 4 CONCLUSIONES

En función de la información derivada de la investigación se rechaza la hipótesis planteada para el estudio, derivado de que las actitudes hacia la responsabilidad social de los estudiantes de las licenciaturas impartidas en la ESCA Tepepan, del Instituto Politécnico Nacional, en cuanto a temas científicos, formación ciudadana y formación para el desarrollo equitativo, humano y sostenible corresponden a un nivel medio alto, lo que supera el nivel esperado.

En lo particular es importante reforzar la formación integral de los estudiantes de la carrera de Contador Público, generando un cambio de actitudes hacia los temas científicos relacionados con la responsabilidad social y hacia la formación ciudadana, ya que actualmente presentan niveles más bajos que los estudiantes de las otras carreras que se imparten en el plantel. Complementariamente es importante ampliar la investigación para conocer los detonadores de esta situación y contar con mejores elementos para emprender las medidas remediales correspondientes.

Es interesante mencionar que el programa académico específico cursado por los estudiantes, detona el tipo de actitudes hacia la responsabilidad social que desarrollan, complementariamente a los aspectos de personalidad y contexto social de cada

estudiante. En el caso de los estudiantes de las licenciaturas que tienen mayor relación con aspectos de negociación y de interacción social con el mercado económico es más importante, para ejercer la profesión, desarrollar actitudes relacionados con el trato humano y el desarrollo, así como la investigación en temas sociales y el manejo de este tipo de información. Sin embargo, es de interés mencionar que la tendencia en cuanto al desarrollo de dichas actitudes es positivo en los estudiantes, en el sentido de que tienen una marcada tendencia hacia actuar con responsabilidad social en el nivel universitario y como futuros profesionales.

El impacto de este estudio consiste en proporcionar información reciente y objetiva de los estudiantes de la ESCA Tepepan como base para analizar la situación actual, en cuanto a actitudes hacia la responsabilidad social y establecer planes de acción, que permitan mejorar este aspecto de la formación integral en los futuros profesionales. Los resultados del estudio permiten conocer las percepciones de los docentes, en cuanto a la investigación como un aspecto importante que incide directamente en la formación de los futuros profesionistas, quienes contribuirán al desarrollo de nuestro país, incorporándose a las organizaciones públicas y privadas.

## 5 RECOMENDACIONES

A partir del estudio se propone atender las necesidades de formación dentro de las asignaturas del área humanística y crear una unidad de aprendizaje enfocada a la responsabilidad social donde se identifiquen necesidades sociales, analicen problemas vinculados a la responsabilidad social universitaria y empresarial, concluyendo con la propuesta de alternativas de solución.

A nivel escolar es fundamental dar un ejemplo de responsabilidad social dentro y fuera del plantel, involucrando a toda la comunidad. Además deben desarrollarse los programas de la totalidad de las unidades de aprendizaje, mencionando que los conocimientos deben aplicarse dentro de un marco ético, enfocado al desarrollo sostenible.

Es conveniente organizar actividades institucionales y escolares que estimulen el desarrollo de actitudes y acciones enfocadas a la responsabilidad social universitaria como concursos o premios a trabajos de tesis o investigaciones con ese enfoque, a acciones de estudiantes, profesores y, en general, miembros de la comunidad politécnica, así como al diseño de materiales para difundir la importancia de la responsabilidad social.

Se considera recomendable ampliar la información con que se cuenta, para lograr mayores avances en el tema de la responsabilidad social en el Instituto Politécnico Nacional, lo que permitirá formar profesionales de alta calidad, dentro de un ambiente de

convivencia sana, responsable y armónica, que logren contribuir realmente al desarrollo sostenible de nuestro país y de la comunidad internacional.

Además, la información obtenida servirá como base para emprender nuevas investigaciones, a partir de la difusión de los resultados, tanto en la comunidad escolar de la ESCA y del IPN, como en otras instituciones, ya que es un tema prioritario en el contexto actual, a nivel internacional.

## REFERENCIAS

De la Calle y Jiménez. (2011). Aproximación al concepto de responsabilidad social del universitario. *Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la comunicación y humanidades. Comunicación y hombre* N°7. Madrid, España: Universidad Francisco de Victoria. [http://www.comunicacionyhombre.com/pdfs/07\\_i\\_delacalleymimenez.pdf](http://www.comunicacionyhombre.com/pdfs/07_i_delacalleymimenez.pdf)

Díaz de Iparraguirre, A.M. (2009). *La Gestión compartida Universidad-Empresa en la formación del Capital Humano. Su relación con la competitividad y el desarrollo sostenible*, Edición electrónica gratuita. [www.eumed.net/tesis/2009/amdi/](http://www.eumed.net/tesis/2009/amdi/)

ExpokNews. (25 septiembre 2014). *La responsabilidad social del estudiante y su universidad*. Recuperado de <https://www.expoknews.com/la-responsabilidad-social-del-estudiante-y-su-universidad/>

Ibarra U., L. M., Fonseca B., C. D. y Santiago G., S. (2020). La responsabilidad social universitaria, Misión e impactos sociales. *Sinéctica* 54 (e1008). [https://doi.org/10.31391/s2007-7033\(2020\)0054-011](https://doi.org/10.31391/s2007-7033(2020)0054-011)

Macías V, D.y Bastidas V., C. (2019). Responsabilidad Social Universitaria: estudio de caso desde la perspectiva de los estudiantes. Ingeniería Industrial. *Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. VI, núm. 23. <https://www.redalyc.org/journal/2150/215067134003/html/>

Vallaey, F., De la Cruz y Sasía. (2009). *Responsabilidad Social Universitaria*. México: Mc Graw Hill.

## CAPÍTULO 2

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

Data de submissão: 28/04/2023

Data de aceite: 12/05/2023

#### Antonia del Rosario Sánchez Gonzales

Instituto de Educación Superior  
Pedagógico Público Teodoro Peñaloza  
<https://orcid.org/0000-0003-4945-6677>

#### Marco Antonio Bazalar Hoces

Universidad Nacional de Huancavelica  
<https://orcid.org/0000-0002-1701-9117>

#### Víctor Marcelino López Lino

Universidad Nacional de Huancavelica  
<https://orcid.org/0000-0003-1638-4662>

#### Raúl Eleazar Arias Sánchez

Universidad Nacional de Huancavelica  
<https://orcid.org/0000-0003-4604-9507>

**ABSTRACT:** The objective of this research work was to know the time spent on social networks (Facebook, Twitter and Instagram) of a sample of 126 university students in the central region of Peru. This research was of a basic type and descriptive level. A survey was used to collect information. The results showed the preference for the social network Facebook, followed by Instagram and Twitter,

likewise, the time that students spend in them ranges from 2 to 4 hours on average, as well as, this permanence is for reasons of entertainment and search for information. Finally, an important topic was evidenced that needs more exploration and attention within the academic and technological scenario.

**KEYWORDS:** Social networks. Technology. Students. University.

#### REDES SOCIALES SUMERGIDAS: ¿CUÁNTO TIEMPO PASAN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN ELLAS?

**RESUMEN:** El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo conocer el tiempo de permanencia en redes sociales (Facebook, Twitter e Instagram) de una muestra de 126 estudiantes universitarios en la región central del Perú. Esta investigación fue de tipo básico y de nivel descriptivo. Se empleó una encuesta para el recojo de información. Los resultados evidenciaron la preferencia por la red social Facebook, seguida de Instagram y Twitter, asimismo, el tiempo que permanecen los estudiantes en ellas va de 2 a 4 horas en promedio, así como también, esta permanencia es por motivos de entretenimiento y búsqueda de información. Finalmente, se evidenció un importante tema que necesita más exploración y atención dentro del escenario académico y tecnológico.

**PALABRAS CLAVE:** Redes sociales. Tecnología. Estudiantes. Universidad.

## 1 INTRODUCTION

Social networks today are the most striking and attractive elements that adolescents and people of all ages can access, either to stay informed about an event or for entertainment, in this sense, its massification after the pandemic COVID-19 has been of vital importance until it has gained the relevance it currently has, while at the same time it has served to promote various spaces, from education, health, entrepreneurship, among others. Thus, this path was taken advantage of by many people of all ages, mainly young people and students, who saw a great opportunity to express themselves and relate to others, these characteristics in the words of Del Barrio & Ruiz (2014 p. 572) show some favorable options as well as a major change from the usual,

“...es preciso abordar la tecnología en términos de oportunidades para el futuro de nuestros jóvenes y eso exige un conocimiento de la influencia real y del impacto que están teniendo en la vida de los adolescentes, así como, una actitud positiva en el acercamiento a este mundo sin dejar de señalar los peligros que, como en tantos otros temas, aparecen cuando se pasa del uso al abuso. Lo que sí parece cierto es que la gestión del cerebro está cambiando con el uso de las TIC y esto es ya una realidad imparable.” [It is necessary to address technology in terms of opportunities for the future of our young people and that requires knowledge of the real influence and impact that they are having on the lives of adolescents, as well as a positive attitude in approaching this world without stop pointing out the dangers that, as in so many other issues, appear when you go from use to abuse. What does seem certain is that the management of the brain is changing with the use of ICT and this is already an unstoppable reality.]

On the other hand, and specifically, this approach to social networks is a very important transition for the education sector, from a traditional face-to-face space to a virtual one in real time. Likewise, its use impacted many adolescents around the world in various ways, since as indicated by Ikemiyashiro (2017 p. 6)

“Las redes sociales virtuales satisfacen un conjunto de necesidades individuales en las personas y de sentido de pertenencia a un grupo que, anteriormente, se desarrollaban cara a cara o presencialmente. Hoy en día las redes sociales permiten establecer relaciones sin importar el espacio físico con una gran facilidad de acceso y comunicación, brindando espacios de interacción y desenvolvimiento para jóvenes...” [Virtual social networks satisfy a set of individual needs in people and a sense of belonging to a group that, previously, were developed face to face or in person. Nowadays, social networks allow establishing relationships regardless of the physical space with great ease of access and communication, providing spaces for interaction and development for young people.]

The advantages indicated will undoubtedly feed this digital growth throughout the world, however, not everything was pleasant since many networks were also used for the opposite, in this sense, Ikemiyashiro himself (2017 p. 7) pointed out some examples of inappropriate use of social networks:

“Uno de estos ejemplos que se encontró son los blogs interactivos, en los cuales los usuarios pueden realizar comentarios sobre diferentes temas y a menudo, personas con perfiles anónimos, utilizan sus cuentas para realizar críticas groseras y comentarios soeces. Otro de los aspectos negativos que se pueden encontrar en cuanto al uso inadecuado de las redes sociales virtuales es la preferencia a la socialización exclusivamente on-line, lo que llevaría al abandono de las prácticas sociales cara a cara.” [One of these examples that was found are interactive blogs, in which users can comment on different topics and often people with anonymous profiles use their accounts to make rude criticisms and profane comments. Another of the negative aspects that can be found regarding the inappropriate use of virtual social networks is the preference for socializing exclusively online, which would lead to the abandonment of face-to-face social practices.]

However, assessing the time that students and adolescents spend on social networks is necessary since its distribution would guarantee an adequate use of these and would show if they are doing it properly without prejudice to other activities. In this sense, the objective of this research work was to know the time students spend on social networks such as Facebook, Twitter and Instagram in a population of university students in the central region of Peru.

## 2 BACKGROUND

Aguilar & Said (2010 p. 193) in their research on social networks and the case of the repercussion that Facebook had for the construction of subjective virtual identities indicated that,

“No todos los portales de las comunidades virtuales tienen las mismas características y, al parecer, algunos ofrecen una mayor privacidad y veracidad de la información ahí ofrecida. En principio, el Facebook se originó, por ejemplo, como una comunidad para estudiantes universitarios en Estados Unidos, lo cual generó que, en el momento de la construcción del perfil del individuo, este debía acudir a elementos reales, verificables de sí mismo, pues la red social establecida estaba determinada por miembros de una comunidad escolar tangible. Sin embargo, en espacios tales como MySpace, Tagged o Hi-5, por ejemplo, la red social no estaba limitada a los compañeros de estudios o amigos de la universidad: se trataba de comunidades globales, totalmente abiertas, en las que resultaba posible contactar personas con las que no existía ningún vínculo



anterior.” [Not all the portals of the virtual communities have the same characteristics and, apparently, some offer greater privacy and veracity of the information offered there. In principle, Facebook originated, for example, as a community for university students in the United States, which meant that, at the time of building the individual's profile, he had to resort to real, verifiable elements of himself, since the established social network was determined by members of a tangible school community. However, in spaces such as MySpace, Tagged or Hi-5, for example, the social network was not limited to fellow students or friends from the university: it was global communities, totally open, in which it was possible to contact people with whom there was no previous relationship.]

La investigación en mención evidencia la diversidad de plataformas y la gran variedad de usos que se les podría dar, así, por ejemplo, Lorenzo et al. (2011 p. 146) en su pesquisa manifestaron la gran popularidad de éstas en los adolescentes y el gran espacio para diversificar estudios, en sus palabras.

“El aumento de popularidad de las redes sociales ha trascendido en paralelo al desarrollo de la Web 2.0, una web más social que ha permitido comunicar, entretener y compartir. Los usuarios han pasado de una etapa en la que eran considerados meros consumidores de contenidos creados por terceros, a una etapa en la que los contenidos son producidos por los propios usuarios con conocimientos básicos en el uso de Internet. El análisis de las redes sociales ha irrumpido en muchas ciencias sociales en los últimos veinte años como una nueva herramienta de análisis de los individuos y de sus relaciones sociales. Principalmente se han utilizado para el estudio de hábitos, gustos y formas de relacionarse de los grupos sociales, ya que se centran en las relaciones de los individuos y no en las características de los mismos (raza, edad, ingresos, educación).” [The increase in popularity of social networks has gone hand in hand with the development of Web 2.0, a more social web that has made it possible to communicate, entertain and share. Users have gone from a stage in which they were considered mere consumers of content created by third parties, to a stage in which the content is produced by the users themselves with basic knowledge of Internet use. The analysis of social networks has broken into many social sciences in the last twenty years as a new tool for analyzing individuals and their social relationships. They have mainly been used for the study of habits, tastes and ways of relating to social groups, since they focus on the relationships of individuals and not on their characteristics (race, age, income, education).]

With this panorama, we can understand that exploratory work can be carried out on various attitudes and behaviors of users in real time. Under these premises, we will focus our attention on the time adolescents spend on these social networks and the actions they perform on them.

Asimismo, De Frutos & Marcos (2017 p. 93) realizaron un interesante trabajo sobre la percepción de los adolescentes estudiantes de las redes sociales, así como también, las experiencias negativas que son necesarias a considerar, en sus palabras es relevante considerar que,

“Este resultado explica la dificultad para concienciar sobre los riesgos si ni siquiera la propia experiencia sirve de referencia para tomar conciencia de las situaciones difíciles a las que les pueden llevar las redes sociales. Se podría pensar que los menores que han participado en el estudio no han vivido malas experiencias y por eso resulta difícil tomar conciencia del peligro. Los resultados muestran que tres de cada cuatro menores había sufrido algún tipo de incidente desagradable en su experiencia de uso. Por otra parte, es evidente que las redes sociales juegan un rol muy importante en su vida. La cuestión es cómo conciliar ambas cuestiones. Desde nuestro punto de vista la disonancia cognitiva podría explicar esta aparente disociación. Las redes sociales son una fuente de gratificación social para los menores, que sostienen comportamientos arriesgados, que a su vez pueden tener consecuencias negativas. Para evitar las tensiones que pueda generar esta contradicción los menores pueden negar las consecuencias aumentando su sensación de control sobre las redes.” [This result explains the difficulty in raising awareness about risks if not even one’s own experience serves as a reference to become aware of the difficult situations that social networks can lead them to. One might think that the minors who have participated in the study have not had bad experiences and that is why it is difficult to become aware of the danger. The results show that three out of four minors had suffered some kind of unpleasant incident during their user experience. On the other hand, it is evident that social networks play a very important role in your life. The question is how to reconcile both issues. From our point of view, cognitive dissonance could explain this apparent dissociation. Social networks are a source of social gratification for minors, who sustain risky behaviors, which in turn can have negative consequences. To avoid the tensions that this contradiction can generate, minors can deny the consequences, increasing their sense of control over the networks.]

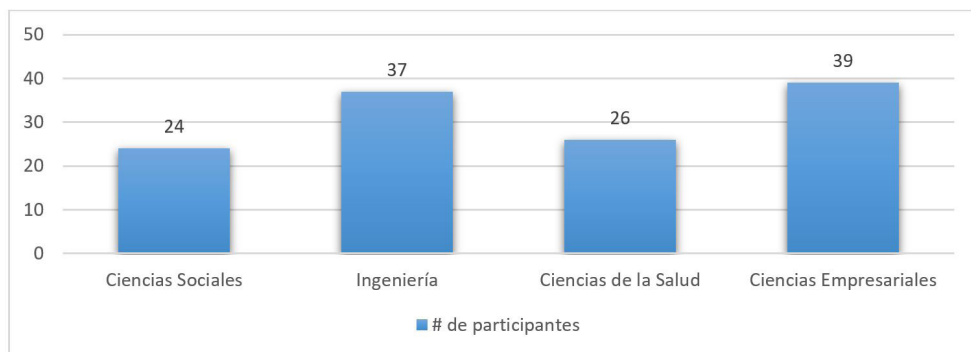
Under this slogan, these antecedents demonstrate the importance of the raised topic, and the importance of exploring others to start an assertive work.

### **3 MATERIALS AND METHODS**

This investigation is of a basic type, this one for Carrasco (2006 p. 15), “...es la que no tiene propósitos aplicativos inmediatos, pues solo busca ampliar y profundizar el caudal de conocimientos existentes.” [...is the one that does not have immediate

application purposes, since it only seeks to broaden and deepen the wealth of existing knowledge]. In this sense, we did not seek to manipulate the variables; but only describe them in the reality of study. Regarding the study population according to Arias (2016 p. 81) it is “...un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.” [...a finite or infinite set of elements with common characteristics to which the conclusions of the investigation will be extensive.] Thus, the population consisted of 186 undergraduate students from a public university in the central region of Peru. Similarly, the sample for Portillo and Roque (2003 p. 47) “...es un subconjunto de las unidades de observaciones comprendidas en un marco, que es representativa de ésta, y que se somete a la observación riguroso, con el propósito obtener información o apreciaciones válidas también para la población”. [...It is a subset of the observation units included in a frame, which is representative of it, and which is subjected to rigorous observation, with the purpose of obtaining information or appreciations that are also valid for the population.] In this sense, our sample consisted of 126 students (Figure 1). Finally, a survey was used to collect the information in the field.

Figure 1.



Next, the time in hours that university students spend on the most used social networks such as Facebook, Twitter and Instagram according to their area of study will be shown:

#### 4 RESULTS

The results were based on the following orientation scale, the same one that served to answer the questions of the questionnaire:

- Between 1hr and 2hrs            1
- Between 2hrs and 4hrs        2
- More of 4hrs                      3

## 4.1 SOCIAL SCIENCES

In this section, 29 students from careers related to the social sciences such as Sociology (8), Anthropology (4) and Education (12) were interviewed. These students had the following behavior:

Table 1.

		<b>Facebook</b>	<b>Twitter</b>	<b>Instagram</b>
N	Válido	29	29	29
	Perdidos	0	0	0
Media		1,69	1,14	1,62
Mediana		2,00	1,00	2,00
Moda		2	1	2
Desv. Desviación		,604	,351	,622
Varianza		,365	,123	,387

In table 1, it can be seen that Facebook and Instagram are the networks most used by students, spending 2 to 4 hours on them; and on Twitter from 1 to 2 hours.

## 4.2 ENGINEERING

In this section, 37 students from careers related to the engineering such as mining engineering (7), systems engineering (10), civil engineering (10), environmental engineering (3) were interviewed. These students had the following behavior:

Table 2.

		<b>Facebook</b>	<b>Twitter</b>	<b>Instagram</b>
N	Válido	37	37	37
	Perdidos	0	0	0
Media		1,62	1,11	1,54
Mediana		2,00	1,00	1,00
Moda		1	1	1
Desv. Desviación		,681	,315	,730
Varianza		,464	,099	,533

In table 2, it can be seen that the use of Facebook is more preferred, followed by Twitter and Instagram; on Facebook students spend from 2 to 4 hours and in the last two from 1 to 2 hours.

### 4.3 HEALTH SCIENCES

In this section, 26 students from careers related to the health sciences such as nursing (13), medicine (5) and obstetrics (8) were interviewed. These students had the following behavior:

Table 3.

		<b>Facebook</b>	<b>Twitter</b>	<b>Instagram</b>
N	Válido	26	26	26
	Perdidos	0	0	0
Media		1,46	1,15	2,15
Mediana		1,00	1,00	3,00
Moda		1	1	3
Desv. Desviación		,508	,368	,967
Varianza		,258	,135	,935

In table 3, it can be seen that health sciences students have a greater preference to use Instagram, likewise, both Facebook and twitter only use them between 1 to 2 hours.

### 4.4 BUSINESS STUDIES

In this section, 39 students from careers related to the health sciences such as economics (8), administration (11) and accounting (20) were interviewed. These students had the following behavior:

Table 4.

		<b>Facebook</b>	<b>Twitter</b>	<b>Instagram</b>
N	Válido	39	39	39
	Perdidos	0	0	0
Media		1,90	1,23	1,41
Mediana		2,00	1,00	1,00
Moda		1	1	1
Desv. Desviación		,882	,427	,637
Varianza		,779	,182	,406

In table 4, It can be seen that business students spend more time on Facebook and that both Twitter and Instagram only spend about 1 to 2 hours a day.

From what has been evidenced, it can be indicated that there is a greater preference in using Facebook, followed by Instagram and Twitter. Similarly, the time spent on Facebook in the sample was between 2 and 4 hours. On the other hand, the interviewees also made some comments about the preference of these applications, some that caught our attention were:

- "... yo creo que las redes sociales ayudan mucho a los estudiantes, ya que nos permiten estar comunicados y enterados de todas las noticias del país y del mundo... (comunicación personal con un encuestado)" [... I believe that social networks help students a lot, since they allow us to be communicated and aware of all the news in the country and the world... (personal communication with a respondent)]
- "...pienso que el Facebook es de mucha ayuda, no solo para entretenimiento sino para buscar información...hay muchas páginas con contenidos muy buenos...aunque también hay todo...ya el uso depende de uno..." [...I think that Facebook is very helpful, not only for entertainment but also to search for information...there are many pages with very good content...although there is also everything...the use depends on one...]
- "...en mi caso, prefiero usar el Instagram para entretenerme...me gusta los reels de algunos artistas y de deportistas...pienso que es más práctico..." [...in my case, I prefer to use Instagram to entertain myself...I like the reels of some artists and athletes...I think it's more practical..."]
- "...yo la verdad quiero evitar usar mi celular y entrar a las redes (sociales)...pero no puedo, siempre hay algo que me llama la atención y termino sumergido en ellas..." [...I really want to avoid using my cell phone and accessing (social) networks... but I can't, there is always something that catches my attention and I end up immersed in them...]
- "...pienso que el uso de las redes sociales es depende de uno...o sea...uno elige cuánto tiempo estar en ellas y otro tiempo para realizar las tareas...hay que ser disciplinado..." [...I think that the use of social networks depends on you...that is...you choose how long to spend on them and another time to do the tasks...you have to be disciplined...]
- "...el Twitter no lo uso mucho, no lo entiendo muy bien la verdad...pienso que es más para un uso político..." [... I don't use Twitter very much... I really don't understand it very well... I think it's more for political use...]

## 5 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

This research work showed the time spent by a group of university students in the most common social networks in Peru such as Facebook, Twitter and Instagram. With these findings, the type of use or utility that students have in each of them could also be explored. On the other hand, this research also made it possible to establish a line of preference, with Facebook being the first attention network, followed by Instagram and Twitter.

On the other hand, the topic raised will allow future research within the educational and technological sector. In the same way, this research showed the preference of one social network over others, in this sense, it would be an interesting starting point to carry out related work on tastes, preferences, marketing, among others.

## BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

Aguilar, D. & Said, E. (2010). Identidad y subjetividad en las redes sociales virtuales: caso de Facebook. *Zona próxima*, (12), 190-207.

Arias, F. G. (2016). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. (). Alegría; El Pasillo; Episteme.

Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. San Marcos.

De-Frutos-Torres, B., & Marcos-Santos, M. (2017). Disociación entre las experiencias negativas y la percepción de riesgo de las redes sociales en adolescentes. *El profesional de la información (EPI)*, 26(1), 88-96.

Del Barrio, Á., & Ruiz, I. (2014). Los adolescentes y el uso de las redes sociales. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1), 571-576.

Ikemiyashiro Higa, J. (2017). Uso de las redes sociales virtuales y habilidades sociales en adolescentes y jóvenes adultos de Lima Metropolitana. [Tesis para optar el título de Licenciado en Psicología]. Universidad San Ignacio de Loyola.

Lorenzo-Romero, C., Gómez-Borja, M. Á., & Alarcón-del-Amo, M. D. C. (2011). Redes sociales virtuales: ¿de qué depende su uso en España?. *Innovar*, 21(41), 145-158.

Portillo, M., & Roque, E. (2003). *Metodología de la investigación científica* (Primera ed.). (J. Gutemberg, Ed.) Lima.

# CAPÍTULO 3

## 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<sup>1</sup>

Data de submissão: 08/07/2023

Data de aceite: 20/07/2023

**María Atocha Valdez Bencomo**

Universidad Autónoma de Guerrero

Facultad de Medicina

Acapulco; Guerrero. México

<https://orcid.org/0000-0002-3865-8719>

**Laura Sierra López**

Universidad Autónoma de Guerrero

Facultad de Medicina

Acapulco; Guerrero. México

<https://orcid.org/0000-0003-1501-378X>

**RESUMEN:** Tanto la ansiedad o neurosis fóbica, como la depresión se han convertido en un problema de salud a nivel mundial, que no solo está presente en una población específica, sino que también afecta a la salud emocional y mental de los estudiantes. Los jóvenes universitarios que realizan su formación en carreras como las ciencias de la salud, especialmente la medicina, no están exentos de padecer un trastorno o patología, que afecte al aprendizaje en el proceso de su formación académica. Propósito: Determinar la prevalencia de ansiedades fóbicas en estudiantes de medicina en el contexto de la

pandemia de la COVID 19. Material y método. El presente estudio se realizará bajo el diseño de investigación Transversal Descriptivo. La población general considerada será de 3 grupos académicos, con un total de 174 estudiantes de ambos sexos. La muestra estará constituida por 174 (N= 174), con una edad promedio de 22 años. Descripción del estudio. A través de los profesores/tutores de los grupos académicos de octavo semestre, se distribuirá el test SCL-09, con la exposición de motivos, así como previa información de forma verbal y la carta de consentimiento informado, la aplicación del test se llevará a cabo en el mes de agosto de 2021 de forma autoadministrada con modalidad en línea, durante una semana. La población de estudio: Estudiantes de Medicina de octavo semestre (grupos 801, 802 y 803) de la Universidad Autónoma de Guerrero pertenecientes a la generación 2017-2021, y el tamaño de la muestra, se seleccionará por conveniencia a todos los estudiantes (N= 174) de octavo semestre de la carrera de la generación 2017-2021.

**PALABRAS CLAVES:** Estudiantes Medicina. Ansiedad Fóbica. Pandemia. COVID – 19.

**PHOBIC ANXIETY IN MEDICINE STUDENTS IN THE EIGHTH SEMESTER AT THE UAGro IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC**

**ABSTRACT:** Both anxiety or phobic neurosis and depression have become a health problem worldwide, which is not only present in a specific

<sup>1</sup> No existen conflictos de interés en este trabajo. Se obtuvo financiamiento del CA-115 Enfermedades Crónicas, de Facultad de Medicina de la UAGro.



population, but also affects the emotional and mental health of students. Young university students who carry out their training in careers such as health sciences, especially medicine, are not exempt from suffering from a disorder or pathology, which affects learning in the process of their academic training. Purpose: To determine the prevalence of phobic anxieties in medical students in the context of the COVID 19 pandemic. Material and method. This study will be carried out under the design of Descriptive Cross-sectional research. The general population considered will be 3 academic groups, with a total of 174 students of both sexes. The sample will consist of 174 (N = 174), with an average age of 22 years. Description of the study. Through the professors / tutors of the academic groups of the eighth semester, the SCL-09 test will be distributed, with the explanatory statement, as well as prior information verbally and the informed consent letter, the application of the test will be carried out in the month of August 2021 in a self-administered way with online modality, for a week. The study population: Medical students of eighth semester (groups 801, 802 and 803) of the Autonomous University of Guerrero belonging to the generation 2017-2021 and the size of the sample, will be selected for convenience to all students (N = 174) of eighth semester of the career of the generation 2017-2021.

**KEYWORDS:** Students Medicine. Phobic Anxiety. COVID Pandemic – 19.

## 1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día se viven tiempos complicados en el mundo y México, no queda exento de los problemas, ya que en él se suman las violencias urbanas y la llegada de la pandemia por la COVID-19, generando desestabilización y confusión en la población en general. La pandemia por coronavirus (COVID-19) es una emergencia de salud pública, con impactos sin precedentes en el siglo XXI, y hoy representa un gran desafío a la salud mental. Estudios en epidemias anteriores han revelado una profunda y amplia gama de consecuencias psicosociales a nivel individual y comunitario durante los brotes. Son múltiples las alteraciones psicológicas asociadas, que van desde síntomas aislados hasta trastornos complejos con un deterioro marcado de la funcionalidad, tales como insomnio, ansiedad, depresión y trastorno por estrés postraumático (Ramírez & Castro, 2020). Es de preocupar esta situación que se vive actualmente en el país, ya que también ha vulnerado y puesto en riesgo las expectativas individuales-personales y familiares de los jóvenes que se encuentran cursando una carrera universitaria. Ser estudiantes universitarios, constituye un grupo de riesgo para la ansiedad por sus exigencias psicológicas, sociales, académicas y elevado estrés (Cardona, Restrepo, & et-al, 2015).

## 2 ANSIEDAD FOBICA

Cabe decir que el ingreso a la universidad trae consigo cambios que pueden quebrantar la estabilidad emocional, los jóvenes que cursan una carrera ya tienen de

por sí sobrecarga por la gran exigencia que demanda el ser un joven universitario y las propias dificultades que generan los cambios de residencia en el proceso de adaptación. Todos estos cambios crean en el estudiante universitario un clima de desconfianza e inseguridad que le lleva a manifestar conductas atípicas. A ello se le suman los miedos o fobias por violencias y que decir por la COVID-19 en estos tiempos, dichos comportamientos a su vez desencadenan el desarrollo de las ansiedades que son propias de estos ambientes que los jóvenes viven en la cotidianidad. Como ya se ha mencionado, una de las poblaciones más vulnerables sin duda son los jóvenes, en especial los universitarios, y sobre todo los estudiantes de medicina, ya que estos están bajo estrés constante, debido a la exigencia académica que demanda esfuerzos de adaptación, con repercusiones en la calidad de vida, la capacidad de concentración, de aprendizaje y el desarrollo de habilidades clínicas y/o quirúrgicas, con mayor frecuencia entre los 20 y 25 años durante el entrenamiento profesional (Sánchez, Chichón, León, & et-al, 2016). Es de observarse que cada vez son más, aquellos que experimentan emociones estresantes y que se salen de control. El interés mundial por la salud mental, de los estudiantes universitarios ha llevado a diversos autores a investigar en esta área, estudiando aquellas características psicológicas que comparten estos jóvenes y que pueden hacerlos más vulnerables al desarrollo de ciertas patologías (Reynaldo & Saavedra 2006, et-al en (Dávila & Ruiz, 2010). Cabe hacer énfasis que esta situación de miedos, temores o fobias a los que se enfrentan los estudiantes universitarios poca o nula atención se le ha prestado, ya que dichos síntomas o respuestas son consideradas como comportamientos normales, sin embargo, si se mira esta situación desde otra arista, veríamos una problemática de salud emocional y mental. Tanto la ansiedad en sí, como el miedo/temor o pánico que se genera en el joven por estas situaciones de violencias y sobre todo por la COVID-19 actualmente, lo llevan a desarrollar y presentar rasgos de trastornos de ansiedad y fobia (neurosis fóbica). Por todo lo citado anteriormente cabe mencionar también que este trabajo de investigación ha sido motivo de gran interés por observar la presencia de rasgos de algunos trastornos psicológicos como: Estrés, Depresión, Ansiedad, Miedos - Fobias, Pánico y Trastorno Obsesivo Compulsivo entre otros, en la comunidad estudiantil de la carrera de Medicina de la Universidad Autónoma de Guerrero. También es de señalar que estas desazones/angustias, alteran considerablemente el desempeño en los procesos de aprendizaje académico, praxis profesional y laboral, así como a la interacción e inserción de los jóvenes en los entornos sociales.

### 3 METODOLOGIA

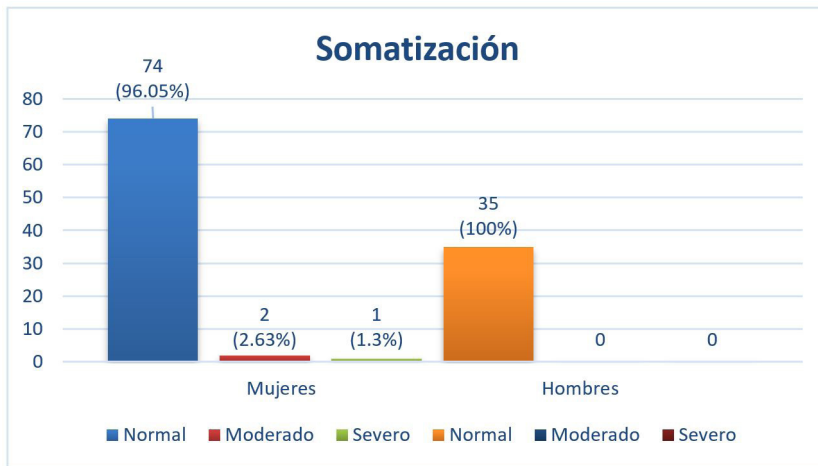
El estudio de Ansiedad fóbica en estudiantes de octavo semestre, de la Licenciatura en Médico Cirujano de la UAGro, en el contexto de la pandemia de COVID-19, se llevó a cabo bajo el diseño de investigación Transversal descriptiva, en estudiantes de Medicina de octavo semestre de la Universidad Autónoma de Guerrero, pertenecientes a la generación 2017-2021. La población general considerada para el estudio, fue de 174 estudiantes de ambos sexos, de octavo semestre que corresponde a los grupos académicos (801, 802 y 803). Se seleccionó por conveniencia a todos los estudiantes participantes 174 (N= 174), con una edad promedio de 22 años (30.6%). El instrumento seleccionado para este estudio, fue el Inventario de Síntomas SCL-90 R de Derogatis, (Symptom Check-List-90) este, ha sido desarrollado para evaluar patrones de síntomas presentes en individuos, y es utilizado en tareas de diagnóstico clínico, estructurado con nueve dimensiones e integrado por 90 ítems. Las dimensiones sintomatológicas primarias son Somatización (SOM), Obsesividad-compulsividad (OBS), Sensibilidad interpersonal (SI), Depresión (DEP), Ansiedad (ANS), Hostilidad (HOS), Ansiedad fóbica (FOB), Paranoia (PAR) y Psicoticismo (PSI). Los tres índices globales que proporcionan una medida de distrés son: Índice General de Sintomatología (GSI, General Symptom Index), Índice de Síntomas Positivos (PSDI, Positive Symptom Distress Index) y el Total de Síntomas Positivos (PST, Positive Symptom Total). Esta herramienta, fue distribuida por los profesores-tutores de dichos grupos, junto con la exposición de motivos, así como la carta de consentimiento informado. La aplicación del cuestionario se realizó de forma autoadministrada, con modalidad en línea, durante una semana.

En relación a los criterios de selección, se incluyeron estudiantes legalmente inscritos en listas oficiales del grado académico con correo institucional y a alumnos que aceptaron participar con consentimiento informado. En cuanto a los criterios de exclusión, se consideró excluir a estudiantes que no aceptaron participar en el estudio, y a alumnos que no firmaron el consentimiento informado. En relación a los criterios de eliminación, se eliminaron solo aquellos cuestionarios que fueron mal llenados o cuestionarios incompletos.

#### 3.1 RESULTADOS A PARTIR DE LAS DIMENSIONES EXPLORADAS:

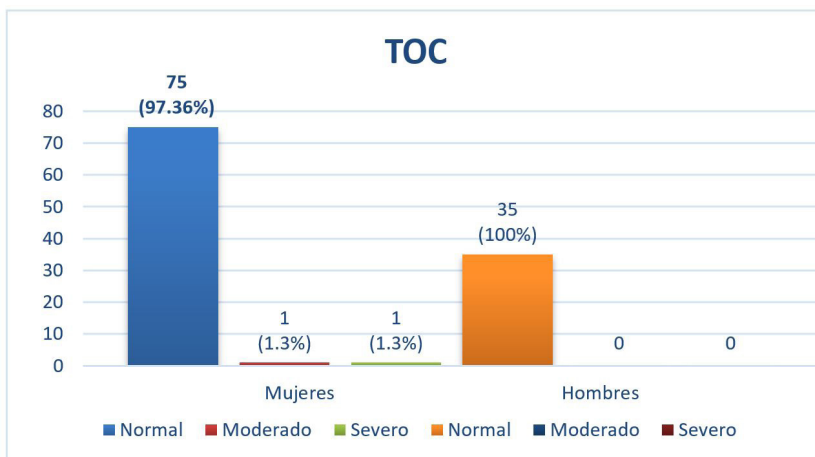
- 1. Somatización:** En el gráfico 1, podemos observar en el caso de las mujeres que 2 (2.63%) de ellas, mostraron una significancia clínica moderada y 1 (1.3%) con una significancia clínica severa. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, presentan un nivel normal de significancia clínica.

Gráfico 1: resultados para Somatización en hombres y mujeres.



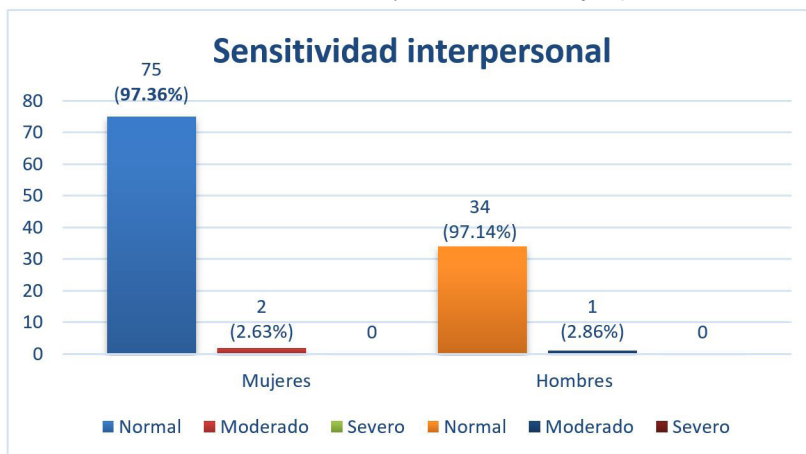
- 2. Trastorno obsesivo compulsivo:** En el gráfico 2, podemos observar en el caso de las mujeres, que 1 (1.3%) de ellas, mostró una significancia clínica moderada y 1 (1.3%) con una significancia clínica severa. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, presentan un nivel normal de significancia clínica.

Gráfico 2: Trastorno obsesivo compulsivo en hombres y mujeres.



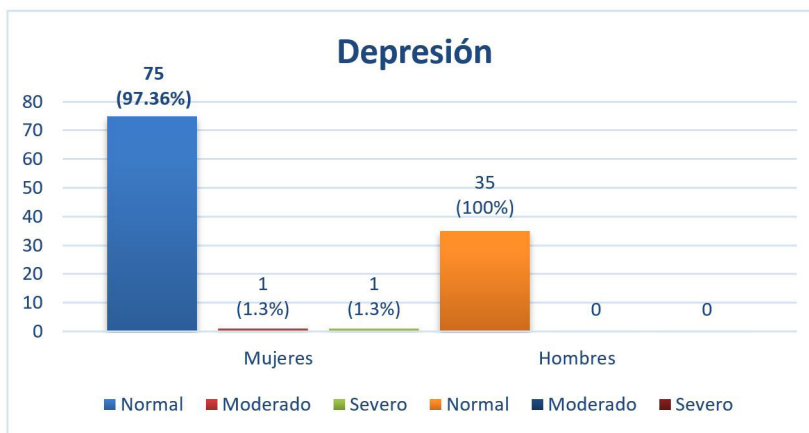
- 3. Sensibilidad interpersonal:** En el gráfico 3, podemos observar en el caso de las mujeres, que 2 (2.63%) de ellas, mostraron una significancia clínica moderada. En el caso de los hombres podemos encontrar que 1 (2.86%) de ellos, mostró una significancia clínica moderada.

Gráfico 3: Sensitividad interpersonal en hombres y mujeres.



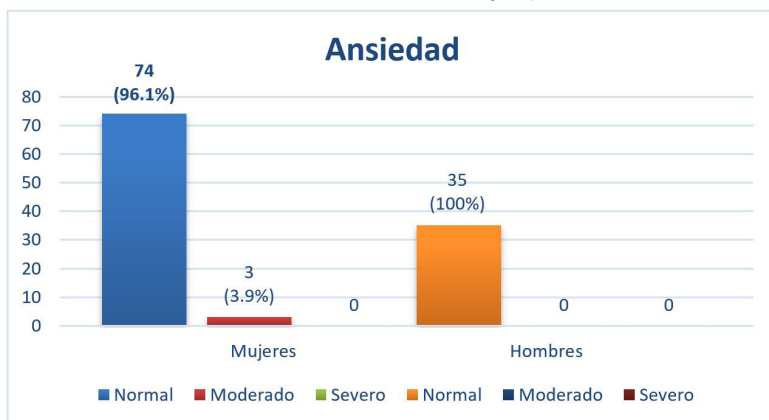
4. **Depresión:** En el gráfico 4, podemos observar en el caso de las mujeres que 1 (1.3%) de ellas, mostró una significancia clínica moderada y 1 (1.3%) con una significancia clínica severa. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, presentan un nivel normal de significancia clínica.

Gráfico 4: Depresión en hombres y mujeres.



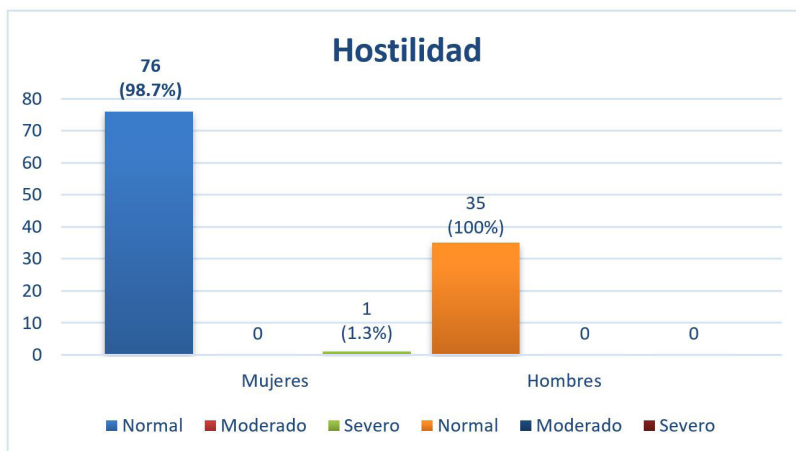
5. **Ansiedad:** En el gráfico 5, podemos observar en el caso de las mujeres que 3 (3.9%) de ellas mostraron una significancia clínica moderada. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, presentan un nivel normal de significancia clínica.

Gráfico 5: Ansiedade em homens e mulheres.



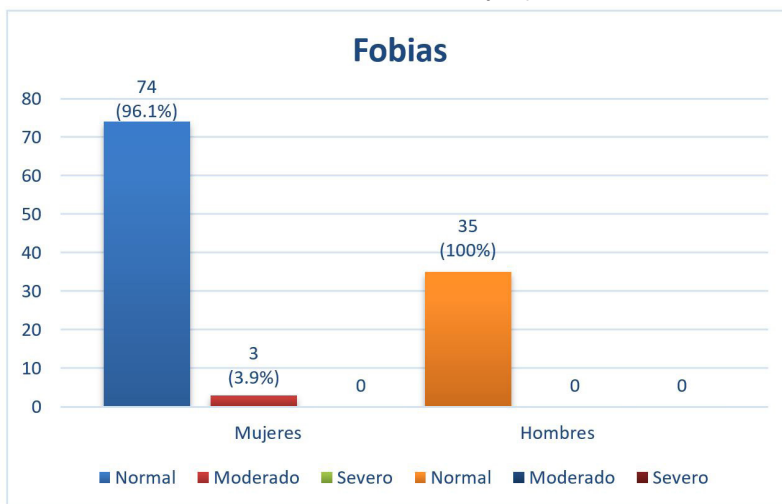
6. **Hostilidade:** En el gráfico 6, podemos observar en el caso de las mujeres que 1 (1.3%) de ellas mostró una significancia clínica severa. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, presentan un nivel normal de significancia clínica.

Gráfico 6: Hostilidade em homens e mulheres.



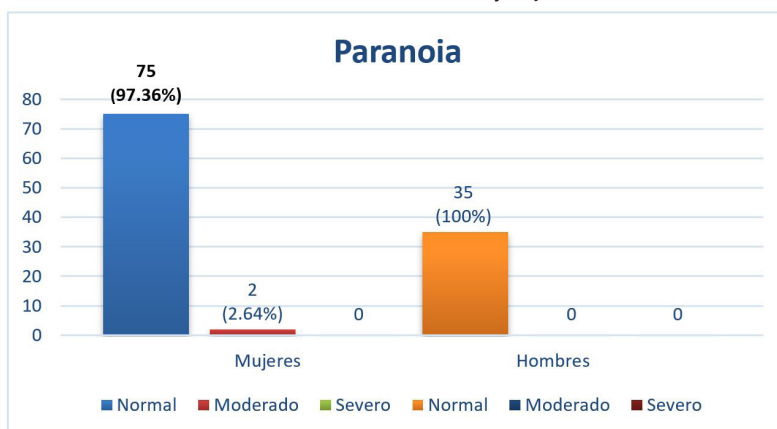
7. **Fobias:** En el gráfico 7, podemos observar en el caso de las mujeres que 3 (3.9%) de ellas mostraron una significancia clínica moderada. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, presentan un nivel normal de significancia clínica.

Gráfico 7: Fobias en hombres y mujeres.



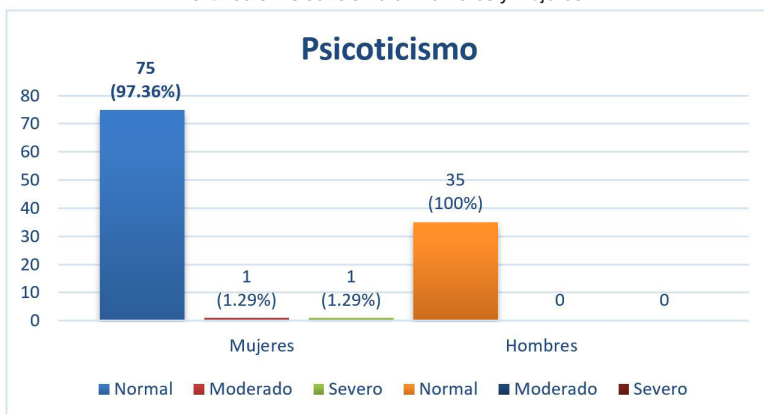
8. **Paranoia:** En el gráfico 8, podemos observar en el caso de las mujeres que 2 (2.64%) de ellas mostraron una significancia clínica moderada. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, Presentan un nivel normal de significancia clínica.

Gráfico 8: Paranoia en hombres y mujeres.



9. **Psicoticismo:** En el gráfico 9, podemos observar en el caso de las mujeres que 1 (1.3%) de ellas mostró una significancia clínica moderada y 1 (1.3%) mostró una significancia clínica severa. En el caso de los hombres podemos encontrar que los 35 (100%) hombres incluidos, presentan un nivel normal de significancia clínica en psicoticismo.

Gráfico 9: Psicoticismo en hombres y mujeres.

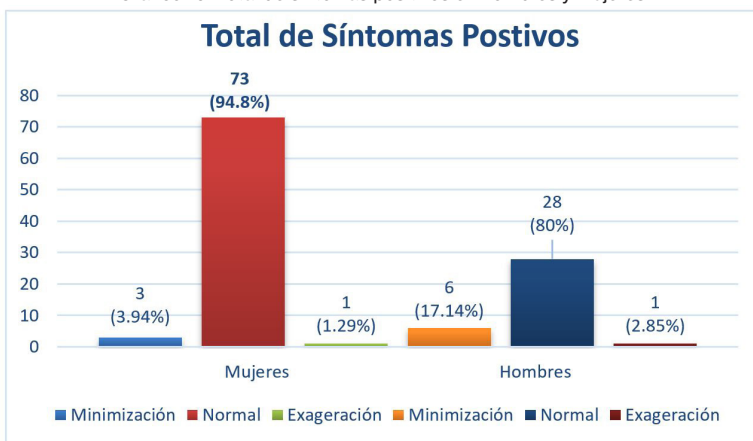


### 3.2 DENTRO DE LAS DIMENSIONES, TAMBIÉN SE ENCUENTRAN LOS ÍNDICES GLOBALES:

#### a) **Total, de Síntomas Positivos**

En el gráfico 10, podemos observar, que 3 (3.94%) de ellas, mostraron tendencia a minimizar los síntomas presentados, 73 (94.8%), tuvieron una expresión normal de los síntomas que presentan y 1 (1.3%) mostró tendencia a exagerar los síntomas presentados. En el caso de los hombres, 6 (17.14%) de ellos, mostraron tendencia a minimizar los síntomas presentados, 28 (80%), tuvieron una expresión normal de los síntomas que presentan y 1 (2.85%) mostró tendencia a exagerar los síntomas presentados.

Gráfico 10: Total de síntomas positivos en hombres y mujeres.

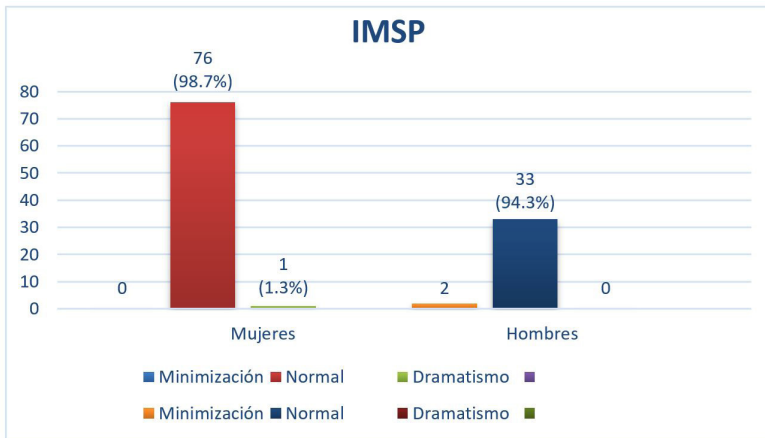




### b) Índice de Malestar Sintomático Positivo (IMSP)

En el gráfico 11, podemos observar en el caso de las mujeres que 76 (98.7%) de ellas tuvieron una expresión normal del IMSP y 1 (1.3%) mostró tendencia a exagerar los síntomas presentados. En el caso de los hombres 2 (5.7%) de ellos, mostraron tendencia a minimizar los resultados del IMSP y 33 (94.3%), tuvieron una expresión normal del IMSP.

Gráfico 11: Total de síntomas positivos en hombres y mujeres.



## 4 DISCUSIÓN

Desde la década de 1960, ha existido interés para detectar oportunamente trastornos en materia de salud mental. Por el estrés propio de la formación académica, hay evidencia de altos niveles de afectación en estudiantes de medicina. En 2016, Sánchez y et al. mostraron que el 49.07% de alumnos de medicina exhibían alteraciones emocionales, aunque el 14.1% ya tenían problemas previos. Rotenstein reportó que la depresión era el problema más común y que el 11.1% de estudiantes presentaban ideas suicidas (García & Sánchez, 2021). En relación a la ansiedad social (fóbica), representa un problema de salud pública para nuestra juventud, debido a su alta prevalencia y sus consecuencias negativas en los ámbitos personal, educativo y laboral. La fobia social afecta al menos el 13.3% de la población general, representando el tercer trastorno psiquiátrico de mayor frecuencia, tan sólo después de la depresión mayor [...] Existe evidencia de que la ansiedad social, es más extendida entre las mujeres que entre los hombres. Las mujeres mexicanas, en comparación con los hombres, presentan una mayor intensidad de ansiedad social. En relación al estudio que hemos realizado, se observa que la Ansiedad en Mujeres, 3 (3,9%) de ellas, mostraron significación clínica moderada. En el caso de los hombres, 35 (100%), tienen un nivel normal de significación

clínica. Esto confirma lo que refiere Robles y Espinoza en su investigación. De igual forma, en un estudio de revisión sistemática de García y Cols, en 2021, estos exponen los resultados obtenidos en los estudios seleccionados acerca de la influencia de la COVID-19, en la exacerbación de los síntomas y/o el aumento de la tasa de incidencia del TOC, un trastorno con una prevalencia que se establece a nivel internacional entre el 1.1% - 1.8%. Así mismo dentro de esta revisión, está el estudio de 2020, realizado con estudiantes de medicina, y encontraron en las primeras semanas de la pandemia, mayor prevalencia de sintomatología obsesivo-compulsiva, que en fases posteriores. (Imbali & Romero, 2021 ). En relación a nuestro estudio se encontró presencia del Trastorno obsesivo-compulsivo, en Mujeres con 1 (1,3%) y mostró significación clínica moderada y 1 (1,3%) con significación clínica grave. Los hombres 35 (100%) tienen un nivel normal de significación clínica. En el estudio realizado por Ahmed et al, citado por García y Cols, fue más frecuente observar que estudiantes del sexo femenino, exhibían más ideas suicidas que los varones. En la Universidad Nacional Autónoma de México en el 2013, se reportó que el 23% de alumnos de primer año presentaba depresión, asociada significativamente al sexo femenino y fracaso escolar, mientras que Tang et al., en China, acreditaron perturbaciones como ansiedad fóbica y depresión en el sexo masculino, así como obsesión, depresión y conducta suicida en el sexo femenino. En relación a la investigación de García – Sánchez (2021), no se toca el tema de COVID -19, pero retoma las dimensiones analizadas en nuestro estudio. La investigación de García, expresa que estudiantes de medicina de diferentes semestres escolares, 193, (52.3%) fueron del sexo masculino y la variable independiente atención psicológica fue relevante en todas las dimensiones del cuestionario ( $p < 0.05$ ), pero la atención psiquiátrica solo fue para somatización, el análisis multivariado refleja igualmente que estos predictores se mantienen vigentes ( $p < 0.05$ ). Ser alumno foráneo, irregular y proceder de escuela pública, son elementos con importante magnitud de asociación para depresión y ansiedad, ideas paranoides y psicoticismo respectivamente. Sexo femenino, ser foráneo,  $>5^{\circ}$  semestre, estatus académico irregular, provenir de preparatoria pública, promedio  $< 8$  y sin antecedentes de atención especializada en materia de salud mental, tienen mayor probabilidad de mostrar afectaciones. En los diversos trabajos revisados, podemos observar que también tocan algunas de las dimensiones que analizamos en nuestro estudio y que, en ellas, se encuentra coincidencia en relación al nivel de significancia clínica moderada en la mayoría de las dimensiones, y es el sexo femenino, el que sobresale en los grados de significancia, y una de las dimensiones más altas que encontramos como referente es la hostilidad con significancia grave.

## 5 CONCLUSIÓN

Según las dimensiones de somatización, el trastorno obsesivo compulsivo, la sensibilidad personal, la depresión, la ansiedad, la hostilidad, las fobias, la paranoia y el psicoticismo, identificadas en las estudiantes, en comparación con los hombres, son las que presentan más afectaciones emocionales. Por lo tanto, los resultados concluyeron que la falta de los mecanismos de defensa necesarios para abordar los factores de riesgo psicosociales y ambientales, acomoda las disfunciones psicológicas. Ser mujer, también se convierte en un factor de riesgo para el desarrollo de trastornos psicológicos, especialmente en estos tiempos de pandemia de COVID-19.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barnhill, W. J. (2020). *Trastornos fóbicos específicos*. New York.

Caparrós, C. B., Villar, H. E., & Et-al. (2007). Symptom Check-List-90-R: fiabilidad, datos normativos y estructura factorial en estudiantes. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, vol. 7, núm. 3, 781-794.

Cardona, A. J., Restrepo, P. D., & et-al. (2015). Prevalencia de ansiedad en estudiantes universitarios\*. *EVISTA DIVERSITAS - PERSPECTIVAS EN PSICOLOGÍA - Vol. 11, No. 1. COLOMBIA*, 79-89.

Dávila, F. A., & Ruiz, C. R. (2010). *"Niveles de Ansiedad, Depresión y Percepción de*. Chile: Universidad de Chile.

Erazo, C. M., & Jiménez, R. M. (2012). Dimensiones psicopatológicas en estudiantes universitarios. *Revista CES Psicología Volumen 5 Número 1*, 65-76.

García, M. G., & Sánchez, M. w. (2021). Análisis predictivo y multidimensional de la salud mental en estudiantes de medicina. *Investigaciones en educación medica*.

González, J. N., Tejada, A. A., & Et.al. (2020). Psychological impact on Mexican university students due to confinement during the Covid-19 pandemic. *Cielo*.

Granados, C. J., Gómez, L. O., & et-al. (2020). Depresión, ansiedad y conducta suicida en la formación médica en una universidad en México. *Inv Ed Med. Vol. 9, n.o 35*, 65-74.

Imbali, V. D., & Romero, L. C. (2021). Trastorno obsesivo-compulsivo en tiempos de COVID-19: una revisión sistemática. *Escritos de Psicología vol.14 no.2*.

Iruarrizaga, Gómez, T., & Et-al. (s/f). REDUCCIÓN DE LA ANSIEDAD A TRAVÉS DEL ENTRENAMIENTO EN HABILIDADES SOCIALES. *Revista electrónica de motivación y emoción Vol 2 N°1*.

Londoño, A. N., Jaramillo, E. J., & et-al. (2015). Prevención de la depresión y la ansiedad en estudiantes universitarios. *Revista Psicología e Saúde, v. 7, n. 1*, 47-55.

Malca Vicente, J. D. (2018). *ANSIEDAD SOCIAL Y PENSAMIENTOS AUTOMÁTICOS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA DE LIMA METROPOLITANA*. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico villarreal.

- Martínez, M. M., & López, G. D. (2011). Trastornos de ansiedad. *Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*, 101-107.
- Morales, O. E. (2011). La ansiedad social en el ámbito universitario. *Revista Griot*, 4(1) , 35-48.
- Morote, P. V., Delfin, S. K., & Moreno, M. M. (2020). Estudios de salud mental en estudiantes de Medicina en el contexto de la COVID-19. *Rev. Colomb. Psiquiatr.* 49 (4), 223-224.
- Morote, P. V., Sandoval, D. k., & Moreno, M. M. (2020). Estudios de salud mental en estudiantes de Medicina en el contexto de la COVID-19. *Rev. Colomb. Psiquiatr.* 49 (4), 223-224.
- NIMH. (2009). *Trastornos de Ansiedad*. Estados Unidos: DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS DE LOS ESTADOS UNIDOS.
- OMS. (2001). *INVERTIR EN SALUD MENTAL*. SUIZA: OMS.
- Pacheco, L. E., Bravo, G. D., & et-al. (2020). IMPACTO EMOCIONAL Y RESPUESTA PSICOLÓGICA ANTE EL AISLAMIENTO SOCIAL PRODUCTO DEL COVID-19. *Memorias del primer encuentro virtual: Investigaciones en salud mental en condiciones de pandemia por el COVID-19*, 69 A 83.
- Pérez, A. M., Gómez, T. J., & et-al. (2020). Alteraciones psicológicas en estudiantes de medicina durante la pesquisa activa de la COVID-19. *MEDISAN 2020 Volumen 24(4) Cuba*, 537 -548.
- Pinilla, L. N., López, S. O., Moreno, A. D., & et-al. (2020). Prevalencia y factores de riesgos de ansiedad en estudiantes de medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Un estudio de corte transversal. *Cuarzo vol.26-1*, 22-27.
- Ramírez, O. J., & Castro, Q. D.-a. (2020 ). CONSECUENCIAS DE LA PANDEMIA COVID 19 EN LA SALUD MENTAL ASOCIADAS AL AISLAMIENTO SOCIAL. *Revista Colombiana de Anestesiología Vol 48 - 4*, 1-8.
- Riveros, Q. M., Hernández, V. H., & Rivera, B. J. (2007). NIVELES DE DEPRESIÓN Y ANSIEDAD EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LIMA METROPOLITAN. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA - VOL. 10, N° 1*, 91-102.
- Robles, G. R., Espinosa, F. R., & Celeste, et-al, P. G. (2008). Ansiedad Social en Estudiantes Universitarios: Prevalencia y Variables Psicosociales Relacionadas. *Psicología Iberoamericana Vol. 16 No. 2*, 54-63.
- Robles, G. R., Espinoza, F. R., & Et-al. (2008). Ansiedad Social en Estudiantes Universitarios: Prevalencia y Variables Psicosociales relacionadas. *Psicología Iberoamericana, Vol. 16 No. 2*, 54 - 63.
- Ruvalcaba, P. K., González, R. L., & Et-Al. (2021). Depresión y ansiedad en estudiantes de medicina durante el confinamiento por la pandemia de covid-19. *Investigación Educ. medica Vol.10 N° 38*.
- Sánchez, C. H., & Mejía, S. K. (2020). Investigaciones en salud mental en condiciones de pandemia por el COVID-19. *Memoria del ter encuentro virtual*.
- Sánchez, C. H., Reyes, R. C., & Et-al. (2020). COMPORTAMIENTOS PSICOSOCIALES DESAJUSTADOS, COMO INDICADORES DE SALUD MENTAL DE LA POBLACIÓN PERUANA, EN EL CONTEXTO DE LA PRESENCIA DEL COVID-19. *I Encuentro Virtual Salud Mental y COVID-19*, 13-40.
- Sánchez, M. C., Chichón, P. J., León, J. F., & et-al. (2016). Trastornos mentales en estudiantes de medicina humana en tres universidades de Lambayeque, Perú. *Rev Neuropsiquiatr* 79 (4), 193-206.

Saravia, B. M., Cazorla, S. P., & Cedillo, R. L. (2020). NIVEL DE ANSIEDAD DE ESTUDIANTES DE MEDICINA DE PRIMER AÑO DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL PERÚ EN TIEMPOS DE COVID-19. *Rev. Fac. Med. Hum.* 20(4), 568-573.

Stynze Gómez, H. O. (2021). Modelo de publicación sin fCOVID-19: acciones para atenuar las emociones negativas desde los ambientes de aprendizaje. *Torreón Universitario Vol 10 num 28. Managua, Nicaragua.*

Urquijo, S. (2014). *Prevalencia de psicopatologías en estudiantes universitarios en psicología. Argentina: XVIII Congreso Nacional de Psicodiagnóstico ? XXV Jornadas Nacionales de ADEIP.*

Vivanco, V. A., Sarol, A. D., Caycho, R. T., & et-al. (2020). Ansiedad por Covid - 19 y salud mental en estudiantes universitarios. *Revista de Investigación en Psicología Vol. 23 - N.º 2 - 2020, 197-216.*

# CAPÍTULO 4

## DESARROLLO SOSTENIBLE EN NEGOCIOS, 2023

Data de submissão: 06/04/2023

Data de aceite: 28/04/2023

### Dr. Giuseppe Francisco Falcone Treviño

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Facultad de Comercio y Administración  
Victoria Ciudad Victoria  
Tamaulipas, México

<https://orcid.org/0000-0003-0459-9834>

### M.A. Zaida Leticia Tinajero Mallozzi

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Facultad de Comercio y  
Administración Victoria  
Ciudad Victoria  
Tamaulipas, México

<https://orcid.org/0000-0003-1397-4632>

### Dr. Joel Luis Jiménez Galán

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Facultad de Comercio y  
Administración Victoria  
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México

<https://orcid.org/0000-0001-9490-0824>

**RESUMEN:** En esta investigación se estudió “El Desarrollo Sostenible en los Negocios”.

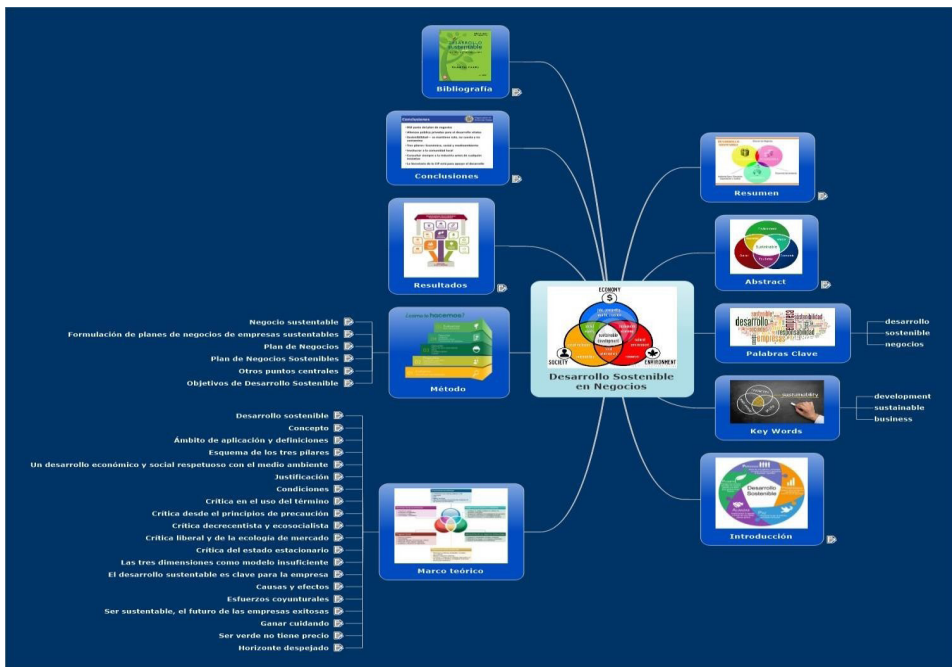
El objetivo de la investigación es ver como el desarrollo sostenible está relacionado con los negocios sustentables, ya que un negocio sustentable es una organización que participa en actividades amigables con el ambiente para asegurar que todos los procesos, productos y operaciones de manufactura que consideren los retos ambientales y que al mismo tiempo produzca un beneficio socioeconómico.

**PALABRAS CLAVE:** Desarrollo. Sostenible. Negocios.

### SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN BUSINESS, 2023

**ABSTRACT:** In this research, “Sustainable Development in Business” was studied. The objective of the research is to see how sustainable development is related to sustainable business, since a sustainable business is an organization that participates in environmentally friendly activities to ensure that all manufacturing processes, products and operations that consider the challenges environmental and socio-economic benefits.

**KEYWORDS:** Development. Sustainable. Business.



Fuente: elaboración propia con datos de Falcone (2017).

## 1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible es un fenómeno que en los últimos años ha venido tomando relevancia por el significado que tiene y se define como el desarrollo que asegura las necesidades del presente, sin comprometer las del futuro. Esto tiene como objetivo el impacto en tres áreas fundamentales: económica, social y ecológica. Las empresas son un sector importante para que el desarrollo sostenible se lleve a cabo, su objetivo es la optimización de los recursos, utilizar medios ecológicos y fuentes alternas que no comprometan el adecuado desarrollo de las futuras generaciones, al igual que la toma de decisiones responsables en el ámbito económico e impacto social. Como profesionistas también tenemos una responsabilidad indiscutible con esta práctica, sin embargo, solo algunos Licenciados en Negocios Internacionales promueven y siguen esta tendencia. El acelerado crecimiento de la industria en el mundo ha traído consecuencias graves a la ecología en el planeta, como explotación de mantos acuíferos, emanaciones de gases tóxicos, desperdicios industriales, entre otros. Aunque muchas empresas se han unido a esta práctica sigue habiendo casos en los que no existe la mínima responsabilidad social. Un ejemplo de éxito de empresas que promueven el

desarrollo sustentable es Jumex. Este grupo empresarial está comprometido con la conservación del medio ambiente y como muestra de ello ha creado el programa Esquemas Voluntarios de Regulación Ambiental, manteniendo una relación de confianza y credibilidad con la autoridad ambiental, como lo describe Alejandro Romay (2008) gerente de Ecología de grupo Jumex: “Nuestros productos: jugos, néctares y bebidas se deben en gran parte a las materias primas que nos ofrecen el clima, el agua y la tierra que se cultivan en nuestro país, por lo que preservar el equilibrio ambiental es parte de nuestro negocio”. Algunos de los programas que esta compañía ha creado para impulsar el desarrollo sostenible son: el Programa ECOCE que consiste en la creación del Primer Plan Nacional Voluntario de Manejo de los residuos de envases PET; Programa GEI, apoyado por la SEMARNAT y CESPEDE, un programa voluntario para que las empresas, con compromiso y transparencia, tengan una contabilidad y reporte de sus emisiones de gases de efecto invernadero. Por último, el proyecto de Cogeneración de Aprovechamiento de Biogás, con el cual dejaron de emitir 25,336 toneladas de CO<sub>2</sub> (Pemex y CFE, las empresas más contaminantes, 2007). Sin embargo, algunas empresas en México han demostrado no tener interés en reducir el impacto que provocan al medio ambiente como lo son Pemex y CFE. Existen muchas evidencias que señalan el mal uso de los recursos naturales por parte de estas paraestatales como: sobreexplotación de minas, desperdicio de agua, emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, etc. El personal de Pemex y CFE han respondido a las múltiples demandas de organizaciones no gubernamentales que siguen de cerca estas irregularidades, que sus prioridades son otras; como mantener los niveles de producción de petróleo y crudo además de conservar el suministro de energía eléctrica que demanda el país. Por esta razón no tienen ningún proyecto registrado para el impulso del desarrollo sostenible en sus procesos productivos. Pero a pesar del ejemplo de petróleos mexicanos y de CFE, José Antonio Urteaga Daffur, vicepresidente de Operaciones de MGM International, comentó (Pemex y CFE, las empresas más contaminantes, 2007): El potencial técnico y factible para reducir las emisiones contaminantes utilizando los bonos de carbono en la industria petrolera es de 14.7 millones de toneladas de bióxido de carbono y 27.7 millones en CFE, es decir, la industria eléctrica es menos eficiente, y en consecuencia menos contaminante. A causa de estas negligencias empresariales, se han creado organizaciones no gubernamentales que promueven el desarrollo sostenible alrededor del mundo. Un ejemplo es la Corporación Financiera Internacional creada por el Banco Mundial, que tiene como objetivo promover la inversión sostenible del sector privado en países en desarrollo y con ello reducir la pobreza, así como mejorar la calidad de vida de



la gente. Esta ONG fundada en 1956 actualmente es la fuente multilateral más grande de préstamos para proyectos del sector privado en el mundo en desarrollo. Al mismo tiempo promueve el desarrollo sostenible mediante el financiamiento de proyectos del sector privado apoyando empresas de los mercados emergentes para movilizar recursos en los mercados financieros internacionales, prestando asesoría además de asistencia técnica a empresas, así como a gobiernos. Éste es un gran impulso para los empresarios o emprendedores que tienen una visión sana y clara para la creación de empresas socialmente responsables (Reseña sobre la Corporación Financiera Internacional (CFI), 2004). Hablando de empresas que tienen un gran impacto en el entorno, encontramos que muchas de ellas no tienen consciencia de la marca positiva del desarrollo sostenible y por esta causa no participan activamente creando estrategias que conduzcan al mismo. Una muestra clara es Chevron, empresa petrolera estadounidense, que entre los años 1972 y 1993 vertió 18 mil millones de agua tóxica en los bosques tropicales del Ecuador sin ningún tipo de reparación, destruyendo los medios de subsistencia de agricultores locales y enfermando a las poblaciones indígenas de aquel país. Podemos mencionar también a Coca-Cola y el uso irresponsable del agua que hace en sus procesos de producción, así como de los desechos tóxicos que vierte a ríos y lagos y de Nestlé que tiene registros de deforestación masiva en áreas donde el orangután se protege de la extinción. A pesar de los ejemplos mencionados, es importante resaltar que el número de empresas que integran prácticas que involucran el desarrollo sustentable va en aumento, los gobiernos empiezan a tomar medidas severas para castigar a las organizaciones que realicen operaciones sin tomar en cuenta el entorno y a su vez alentándolas a formar parte del desarrollo sostenible, pero sobre todo la sociedad está siendo cada vez más consciente acerca de la participación activa en este tipo de procesos. La lucha por preservar el planeta para futuras generaciones sigue en pie, aún hay mucho trabajo por hacer y todos tienen que participar: gobiernos, instituciones privadas, organismos no gubernamentales y la sociedad en general tienen la responsabilidad de cuidar el medio ambiente no solo por el presente, sino para las futuras generaciones. Como empresarios y profesionistas debemos apoyar esta práctica debido a que no solo ayuda a mejorar nuestro entorno sino también a los intereses propios de las empresas, como la reputación y la imagen pública de las mismas. Siendo profesionales de la carrera de negocios sabemos que los recursos son limitados, por lo tanto nuestra tarea es hacer que estos sean utilizados de manera eficaz y eficientemente cumpliendo con el perfil responsable de un profesionista comprometido con el desarrollo sustentable.

## 2 MARCO TEÓRICO



Fuente: elaboración propia con datos de Falcone (2017).

### 2.1 DESARROLLO SOSTENIBLE

Las expresiones desarrollo sostenible<sup>1</sup>, desarrollo perdurable<sup>2</sup>, y desarrollo sustentable<sup>3</sup> se aplican al desarrollo socioeconómico. Su definición se formalizó por primera vez en el documento conocido como el Informe Brundtland de 1987, denominado así por la primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland, fruto de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada durante la Asamblea de las Naciones Unidas en 1983. Dicha definición se asumió en el Principio 3º de la Declaración de Río (1992) aprobada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Es a partir de este informe cuando se acató el término inglés *sustainable development*, y de ahí nació la confusión entre los términos «desarrollo sostenible» y «desarrollo sustentable». La diferencia es sustantiva ya que «desarrollo sostenible»

<sup>1</sup> UNESCO: *Desarrollo Sostenible*. Consultado el 16 de mayo de 2011.

<sup>2</sup> Urquidí, Víctor L. y Nadal Egea, Alejandro *Desarrollo sustentable y cambio mundial* El Colegio de México. Consultado el 16 de mayo del 2011.

<sup>3</sup> Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Consultado el 16 de mayo de 2011.

implica un proceso en el tiempo y espacio y va de la mano de la eficiencia, lo cual le permite además ser eficaz. Mientras que el «desarrollo sustentable» implica una finalidad (aquí/ahora) y va de la mano de la eficacia más no necesariamente de la eficiencia. Por tanto, un verdadero desarrollo sostenible implica por añadidura sustentabilidad, más la sustentabilidad no implica necesariamente sostenibilidad<sup>4</sup>. En resumen, el desarrollo sostenible o sustentable es un concepto desarrollado hacia el fin del siglo XX como alternativa al concepto de desarrollo habitual, haciendo énfasis en la reconciliación entre el bienestar económico, los recursos naturales y la sociedad, evitando comprometer la posibilidad de vida en el planeta, ni la calidad de vida de la especie humana. El Informe sobre la Situación del Voluntariado en el Mundo resalta que, en la mayoría de las sociedades del mundo, los voluntarios contribuyen de forma significativa al desarrollo económico y social<sup>5</sup>.

## 2.2 CONCEPTO

A partir de la década de 1970, los científicos empezaron a darse cuenta de que muchas de sus acciones producían un mínimo impacto sobre la naturaleza, por lo que algunos especialistas señalaron la evidente pérdida de la biodiversidad y elaboraron teorías para explicar la vulnerabilidad de los sistemas naturales (Boullón, 2006:20).

El desarrollo sostenible se basa en tres factores: sociedad, economía y medio ambiente. En el informe de Brundtland, se define como sigue:

Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades<sup>6</sup>. *Meet the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs*<sup>7</sup>.

Comisión Brundtland: Nuestro Futuro Común (Comisión del Desarrollo y Medio Ambiente citado en Ramírez et al (2004): 55).

El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ecológico, económico, y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. El triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas, pero que tiene cuatro dimensiones básicas:

<sup>4</sup> Wandemberg, J.C. (15 de agosto de 2015). *Sostenible por diseño: desarrollo económico, social y ambiental*. CreateSpace. ISBN 978- 1517062354.

<sup>5</sup> «Informe sobre el estado del voluntariado en el mundo 2011». *Programa de voluntarios de las Naciones Unidas*. 5 de diciembre de 2011. Consultado el 15 de febrero de 2017.

<sup>6</sup> Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): *Nuestro Futuro Común* ONU (11/12/1987)

<sup>7</sup> *Report of the World Commission on Environment and Development* (en inglés) ONU (11/12/1987).

- Conservación del medio ambiente para no poner en peligro las especies de flora y fauna.
- Desarrollo apropiado que no afecte sustantivamente los ecosistemas.
- Paz, igualdad, y respeto hacia los derechos humanos.
- Democracia.

Se deben satisfacer las necesidades sociales y de la población, en lo que concierne a alimentación, vestimenta, vivienda, y trabajo, pues si la pobreza es habitual, el mundo estará encaminado a catástrofes de varias clases, incluidas las ecológicas y las humanitarias. Asimismo, el desarrollo y el bienestar social están limitados por el nivel tecnológico, los recursos del medio ambiente, y la capacidad del medio ambiente para absorber los efectos de la actividad humana. Ante esta situación, se plantea la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social, de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana, para de tal forma evitar un déficit de recursos.

### 2.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN Y DEFINICIONES

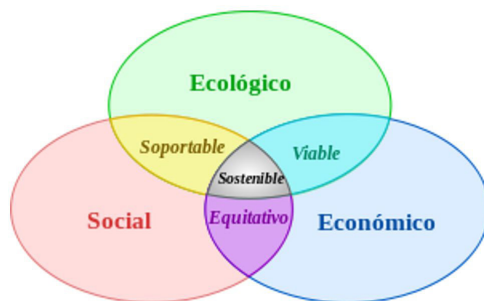
El concepto de desarrollo sostenible refleja una creciente conciencia acerca de la contradicción que puede darse entre desarrollo, en primer lugar se entiende como crecimiento económico y mejora del nivel material de nuestra vida, y las condiciones ecológicas y sociales para que ese desarrollo pueda perdurar en el tiempo. Esta conciencia de los costos humanos, naturales y medioambientales del desarrollo y el progreso ha venido a modificar la actitud de despreocupación o justificación que al respecto imperó durante mucho tiempo. La idea de un crecimiento económico sin límites y en pos del cual todo podía sacrificarse vino a ser reemplazada por una conciencia de esos límites y de la importancia de crear condiciones de largo plazo que hagan posible un bienestar para las actuales generaciones que no se haga al precio de una amenaza o deterioro de las condiciones de vida futuras de la humanidad<sup>8</sup>.

El desarrollo sostenible se aceptó exclusivamente en las cuestiones ambientales. En términos más generales, las políticas de desarrollo sostenible afectan a tres áreas: económica, ambiental y social. En apoyo a esto, varios textos de las Naciones Unidas, incluyendo el Documento Final de la cumbre mundial en el 2005<sup>9</sup>, se refieren a los tres componentes del desarrollo sostenible, que son el desarrollo económico, el desarrollo

<sup>8</sup> Para la evolución conceptual de las ideas de desarrollo y progreso pueden consultarse R. Nisbet (1986), "La idea de progreso", *Revista Libertas*: 5, ESEADE ([http://www.eseade.edu.ar/servicios/Libertas/45\\_2\\_Nisbet.pdf](http://www.eseade.edu.ar/servicios/Libertas/45_2_Nisbet.pdf)) y M. Rojas Mullor (2011), *La idea de progreso y el concepto de desarrollo*, EPIC/Universidad Rey Juan Carlos ([http://www.campusepic.org/file.php/1/Idea\\_de\\_progreso.pdf](http://www.campusepic.org/file.php/1/Idea_de_progreso.pdf)).

<sup>9</sup> Documento Final de la Cumbre Mundial 2005. Resolución aprobada por la Asamblea General de Naciones Unidas. Aprobado el 24/10/2005.

social y la protección del medio ambiente, como “pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente”.



## 2.4 ESQUEMA DE LOS TRES PILARES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

La puesta en práctica del desarrollo sostenible tiene como fundamento ciertos valores y principios éticos. La Carta de la Tierra<sup>10</sup> presenta una articulación comprensiva e integral de los valores y principios relacionados con la sostenibilidad. Este documento, consiste en una declaración de la ética global para un mundo sostenible, desarrollado a partir de un proceso participativo global, por un período de 10 años, iniciado en la Cumbre de Río 92, y el cual culminó en el año 2000. La legitimidad de la Carta de la Tierra proviene precisamente del proceso participativo en la que fue creada, ya que miles de personas y organizaciones de todo el mundo participaron para encontrar esos valores y principios compartidos que pueden ayudar a las sociedades a ser más sostenibles. Actualmente existe una creciente red de individuos y organizaciones que utilizan este documento como instrumento educativo y de incidencia política<sup>11</sup>.

La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural (Unesco, 2001) profundiza aún más en el concepto al afirmar que “... la diversidad cultural es tan necesaria para el género humano como la diversidad biológica para los organismos vivos”; Se convierte en “una de las raíces del desarrollo entendido no solo en términos de crecimiento económico, sino también como un medio para lograr un balance más satisfactorio intelectual, afectivo, moral y espiritual”. En esta visión, la diversidad cultural es el cuarto ámbito de la política de desarrollo sostenible<sup>12</sup>. En la misma línea conceptual se orienta la organización mundial de ciudades (Ciudades y Gobiernos Locales Unidos, CGLU) con la Agenda 21 de la cultura.

El “desarrollo verde” generalmente es diferenciado del desarrollo sostenible en que el desarrollo verde puede ser visto en el sentido de dar prioridad a lo que algunos pueden

<sup>10</sup> Carta de la Tierra <http://earthcharter.org/contenido/>

<sup>11</sup> Iniciativa de la Carta de la Tierra. Valores y Principios para un Desarrollo Sostenible

<sup>12</sup> Declaración Universal de la UNESCO sobre la Diversidad Cultural. Adoptada por la Conferencia General de la Unesco en su 31ª reunión el 2 de noviembre de 2001.

considerar “sostenibilidad ambiental” sobre la “sostenibilidad económica y cultural”. Sin embargo, el enfoque del “desarrollo verde” puede pretender objetivos a largo plazo inalcanzables. Por ejemplo, una planta de tratamiento de última tecnología con gastos de mantenimiento sumamente altos no puede ser sostenible en las regiones del mundo con menos recursos financieros. Una planta de última tecnología “respetuosa con el medio ambiente” con altos gastos de operación es menos sostenible que una planta rudimentaria, incluso si es más eficaz desde un punto de vista ambiental. Algunas investigaciones parten de esta definición para argumentar que el medio ambiente es una combinación de naturaleza y cultura. El sitio “Desarrollo sostenible en un mundo diverso” trabaja en esta dirección integrando capacidades multidisciplinares e interpretando la diversidad cultural como un elemento clave de una nueva estrategia para el desarrollo sostenible<sup>13</sup>.

## 2.5 UN DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL RESPETUOSO CON EL MEDIO AMBIENTE

El objetivo del desarrollo sostenible es definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económico, social, y ambiental de las actividades humanas; se trata de progresar en estos ámbitos sin tener que destruir el medio ambiente. Los «tres pilares» que deben ser tenidos en cuenta tanto por las empresas, como por las comunidades y las personas:

- Sostenibilidad económica: se da cuando la actividad que se mueve hacia la sostenibilidad ambiental y social y es financieramente posible y rentable.
- Sostenibilidad social: basada en el mantenimiento de la cohesión social y de su habilidad para trabajar en la persecución de objetivos comunes. Implica la mitigación de impactos sociales negativos causados por la actividad que se desarrolla, así como la potencialización de los impactos positivos. Se relaciona también con el hecho de que las comunidades locales reciban beneficios por el desarrollo de la actividad desarrollada en aras de mejorar sus condiciones de vida. Lo anterior se deben aplicar para todos los grupos humanos involucrados en la actividad. Por ejemplo, en el caso de una empresa, debe cubrir a los trabajadores (condiciones de trabajo, nivel salarial, etc.), los proveedores, los clientes, las comunidades locales y la sociedad en general.
- Sostenibilidad ambiental: compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, evitando la degradación de las funciones fuente y sumidero. Incluye un análisis de los impactos derivados de la actividad considerada en términos de flujos, consumo de

<sup>13</sup> [Sustainable Development in a Diverse World](#) (en inglés) patrocinado por la Unión Europea.

recursos difícil o lentamente renovables, así como en términos de generación de residuos y emisiones. Este último pilar es necesario para que los otros dos sean estables<sup>14</sup>.

## 2.6 JUSTIFICACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

La justificación del desarrollo sostenible proviene del hecho de que el hombre habita en un planeta finito pero tiene patrones de consumo desmedidos. En la Tierra se tienen recursos naturales limitados (nutrientes en el suelo, agua potable, minerales, etc.), susceptibles de agotarse. Otro factor es el hecho de la creciente actividad económica sin más criterio que el económico mismo, tanto a escala local como planetaria. El impacto negativo en el planeta puede producir graves problemas medioambientales que resulten incluso irreversibles.

## 2.7 CONDICIONES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Los límites de los recursos naturales sugieren tres reglas básicas en relación con los ritmos para dicho desarrollo:

1. Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
2. Ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente.
3. Ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible.

Según algunos autores, estas tres reglas están forzosamente supeditadas a la inexistencia de un crecimiento demográfico<sup>15</sup>. Se llama desarrollo sostenible aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Intuitivamente una actividad sostenible es aquella que se puede mantener. Por ejemplo, cortar árboles de un bosque asegurando la repoblación es una actividad sostenible. Por contra, consumir petróleo no es sostenible con los conocimientos actuales, ya que no se conoce ningún sistema para crear petróleo a partir de la biomasa. Hoy sabemos que una buena parte de las actividades humanas no son sostenibles a medio y largo plazo tal y como hoy en día están

<sup>14</sup> Oñate, J. J., Pereira, D., Suárez, F., Rodríguez, J. J., & Cachón, J. (2002). Evaluación Ambiental Estratégica: la evaluación ambiental de Políticas, Planes y Programas. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

<sup>15</sup> Bartlett, Albert Allen (1999) «Reflexiones sobre sostenibilidad, crecimiento de la población y medio ambiente.» en *Focus*, Vol. 9, nº 1, 1999. Págs. 49-68. Traducido por Gabriel Tobar el 26/3/2007. Con acceso el 11/12/2007.

planteadas. A lo largo de la historia, el ser humano ha utilizado sus conocimientos del medio natural y las herramientas disponibles para extraer y transformar los elementos de la naturaleza que nos sirven para satisfacer sus necesidades.

## 2.8 CRÍTICA EN EL USO DEL TÉRMINO

El término desarrollo sostenible se encuentra en numerosos discursos políticos, pero su aplicación es muy diversa y en ocasiones perversa.

## 2.9 CRÍTICA DESDE EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

Algunas ideologías ecologistas más radicales hacen énfasis en las opciones de crecimiento cero y aplicación estricta del principio de precaución, que consiste en dejar de realizar determinadas actividades productivas mientras no se demuestre que no son dañinas.

## 2.10 CRÍTICA DECRECENTISTA Y ECOSOCIALISTA

Otros ecologistas defienden el decrecimiento económico<sup>16</sup>. Estos últimos creen que el respeto al medio ambiente no es posible sin reducir la producción económica, ya que actualmente estamos por encima de la capacidad de regeneración natural del planeta, tal y como demuestran las diferentes estimaciones de huella ecológica. Cuestiona además la capacidad del modelo de vida moderno para producir bienestar. El reto estaría en vivir mejor con menos<sup>17</sup>. En el mismo orden de ideas, el ideólogo del decrecimiento Serge Latouche critica el término de desarrollo sostenible, considerándolo simultáneamente oxímoron y pleonasma, es decir, o es desarrollo o es sostenible pero no los dos<sup>18</sup>. El ecosocialismo argumenta que el capitalismo, al estar basado en el crecimiento y la acumulación constante de bienes incrementando el ritmo de crecimiento, es ecológicamente insostenible<sup>19</sup>.

## 2.11 CRÍTICA LIBERAL Y DE LA ECOLOGÍA DE MERCADO

Las ideologías liberales hacen énfasis en la posibilidad de compatibilizar el crecimiento económico con la preservación ambiental mediante el aumento de la

<sup>16</sup> Bartlett, Albert Allen (1999) «Reflexiones sobre sostenibilidad, crecimiento de la población y medio ambiente.» en *Focus*, Vol. 9, n° 1, 1999. Págs. 49-68. Traducido por Gabriel Tobar el 26/3/2007. Con acceso el 11/12/2007.

<sup>17</sup> Gisbert Aguilar, Pepa (2007) «Decrecimiento: camino hacia la sostenibilidad.» en *El ecologista*, n° 55, invierno 2007/2008. Consultado el 12/12/2007.

<sup>18</sup> Latouche, Serge (2008). *La apuesta por el decrecimiento: ¿cómo salir del imaginario dominante?*. Icaria Editorial. ISBN 8474269849. Consultado el 20 de mayo de 2010.

<sup>19</sup> Wall, Derek. (2005) *Babylon and Beyond: The Economics of Anti-Capitalist, Anti-Globalist and Radical Green Movements*. Pluto Press. ISBN 978-0-7453-2390-9.



productividad (producir más, consumiendo menos recursos y generando menos residuos) y con la equidad social para la mejora general de las condiciones de vida (lo que no siempre es inmediato). Para Terry Anderson, ideólogo de la ecología de mercado, la propuesta del desarrollo sostenible es un pretexto más para la intervención estatal. Argumenta que racias a políticas intervencionistas del Estado y la arrogancia gubernamental no se han dado los cambios adecuados en cuestiones ambientales<sup>20</sup>.

## 2.12 CRÍTICA DEL ESTADO ESTACIONARIO

No obstante, el desarrollo económico no es necesariamente (según autores como Herman Daly) sinónimo de crecimiento económico ni de desarrollo humano. Aun así, cualquier medida relativa a las actividades productivas no solo tiene efectos negativos o positivos (por ej.: Producción limpia) sobre el medio ambiente y la economía de las empresas, sino que también influye en el empleo y el tejido social<sup>21</sup>.

## 2.13 LAS TRES DIMENSIONES COMO MODELO INSUFICIENTE

Otra de las críticas nace en el mundo de la cultura. Hoy las tres dimensiones no son suficientes para reflejar la complejidad intrínseca de la sociedad contemporánea. La cultura, al fin y al cabo, moldea lo que entendemos por desarrollo y determina la forma de actuar de las personas en el mundo. Además, ni el mundo en su conjunto ni cada localidad se hallan exclusivamente ante desafíos de naturaleza económica, social o medioambiental. Los retos culturales son de primera magnitud: la creatividad, el conocimiento crítico, la diversidad y la belleza son presupuestos imprescindibles de la sostenibilidad, pues están intrínsecamente relacionados con el desarrollo humano y la libertad. De ahí que la organización mundial de ciudades (CGLU) aprobara una Declaración en 2010 sobre la cultura como cuarto pilar del desarrollo sostenible<sup>22</sup>.

## 2.14 EL DESARROLLO SUSTENTABLE ES CLAVE PARA LA EMPRESA

Hoy por hoy las empresas son parte de una sociedad y la Ciudadanía Corporativa se ha convertido en una pieza fundamental para hacer negocios y ganar-ganar. Para qué compañía no es imperante garantizar su crecimiento y como resultado obtener beneficios que satisfagan a empleados, clientes, inversionistas, pero sobre todo garanticen la

<sup>20</sup> Anderson, Terry L. y Donald R. Leal (1993) *Ecología de Mercado* Volumen 3 de Nueva Biblioteca de la Libertad. Unión Editorial, 1993 ISBN 978-84-7209-266-2

<sup>21</sup> Silva-Colmenares, julio (2007), *Crecimiento económico y desarrollo humano. Una distinción necesaria en la búsqueda de un nuevo modo de desarrollo*, Universidad Autónoma de Colombia. Con acceso el 11/12/2007.

<sup>22</sup> [Declaración en 2010 sobre la cultura como cuarto pilar del desarrollo sostenible](#)

protección del medio ambiente. En este terreno el desarrollo sustentable<sup>23</sup> juega un papel primordial. La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo<sup>24</sup> (CMMAD), mediante el denominado “Informe Brundtland”, establece que el desarrollo sustentable se refiere al que “satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Al hablar de sustentabilidad no podemos desprendernos del gran tema en boga que se refiere al cambio climático, en materia de negocios las preocupaciones torales para cumplir con la ética empresarial deben enfocarse en lo social y ambiental, mucho más allá de procesos internos, claro está no menos importante.

## 2.15 CAUSAS Y EFECTOS

Pensar que los efectos del cambio climático no provienen del diario desarrollo comercial e industrial, sería desligarse de un compromiso social que aunque aparentemente no repercute en el corto plazo, es un hecho que se pone en juego la imagen pública y el posicionamiento de la marca. Entre los casos más recientes destacan el de British Petroleum (BP) que han vivido “en carne propia” las consecuencias por el derrame de petróleo en el Golfo de México, y sus previsibles daños para el medio ambiente y la población. Le representó una pérdida de 20 mil millones de dólares para la remediación del daño, y su salida del índice global de empresas sustentables Dow Jones Sustainability Index<sup>25</sup> (DJSI). Sin descartar la imagen negativa que se generó frente a los inversores y la opinión pública. El DJSI evalúa la participación de una empresa en términos económicos, ambientales y sociales, y compara su gestión para que sean congruentes con sus principios y políticas declaradas, requisito que BP no cubrió. Todo ello nos demuestra que el tema del medio ambiente repercute en la forma de hacer negocios sin importar la actividad o giro comercial. La más reciente encuesta de “Desarrollo Sustentable en México”<sup>26</sup> que elabora KPMG<sup>27</sup> en México, revela que el desarrollo sustentable no obedece solamente a temas de filantropía sino que debe contemplar en forma integral el desempeño de la organización con base en perspectivas económicas, sociales y ambientales. Para que una estrategia integral de desarrollo sustentable no represente un esfuerzo aislado, debe estar ligada a la estrategia de la organización, en este sentido, la encuesta de KPMG arrojó que sólo

<sup>23</sup> [http://www.altonivel.com.mx/8662-los-nuevos-retos-de-la-rse/?searched=responsabilidad+social&advsearch=allwords&highlight=ajaxSearch\\_highlight+ajaxSearch\\_highlight1+ajaxSearch\\_highlight2](http://www.altonivel.com.mx/8662-los-nuevos-retos-de-la-rse/?searched=responsabilidad+social&advsearch=allwords&highlight=ajaxSearch_highlight+ajaxSearch_highlight1+ajaxSearch_highlight2)

<sup>24</sup> [http://www.cinu.org.mx/temas/des\\_sost.html](http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost.html)

<sup>25</sup> <http://www.sustainability-indices.com/>

<sup>26</sup> <https://www.delineandoestrategias.com.mx/Secciones/Inicio/Inicio.aspx>

<sup>27</sup> [www.delineandoestrategias.com/spip.php?article94](http://www.delineandoestrategias.com/spip.php?article94)

58% de las compañías encuestadas coincide en la necesidad de contar con una estrategia de esta naturaleza.

## 2.16 ESFUERZOS COYUNTURALES

Las acciones en materia de un desarrollo sustentable han sido de interés global, tal es así que gobiernos y empresas fueron testigos de los acuerdos alcanzados en la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP16), y de la Sexta Conferencia de las Partes del Protocolo de Kyoto (CMP6), celebrada a finales de 2010 en nuestro país. El objetivo común es hacer frente a la amenaza global que representa el calentamiento y el cambio climático. Es así como de manera particular cada organización podrá aportar su granito de arena buscando la sustentabilidad en los negocios. Podríamos citar a las más de 500 empresas que ostentan el Distintivo de Empresa Socialmente Responsable, por cumplir sus compromisos en el terreno de calidad de vida en la empresa, ética empresarial, vinculación de la empresa con la comunidad y preservación del medio ambiente. El distintivo otorgado por el Centro Mexicano para la Filantropía<sup>28</sup> (Cemefi), reconoce a Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) así como a grandes organizaciones de diversos sectores e industrias. Queda claro que el tema de Responsabilidad Social y Ciudadanía Corporativa son un elemento que las empresas, incluidas las Pymes, no pueden dejar de lado ante la inercia mundial de generar negocios comprometidos con la sociedad y el medio ambiente. En este sitio diariamente encontrarás información relevante para comprender este amplio tema y cómo ha ido evolucionando en México, de la filantropía a una seria estrategia empresarial que consiste en ganar-ganar.

## 2.17 SER SUSTENTABLE, EL FUTURO DE LAS EMPRESAS EXITOSAS

El capitalismo salvaje ya no está de moda. Hoy la suerte está echada y las empresas que no adopten una estrategia amigable con el ambiente, están destinadas al fracaso. En 1997, Bob Willard trabajaba para IBM<sup>29</sup>. Después de seis meses de analizarlo, decidió mandarle una carta a Lou V. Gerstner, entonces CEO de la empresa, pidiéndole que considerara la sustentabilidad como parte de la estrategia de negocios. Su propuesta fue considerada como una petición filantrópica sin mayor importancia ni repercusión. Años antes de la “impertinencia” de Bob Willard, en 1992, un grupo de empresarios liderados por el suizo Stephan Schmidheiny se plantearon el siguiente reto: ¿Cómo responder a las tendencias del mercado, cumplir con la normatividad ambiental y

<sup>28</sup> <https://www.cemefi.org/>

<sup>29</sup> <https://www.forbes.com.mx/las-20-empresas-tecnologicas-mas-importantes-del-mundo/>

generar mayores utilidades? Sus propuestas fueron presentadas en la Cumbre de Rio de ese año, en la cual Schmidheiny fungió como líder del sector privado en la que a la fecha ha sido la reunión más significativa a nivel internacional en materia de medio ambiente. Este desafío planteaba que las empresas debían ser más eficientes económicamente y, al mismo tiempo, ambientalmente responsables. Fue de esta forma que se desarrolló el concepto de “ecoeficiencia”, como respuesta del sector empresarial al reto del desarrollo sustentable, y como una filosofía de administración que enlaza la protección ambiental con los negocios, creando valor. Con el tiempo esta idea ha evolucionado a lo que se podría llamar sustentabilidad empresarial<sup>30</sup>.

## 2.18 GANAR CUIDANDO

En 1987, la comisión Brundtland alertó al mundo sobre la necesidad de transitar hacia una forma de progreso y desarrollo económico que pudiera ser sustentable. Aunque el concepto de desarrollo sustentable o sustentabilidad es fácil de definir, es más difícil de explicar y más complicado de aplicar ya que involucra a todos los sectores de la organización, por lo que las decisiones deben tomarse a los más altos niveles debido a la repercusión que éstas pueden tener en todos sus procesos. De lo que se trata es de realizar acciones, cambiar políticas e involucrar a todos los participantes de la empresa.

En ese entorno, el Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable<sup>31</sup> fue más allá en la definición y sentenció que el desarrollo sustentable para una empresa significa “adoptar estrategias de negocio que cumplan con las necesidades de la organización y sus accionistas, al tiempo que protegen, mantienen y mejoran los recursos naturales y humanos que se necesitarán en el futuro”. Por su parte, la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo (UNTAC) propuso una definición de negocio sustentable como “aquel que deja el ambiente, al final de cada periodo contable, igual o mejor que al principio del mismo”. Este concepto de desarrollo ha cobrado tal importancia, que actualmente se puede afirmar que las empresas líderes en la observancia de parámetros ambientales son también líderes en su ramo.

## 2.19 SER VERDE NO TIENE PRECIO

Estas empresas han entendido que la sustentabilidad empresarial se traduce en un reto a la innovación, a la creatividad y a la experimentación de nuevas formas de producir y hacer negocios; en el cumplimiento de los retos mencionados, las empresas han encontrado que:

<sup>30</sup> <https://www.forbes.com.mx/mexico-busca-abrir-a-sector-privado-yacimientos-de-petroleo/>

<sup>31</sup> <https://www.forbes.com.mx/tecnologia-limpia-la-nueva-clave-para-la-vida-cotidiana/>

1. Existe una tendencia del mercado a preferir marcas comprometidas con el medio ambiente.
2. Se producen ahorros significativos al reciclar o reducir la materia prima; consideran que el desecho es a su vez materia prima, y por lo tanto tiene un valor.
3. La importancia de la actitud y nivel de conciencia de todos sus empleados repercute en grandes ahorros económicos.
4. El costo-beneficio de implementar soluciones ecoeficientes es indispensable para ser competitivos.
5. El crecimiento en la imagen de la empresa como una marca ética y ambientalmente consciente lleva de la mano un crecimiento en las ventas.

Actualmente existen varios ejemplos de empresas y corporativos<sup>32</sup> que han logrado un mejor desempeño económico y financiero al observar estrategias ecoeficientes. Por ejemplo, la compañía 3M, a través de su programa Pollution Prevention Pays (3P), anunció que redujo la contaminación y el uso de la energía en un 50%, de 1975 a 1990, lo que le reportó ahorros de 750 millones de dólares (mdd) en los primeros años. Por su parte, Xerox inició, junto con sus proveedores, una campaña de contenedores y embalajes reusables, lo que no solamente le evitó producir 10,000 toneladas de desperdicios, sino que le generó ahorros por 15 mdd anualmente. Otro ejemplo es la creación del Índice de Sustentabilidad del Dow Jones (DJSI), que agrupa a más de 350 empresas globales líderes en su campo que aplican tecnologías que favorecen la protección del medio ambiente. En México se ha creado el Índice de Sustentabilidad Empresarial (IPC Sustentable) que puede consultarse por Internet<sup>33</sup>.

Así, comparando el IPC Sustentable (IPCS) con el IPC, en el lapso de noviembre de 2008 a enero de 2013, la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) señala que el comportamiento del IPCS fue de 89.42%, mientras que el del IPC fue de 20.50%; comparando el IPCS con índices internacionales, la BMV señala que en igual periodo el comportamiento (rendimiento en dólares) del IPCS fue de 200.76%, mientras que el del Dow Jones fue de 56.9% y el del Nikkei 225 fue de 36.93%. Aquellos líderes que han entendido que la sustentabilidad es un reto para ser más eficientes, y no una molestia, han logrado: reducir costos de producción; diferenciarse de la competencia; mejorar su imagen y reputación; ahorrar materias primas e insumos (incluyendo agua, energía, etc.); capitalizar nuevas oportunidades; cumplir con la legislación; satisfacer las expectativas de los clientes y posicionarse como líderes en su ramo. Así, comparando

<sup>32</sup> <https://www.forbes.com.mx/los-secretos-de-las-marcas-verdes/>

<sup>33</sup> <http://www.ipcsustentable.com/>

el IPC Sustentable (IPCS) con el IPC, en el lapso de noviembre de 2008 a enero de 2013, la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) señala que el comportamiento del IPCS fue de 89.42%, mientras que el del IPC fue de 20.50%; comparando el IPCS con índices internacionales, la BMV señala que en igual periodo el comportamiento (rendimiento en dólares) del IPCS fue de 200.76%, mientras que el del Dow Jones fue de 56.9% y el del Nikkei 225 fue de 36.93%. Aquellos líderes que han entendido que la sustentabilidad es un reto para ser más eficientes, y no una molestia, han logrado: reducir costos de producción; diferenciarse de la competencia; mejorar su imagen y reputación; ahorrar materias primas e insumos (incluyendo agua, energía, etc.); capitalizar nuevas oportunidades; cumplir con la legislación; satisfacer las expectativas de los clientes y posicionarse como líderes en su ramo.



## 2.20 HORIZONTE DESPEJADO

Entre algunas de las motivaciones para iniciar un camino a la sustentabilidad empresarial, se puede mencionar que la productividad se incrementa. Atrae a los consumidores verdes o conscientes ambientalmente. Las regulaciones ambientales son cada vez más estrictas en todo el mundo, sobre todo en los países desarrollados y con una creciente presión hacia su cumplimiento por un sector cada vez más amplio (e informado) de la sociedad. Según la World Federation of Exchanges (wfe), hay 1,000 instituciones financieras que se rigen bajo la iniciativa de Principios para la Inversión Responsable de las Naciones Unidas. Los inversionistas están cada vez más

atentos a las compañías que presentan un reporte de sustentabilidad.<sup>34</sup> Según datos del Governance and Accountability Institute (G&I), las empresas que administran sus asuntos de sustentabilidad con transparencia, tienden a obtener mejores resultados en el largo plazo. Las universidades de Yale y George Mason en Estados Unidos publicaron el reporte “Americans’ Actions to Limit Global Warming”, en el cual señalan que 50% de los consumidores estadounidenses considera el impacto ambiental de los productos antes de realizar una compra. El epílogo de esta historia es el episodio de 1997, con Bob Willard, el “impertinente” empleado de IBM que estimó que la estrategia sustentable que le propuso al CEO, podría generar un aumento en las utilidades de su empresa. Después de la observación, Willard confesó que, si hubiera contado con los buenos resultados que ahora genera una estrategia verde, seguramente hubiera captado la atención de su jefe.

### 3 MÉTODO



Fuente: elaboración propia con datos de Falcone (2017).

<sup>34</sup> <https://www.forbes.com.mx/los-secretos-de-las-marcas-verdes/>

### 3.1 NEGOCIO SUSTENTABLE

Los negocios sustentables o negocios sostenibles son un tipo de empresa que no tiene impacto negativo en el ambiente global, la sociedad o la economía. Se trata de un negocio que lucha por lograr un triple resultado positivo. Con frecuencia, los negocios sustentables tienen políticas progresistas en cuanto a los derechos humanos y el ambiente. Un negocio sustentable es una organización que participa en actividades amigables con el ambiente para asegurar que todos los procesos, productos y operaciones de manufactura que consideren los retos ambientales y que al mismo tiempo produzca un beneficio económico.

### 3.2 FORMULACIÓN DE PLANES DE NEGOCIOS DE EMPRESAS SUSTENTABLES

Los negocios sustentables o negocios sostenibles son un tipo de empresa que no tiene impacto negativo en el ambiente global, la sociedad o la economía. Se trata de un negocio que lucha por lograr un triple resultado positivo. Con frecuencia, los negocios sustentables tienen políticas progresistas en cuanto a los derechos humanos y el ambiente. Un negocio sustentable es una organización que participa en actividades amigables con el ambiente para asegurar que todos los procesos, productos y operaciones de manufactura que consideren los retos ambientales y que al mismo tiempo produzca un beneficio económico:

- Ser verde no es sólo atractivo, hoy es un valor necesario. Sin embargo, no todas las empresas mexicanas usan correctamente los recursos naturales.
- En México, esta preocupación ha rendido frutos y cada día aumentan las empresas con un claro compromiso hacia la sustentabilidad, utilizando tecnologías ecoeficientes.
- Gracias a este empuje, en 2011 se creó el Índice de Sustentabilidad en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), conformado hasta ahora por 28 empresas que han sido calificadas, sobre todo, por tres criterios: manejo y uso de los recursos naturales, responsabilidad social y gobierno corporativo.

Forbes México presenta el listado de las empresas más sustentables del país, bajo la mirada de la BMV.

1. ALFA. En su planta procesadora de aluminio, que es una de las más grandes del mundo, recicla más de 483,000 toneladas al año. Otra de sus plantas se convirtió el año pasado en la primera con zero waste del conglomerado, ya que utiliza gas natural en 90% de sus operaciones.



2. CEMEX. Ha reducido más de 30% la emisión de polvo en sus plantas de producción, las emisiones de NOx se han reducido en más de 42% y los SOx en 21.77% en los últimos años; mientras que el uso de combustibles alternativos se ha incrementado en más de 40%.
3. MEXICHEM. Sus plantas cuentan con circuito cerrado de agua en sus procesos productivos, con lo que logran recuperar más de 54% del agua utilizada en el proceso de producción. Durante 2012, redujo en 68% la generación de residuos sólidos.
4. COCA-COLA FEMSA. Ha mejorado la eficiencia en el uso de agua en 20%, de 2004 a la fecha. Ha logrado disminuir 21% su consumo de energía junto con su parque eólico que provee de energía limpia a 85% de las operaciones.
5. GRUPO BIMBO. Ha disminuido el consumo de energía por unidad producida en 20% y casi 25% el uso de agua, de 2009 a la fecha. Uno de sus planes es enviar cero residuos a los rellenos sanitarios. Cuenta con el parque eólico más grande de la industria de los alimentos en México.
6. HERDEZ. Cuenta con un proyecto de cogeneración de energía eólica, que provee de energía a las oficinas corporativas. En 2012, invirtió 54 millones de pesos en minimizar impactos ambientales.

### 3.3 PLAN DE NEGOCIOS

El plan de negocios es un plan empresarial que se realiza cuando se tiene intención de iniciar un negocio o una compañía. En ese caso, se emplea internamente para la administración y planificación de la empresa. Además, lo utilizan para convencer a terceros, tales como bancos o posibles inversores (p. ej. los *business angels* o las empresas de capital riesgo), para que aporten financiación al negocio. Se lo considera una síntesis de cómo el dueño de un negocio, administrador, o empresario, intentará organizar una labor empresarial e implementar las actividades necesarias y suficientes para que tenga éxito. El plan es una explicación escrita del modelo de negocio de la compañía a ser puesta en marcha.



El prototipo del plan de negocio es:

- Tener definido el modelo de negocio y sus acciones estratégicas.
- Determinar la viabilidad económico-financiera del proyecto empresarial.
- Definir la imagen general de la empresa ante terceras personas.

A diferencia de un Proyecto de Inversión, el plan de negocios está menos centrado en los aspectos cuantitativos e ingenieriles, aunque los contiene, y está más focalizado en las cuestiones estratégicas del nuevo emprendimiento, como una forma de asegurar su consistencia en el sentido de Arieu (consistencia estratégica).

Las principales aplicaciones que presenta un plan de negocio son las siguientes:

- Constituye una herramienta de gran utilidad para el propio equipo de promotores ya que permite detectar errores y planificar adecuadamente la puesta en marcha del negocio con anterioridad al comienzo de la inversión.
- Facilita la obtención de la financiación bancaria, ya que contiene la previsión de estados económicos y financieros del negocio e informa adecuadamente sobre su viabilidad y solvencia.
- Facilita la negociación con proveedores.
- Definir diversas etapas que faciliten la medición de sus resultados.

- Establecer metas a corto y mediano plazos.
- Definir con claridad los resultados finales esperados.
- Establecer criterios de medición para saber cuáles son sus logros.
- Identificar posibles oportunidades para aprovecharlas en su aplicación.
- Involucrar en su elaboración a los ejecutivos que vayan a participar en su aplicación.
- Prever las dificultades que puedan presentarse y las posibles medidas correctivas.
- Ser claro, conciso e informativo.

### 3.4 PLAN DE NEGOCIOS SOSTENIBLES

- Generalmente se recomienda estructurarlo de la siguiente manera:
  1. Datos de contacto del proponente;
  2. Descripción de la idea de negocios;
  3. Análisis de mercado, clientes y competidores;
  4. Análisis de oportunidades y riesgos;
  5. Plan de ventas;
  6. Plan de mercadotecnia;
  7. Descripción de la organización y de la gestión;
  8. Currículo de los integrantes del equipo fundador;
  9. Plan de implementación y cronograma;
  10. Plan de financiamiento; y resumen ejecutivo.
- En general, el plan cubre un plazo de tres a cinco años.
- El plan de negocios para negocios sostenibles requiere, aparte de los requisitos generales, prestar más atención a asuntos sociales y ambientales.
- Dado que el producto sostenible es mejor o preferible sobre otros, se puede explicar en la descripción del producto aspectos como el ahorro de energía, ahorro de gases de efecto invernadero, biodegradabilidad, beneficios para la salud, cantidad de empleos que genere, etc., preferiblemente considerando todo el ciclo de vida del producto, desde la materia prima hasta el reciclaje o la disposición final.
- Otra diferencia con respecto a los planes de negocios convencionales se encuentra frecuentemente en la forma de organización y en la gestión.



### 3.5 OTROS PUNTOS CENTRALES

- **Actualidad.** El plan de negocios representa el conocimiento durante el tiempo de su elaboración. Su actualidad es limitada. Es recomendable establecer un mecanismo para la actualización del plan, pero quien aplaza la publicación del plan solamente por actualizarlo constantemente, nunca terminará. Sin embargo, cuando haya cambios mayores en el conocimiento, el plan se debe ajustar.
- **Flexibilidad.** Un plan de negocios debe contener escenarios alternativos para poder reaccionar a cambios repentinos en el entorno.
- **Límites de la planificación.** Hay desarrollos que no se pueden prever. El plan de negocios es solamente una guía, la improvisación debe permitirse cuando sea necesario.

### 3.6 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, y sus 169 metas, incidirán en las causas estructurales de la pobreza, permitirán combatir las desigualdades y generar oportunidades para mejorar la calidad de vida de la población en un marco de desarrollo sostenible. Esta importante agenda servirá como plataforma de lanzamiento para la acción de la comunidad internacional, los gobiernos, así como organismos de la sociedad

civil y el sector privado, con el fin de hacer frente a los tres elementos interconectados del desarrollo sostenible: crecimiento económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental.



<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

## 4 RESULTADOS

Luchar contra el cambio climático es una palanca para impulsar nuevos negocios en la región, concluye el Carbon Disclosure Project de AL. Tener mayor acceso a crédito, acciones más caras en Bolsa y una mayor penetración en mercados como el europeo, cuya regulación es restrictiva respecto al cambio climático, son algunas de las oportunidades que encuentran las empresas de América Latina tras integrar el desarrollo sostenible en su estrategia de negocio. Este año, más de 50 empresas de México, Argentina, Chile y Perú se han sumado a la iniciativa de medición de emisiones de Gases con Efecto Invernadero (GEI) del Carbon Disclosure Project (CDP), que arrancó en Brasil, donde ya participan más de 80 empresas. El proyecto ha conseguido formar el mayor banco de datos de Latinoamérica sobre cambio climático en empresas que cotizan en la Bolsa de Valores. Juliana López, responsable de CDP Latam explicó que el objetivo de la iniciativa es aumentar la participación de 50 a 80 empresas en 2013 e incluso desarrollar estrategias sectoriales, pues, a la fecha, la participación de compañías energéticas y mineras ha cobrado un mayor impulso. Entre las empresas 100% mexicanas o establecidas en México que respondieron el cuestionario de CDP

Investor se encuentran: Grupo Bimbo, WalMex, Cemex, Femsa y Banorte, entre algunas otras. Para las empresas del sector energético, la transparencia y la gestión de emisiones es muy importante, funciona como un driver de inversión”, señaló López. El Global 500, que incluye a las 500 corporaciones más grandes del mundo demuestra una correlación entre el desempeño de las compañías en la Bolsa y su reporte de información sobre cambio climático según los responsables del CDP. Las investigaciones demuestran que aquellas que reportan, tienen un mejor comportamiento en la Bolsa, aseguran los expertos. Las empresas medianas y pequeñas (Pymes) también pueden sumarse a estas iniciativas verdes, a través de su relación con empresas más grandes. Lopes indicó que, en el caso WalMart muchas de las Pymes que participan en su cadena de suministro comienzan a implementar controles como, por ejemplo, medir sus riesgos o numerar sus lotes de productos. En esta línea, el CDP Supply Chain es una iniciativa paralela del CDP que pretende incluir a los proveedores pequeños de grandes empresas, para que toda la cadena de producción pueda comenzar a medir emisiones, riesgos y adaptar medidas para ser sostenibles. Los bonos de carbono son certificados que las empresas deben comprar a los gobiernos cuando emiten demasiados GEI, con el objeto de que aquellos que contaminen, paguen. Sin embargo, este mercado se encuentra en crisis. “Sigue habiendo mucho interés voluntario a pesar de que el Protocolo de Kyoto llega a su fin en 2012. Las empresas quieren obtener activos financieros gracias a estos bonos y reducir su consumo y emisiones, porque eso las vuelve más competitivas. Aquellas empresas que cumplen mejor, tienen más fácil acceder a mercados como el europeo, en donde la rastreabilidad de emisiones son más restrictivas que en otras regiones”, explicó Lopez. En 2012, 27% de las empresas latinoamericanas encuestadas por el CDP participaron en algún programa de bonos de carbono, respecto al 38% del 2011, lo que refleja una caída significativa. Para López, esto se debe a la incertidumbre que provoca el fin del Protocolo de Kyoto. No obstante, se muestra positiva respecto al futuro y señala que México y otros países de la región han firmado, de forma voluntaria, compromisos nacionales de mitigación de emisiones. “Tener una economía baja en carbono es un desafío para América Latina, pero también una oportunidad de liderazgo, en un momento en que la crisis afecta a los países de Europa”, aseguró. En este sentido, el reporte destaca que el 53% de las empresas latinoamericanas evaluadas ofrecen incentivos para la gestión o cumplimiento de metas de mitigación de GEI y otros factores de cambio climático, mientras que 78% afirma que el desarrollo sostenible conforma parte de la su estrategia de negocios.

## 5 CONCLUSIONES

El desarrollo sustentable promueve la satisfacción de la necesidad de la humanidad, sin poner en peligro las posibilidades de las futuras generaciones en cuestión a sus necesidades. Así mismo el desarrollo sustentable nos brinda como beneficio conservar los recursos naturales y así cuidar el planeta; aumentando el crecimiento en el desarrollo de la humanidad. Existe una tendencia mundial hacia la conservación ambiental, sin embargo esto no es suficiente. Por ello, se ha promovido e implementado un nuevo concepto de desarrollo económico, social y ecológico: la sustentabilidad. La sustentabilidad es una de las alternativas para detener y revertir los daños al planeta. El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Para alcanzar estas metas, todo el mundo tiene que hacer su parte: los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y personas como usted.

## BIBLIOGRAFÍA

Berges, G. (2013). Ser sustentable, el futuro de las empresas exitosas. 18/04/2017, de Forbes Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/ser-sustentable-el-futuro-de-las-empresas-exitosas/>

Delgado, J. & García, L. (2013). *El desarrollo sostenible en los negocios internacionales*. 17/04/2017, de EVAP Sitio web: <https://evapequipo.wordpress.com/2013/05/02/el-desarrollo-sostenible-en-los-negocios-internacionales/>

ONU. (2016). Objetivos de Desarrollo Sustentable. 21/04/2017, de ONU MÉXICO Sitio web: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>

Sánchez, P. (2011). *El desarrollo sustentable, clave para tu empresa*. 19/04/2017, de ALTONIVEL Sitio web: <http://www.altonivel.com.mx/9693-el-desarrollo-sustentable-en-los-negocios-clave-para-tu-empresa/>

Smilovitz, E. (2012). 3 ventajas del desarrollo sostenible para tu negocio. 24/04/2017, de ALTONIVEL Sitio web: <http://www.altonivel.com.mx/25097-estrategia-verde-en-empresas-de-america-latina/>

Solorzano, M. (2015). *Formulación de planes de negocios de empresas sustentables*. 20/04/2017, de DESARROLLO SUSTENTABLE Sitio web: <http://desarrollosustentablemiriamsolorzano.blogspot.mx/2015/01/8-estrategias-para-la-sustentabilidad.html>

WIKIPEDIA. (2017). *Desarrollo sostenible*. 22/04/2017, de WIKIPEDIA Sitio web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_sostenible](https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible)

WIKIPEDIA. (2017). *Negocio sustentable*. 23/04/2017, de WIKIPEDIA Sitio web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Negocio\\_sustentable](https://es.wikipedia.org/wiki/Negocio_sustentable)

# CAPÍTULO 5

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

Data de submissão: 10/07/2023

Data de aceite: 21/07/2023

**Dejan Romih**

University of Maribor

Faculty of Economics and Business

Department of International

Economics and Business

Maribor, Slovenia

dejan.romih@um.si

<https://orcid.org/0000-0001-9123-0183>

**ABSTRACT:** Monetary policy uncertainty (MPU) is a hot topic in economics. In this chapter, I examine the impact of a positive shock to the MPU index on the technology-heavy stock market. Using data for the United States, I find that a positive shock to the MPU index causes a short-term decline in the Nasdaq Composite Index and the Nasdaq-100 Index. These results offer insights into whether and how the MPU affects technology-heavy stock indices.

**KEYWORDS:** Monetary policy uncertainty. Nasdaq. Technology-heavy sector index. United States.

## EL IMPACTO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA POLÍTICA MONETARIA EN EL MERCADO DE ACCIONES DE ALTA TECNOLOGÍA: EVIDENCIA DE ESTADOS UNIDOS

**RESUMEN:** La incertidumbre de la política monetaria (MPU) es un tema candente en economía. En este capítulo, examino el impacto de un shock positivo en el índice de MPU en el mercado de valores de alta tecnología. Utilizando datos de Estados Unidos, descubro que un shock positivo en el índice de MPU provoca una disminución a corto plazo en el Índice Compuesto Nasdaq y el Índice Nasdaq-100. Estos resultados ofrecen ideas sobre si y cómo la MPU afecta a los índices de valores tecnológicos.

**PALABRAS CLAVE:** Incertidumbre de la política monetaria. Nasdaq. Índice del sector de tecnología. Estados Unidos.

## O IMPACTO DA INCERTEZA DA POLÍTICA MONETÁRIA NO MERCADO DE AÇÕES DE ALTA TECNOLOGIA: EVIDÊNCIAS DOS ESTADOS UNIDOS

**RESUMO:** A incerteza da política monetária (MPU) é um tópico relevante na economia. Neste capítulo, examino o impacto de um choque positivo no índice de MPU no mercado de ações de alta tecnologia. Utilizando dados dos Estados Unidos, constato que um choque positivo no índice de MPU causa uma queda de curto prazo no Índice Compuesto Nasdaq e



no Índice Nasdaq-100. Esses resultados oferecem insights sobre se e como a MPU afeta os índices de ações de alta tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incerteza da política monetária. Nasdaq. Índice de setor de tecnologia. Estados Unidos.

## 1 INTRODUCTION

The introduction of ChatGPT, an artificial intelligence (AI) chatbot developed by OpenAI, in November 2022 has touched off a boom in the technology-heavy stock market, during which investors increased their exposure to technology-heavy stock companies. In this chapter, I examine whether and how monetary policy uncertainty (MPU) affects the Nasdaq, a technology-heavy stock market. In doing so, I focus on the Nasdaq Composite Index (COMP)<sup>1</sup> and the Nasdaq-100 Index (NDX)<sup>2</sup>. The COMP measures the performance of all companies listed on the Nasdaq Stock Market (Nasdaq) and the NDX measures the performance of the 100 largest companies listed on Nasdaq based on their market capitalisation.

This chapter adds to the growing body of evidence on the impact of MPU on the economy in general and the stock market in particular. According to Baker et al. (2016) and Husted et al. (2020), MPU can be defined as uncertainty about monetary policy and its impact on the economy. Since the introduction of the MPU index by Baker et al. (2016), there has been a growing interest among researchers in understanding the implications of monetary policy uncertainty on the economy (Bauer et al., 2022).

Using data for the US, I found that there is a negative relationship between MPU and technology-heavy stock indices. This has important implications for stock investors and highlights the importance of considering MPU when making investment decisions in the technology-heavy stock market.

The rest of this chapter is divided into five sections. In Section 2, I review the literature on the impact of economic policy uncertainty (EPU) and MPU on the economy in general and the stock market in particular. In Section 3, I describe the methods I used in this study. In Section 4, I present the results of this study. In Section 5, I discuss the results of this study and in Section 6 I draw a conclusion.

---

<sup>1</sup> See <https://www.nasdaq.com/market-activity/index/comp> and <https://indexes.nasdaqomx.com/Index/Overview/COMP>.

<sup>2</sup> See <https://www.nasdaq.com/market-activity/index/ndx> and <https://indexes.nasdaqomx.com/Index/Overview/NDX>.

## 2 LITERATURE REVIEW

There is a growing body of literature on the impact of EPU and MPU on the economy in general and the stock market in particular (see Al-Thaqeb & Algharabali, 2019; Al-Thaqeb et al., 2022; Castelnovo, 2023). In this section, I discuss the evidence for the US.

Baker et al. (2016), who developed the EPU index and categorical EPU indices, including the MPU index, found that a positive shock to the EPU index causes a decline in economic activity. They used a vector autoregressive (VAR) model that includes the EPU index, the natural logarithm of the S&P 500, the federal funds effective rate, the natural logarithm of the employment rate and the natural logarithm of the industrial production index. Their findings are consistent with those of Caggiano et al. (2021), Fasani et al. (2023), Houari (2022) and Prüser and Schlösser (2020). Colombo (2013) also found that a positive shock to the EPU index causes a decline in economic activity. She used a VAR model that includes the natural logarithm of the consumer price index, the natural logarithm of the industrial production index, the federal funds effective rate and the EPU index. Surprisingly, she placed the EPU index last. Her findings are consistent with those of Caggiano et al. (2017), who also found that a positive shock to the EPU index causes a decline in economic activity. Moreover, they found that this holds for both expansions and recessions. They used a smooth transition VAR model that includes the EPU index, the growth rate of the industrial production index, the unemployment rate, the growth rate of the consumer price index and the federal funds effective rate.

Husted et al. (2020), who developed the MPU index, found that a positive shock to the MPU index causes a decline in economic activity. They used a VAR model that includes the natural logarithm of industrial production index, the natural logarithm of the consumer price index, the MPU index, the EPU index, the excess bond premium and the one-year government bond rate. Their findings are consistent with those of Beckmann and Czudaj (2023), Dahlhaus and Sekhposyan (2018) and Sinha (2016).

Arce-Alfaro and Blagov (2023) also found that MPU has a negative impact on the economy. They used a VAR model with stochastic volatility in mean which includes the unemployment rate, the one-year-ahead expected inflation rate, the five-year-ahead expected inflation rate, the consumer price index and the federal funds effective rate. They also used a VAR model with stochastic volatility in mean which includes the unemployment rate, the one-year-ahead expected inflation rate, the five-year-ahead expected inflation rate, the consumer price index and the Wu-Xia shadow federal funds rate.

The evidence for the US shows that EPU and MPU also have a negative impact on the stock market (see Dahlhaus & Sekhposyan, 2018; Bauer et al., 2022). Most authors examine the impact of EPU and MPU on stock market returns and stock market volatility. Liu & Zhang (2015) found that a positive shock to the EPU index causes an increase in stock market volatility. On the other hand, Kundu & Paul (2022) found that the impact of EPU on stock market returns and stock market volatility is statistically significant in bear markets and not statistically significant in bull markets. Their findings are consistent with those of Arouri et al. (2016). In contrast, Hsiao et al. (2022) found that a positive shock to the MPU index causes a decline in stock market volatility.

All in all, studies have shown that a positive shock to the EPU index causes a decline in economic activity. It is also associated with increased volatility in the stock market. These findings underscore the importance of considering EPU and MPU when analysing market dynamics to help investors make informed decisions.

### 3 METHODS

In this study, I use two MPU indices: the MPU index developed by Baker et al. (2016) (*mpui\_bbd*) and the MPU index developed by Husted et al. (2020) (*mpui\_hrs*). Both indices are constructed as scaled frequency counts of newspaper articles discussing uncertainty about monetary policy and its impact on the economy. The first index is based on hundreds of US newspapers tracked by Access World News, and the second is based on three US newspapers: The New York Times, The Wall Street Journal and The Washington Post.<sup>3</sup> The dynamics of the two indices is shown in Figure A.1 in the Appendix.

I also use two technology-heavy stock indices: the COMP and the NDX. The first is less technology-heavy than the second.

In addition, I also use five VAR models. First, I estimate a VAR model that includes *mpui\_bbd*, the natural logarithm of the COMP (*ln\_comp*), the federal funds effective rate (*ffer*), the natural logarithm of the employment rate (*ln\_er*) and the natural logarithm of the industrial production index (*ln\_ipi*). Second, I estimate the same VAR model by replacing *mpui\_bbd* with *mpui\_hrs*. Finally, I estimate the same VAR models by replacing the COMP with the NDX (*ndx*). This allows me to compare the impact of a positive shock to the MPU index on *ln\_comp* and *ln\_ndx*. The VAR models I use in this study are similar to those used

<sup>3</sup> See <https://www.policyuncertainty.com/monetary.html>.

by Baker et al. (2016), who studied the impact of a positive shock to the EPU index on the US economy.

I use monthly data from January 1986 to March 2023 obtained from the Federal Reserve Bank of St. Louis and other sources (see Table 1).

Table 1: Descriptions of variables.

Variable	Description	Source
mpui_bbd	MPU index developed by Baker et al. (2016), index, monthly, not seasonally adjusted	Baker et al. (2016), <a href="https://www.policyuncertainty.com/">https://www.policyuncertainty.com/</a>
mpui_hrs	MPU index developed by Husted et al. (2020), index, monthly, not seasonally adjusted	Husted et al. (2020), <a href="https://www.policyuncertainty.com/">https://www.policyuncertainty.com/</a>
ln_comp	Nasdaq Composite Index, index, monthly, not seasonally adjusted	Federal Reserve Bank of St. Louis, FRED
ln_ndx	Nasdaq-100 Index, index, monthly, not seasonally adjusted	Federal Reserve Bank of St. Louis, FRED
ffer	Federal funds effective rate, percent, monthly, not seasonally adjusted	Federal Reserve Bank of St. Louis, FRED
ln_er	Employment rate, percent, monthly, seasonally adjusted	Federal Reserve Bank of St. Louis, FRED
ln_ipi	Industrial production index, index, seasonally adjusted	Federal Reserve Bank of St. Louis, FRED

## 4 RESULTS

In this section, I present the results of the analysis of the orthogonalised impulse–response functions (OIRFs) for variables in the system. This section is divided into two subsections. In Section 4.1, I examine the impact of MPU on the COMP, and in Section 4.2, I examine the impact of MPU on the NDX. In both sections, I use VAR models that satisfy the stability condition, which means that all eigenvalues lie within the unit circle. In all cases, I determined the number of lags based on the final prediction error (FPE) and the Akaike information criterion (AIC). Descriptive statistics for the variables in the system are shown in Table 2.

Table 2: Descriptive statistics.

Variable	Number of observations	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
mpui_bbd	447	94.11	59.66	17.00	408.00	1.65	6.83
mpui_hrs	447	116.00	63.60	13.00	407.00	1.64	6.55
ln_comp	447	7.60	1.02	5.75	9.67	-0.02	2.22
ln_ndx	447	7.28	1.28	4.88	9.70	-0.15	2.15
ffer	447	3.24	2.72	0.05	9.85	0.38	1.96
ln_er	447	4.26	0.03	4.10	4.31	-0.93	4.23
ln_ipi	447	4.44	0.20	4.00	4.65	-0.84	2.18

Source: Own calculations.

#### 4.1 THE IMPACT OF MPU ON THE COMP

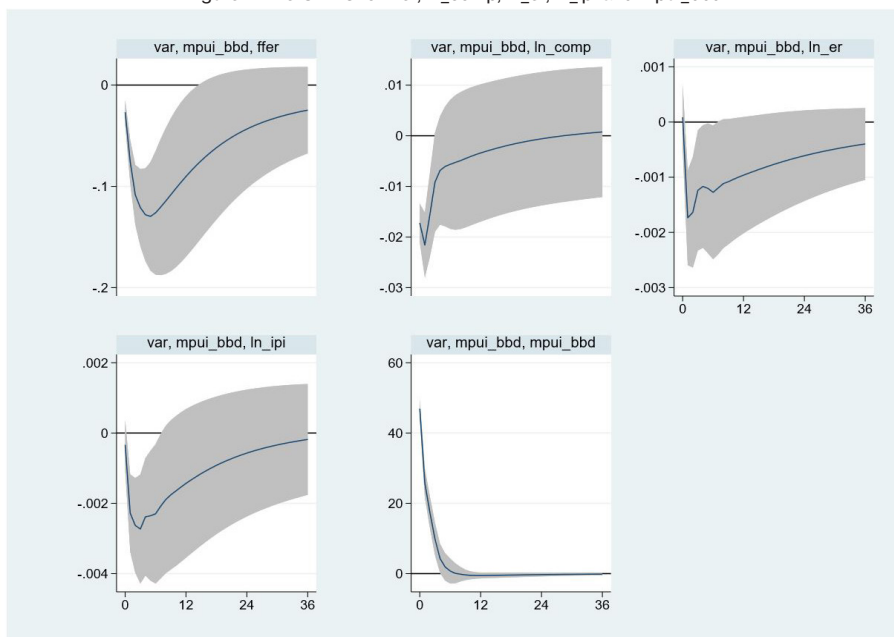
In this section, I examine the relationship between MPU and the COMP using two VAR models with five variables and four lags. The order of the variables in both VAR models is as follows: mpui\_bbd or mpui\_hrs, ln\_comp, ffer, ln\_er and ln\_ipi.

First, I examine the impact of a one-time shock to mpui\_bbd on ln\_comp, which allows me to analyse the dynamics and magnitude of the response. The OIRFs for variables in the system are shown in Figure 1.

As can be seen in Figure 1, an orthogonalised shock to mpui\_bbd has a positive impact on mpui\_bbd that declines over time and is statistically significant three months after the shock. Figure 1 also shows that an orthogonalised shock to mpui\_bbd has a negative impact on ln\_comp that declines over time and is statistically significant two months after the shock. This means that there is a negative short-term relationship between MPU and the COMP. Figure 1 also shows that an orthogonalised shock to mpui\_bbd has a negative impact on ffer that declines over time and is statistically significant eleven months after the shock. In addition, it also shows that an orthogonalised shock to mpui\_bbd has a negative impact on ln\_er that declines over time and is statistically significant two months after the shock. It also shows that an orthogonalised shock to mpui\_bbd has a negative impact on ln\_ipi that declines over time and is statistically significant five months after the shock.

Then, I examine the impact of a one-time shock to mpui\_hrs on ln\_comp. The OIRFs for variables in the system are shown in Figure 2.

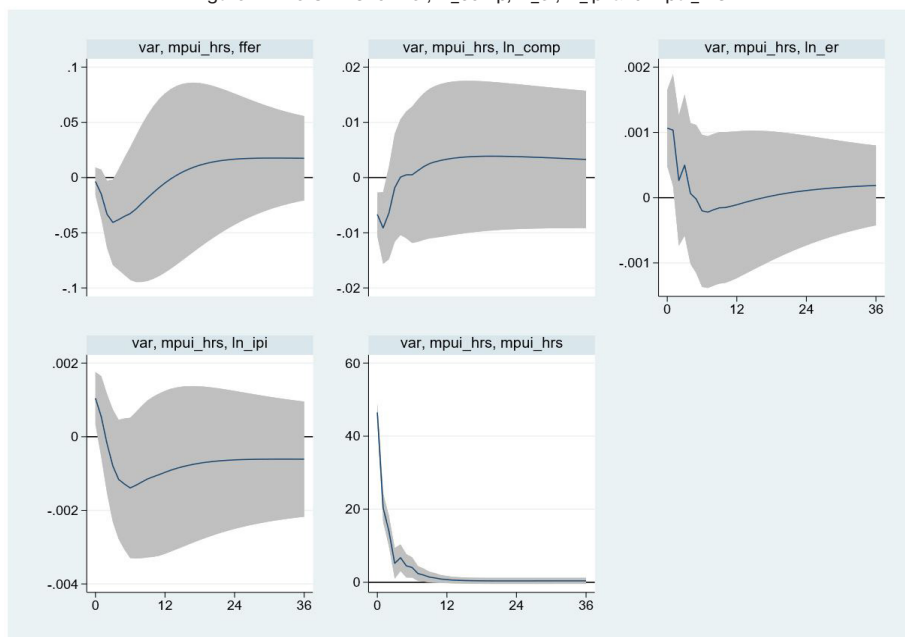
Figure 1: The OIRFs for ffer, ln\_comp, ln\_er, ln\_ipi and mpui\_bbd.



Notes: The horizontal axis of each graph is in units of time and the vertical axis of each graph is in units of the variable. Each graph shows the impact of an innovation over a 36-month period. The confidence level for confidence intervals is 90.

Source: Own calculations.

Figure 2: The OIRFs for ffer, ln\_comp, ln\_er, ln\_ipi and mpui\_hrs.



Notes: See notes in Figure 1.

Source: Own calculations.

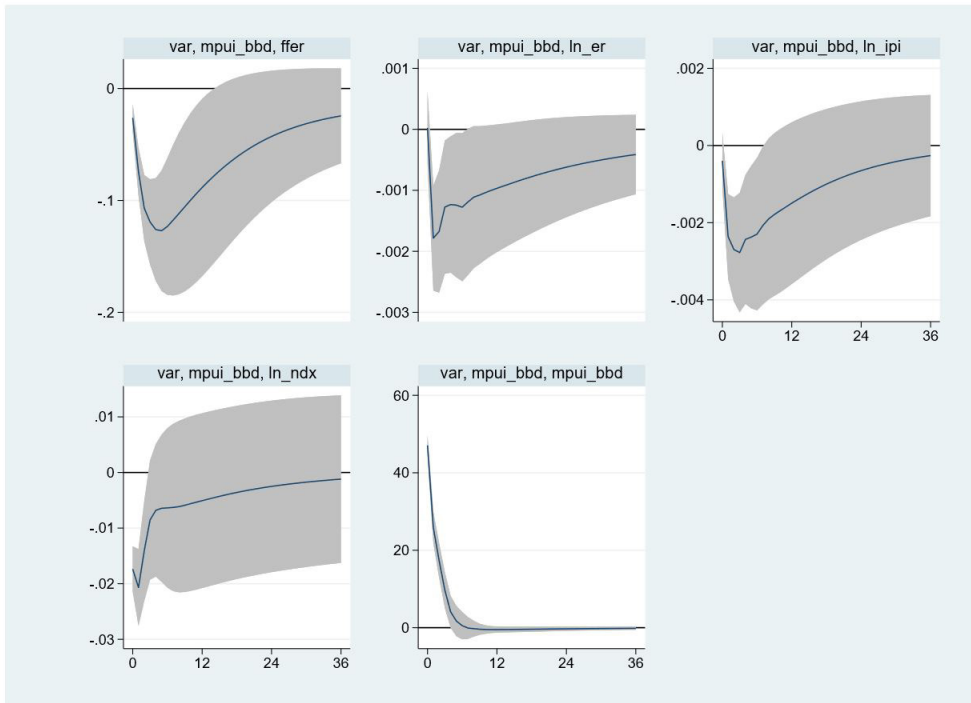
As can be seen in Figure 2, an orthogonalised shock to mpui\_hrs has a positive impact on mpui\_hrs that declines over time and is statistically significant six months after the shock. Figure 2 also shows that an orthogonalised shock to mpui\_hrs has a negative impact on ln\_comp that is statistically significant one month after the shock.

#### 4.2 THE IMPACT OF MPU ON THE NDX

In this section, I examine the relationship between MPU and the NDX using three VAR models with five variables and four lags. The order of the variables in the first two VAR models is as follows: mpui\_bbd or mpui\_hrs, ln\_ndx, ffer, ln\_er and ln\_ipi.

First, I examine the impact of a one-time shock to mpui\_bbd on ln\_ndx, which allows me to analyse the dynamics and magnitude of the response. The OIRFs for variables in the system are shown in Figure 3.

Figure 3: The OIRFs for ffer, ln\_er, ln\_ipi, ln\_ndx and mpui\_bbd.



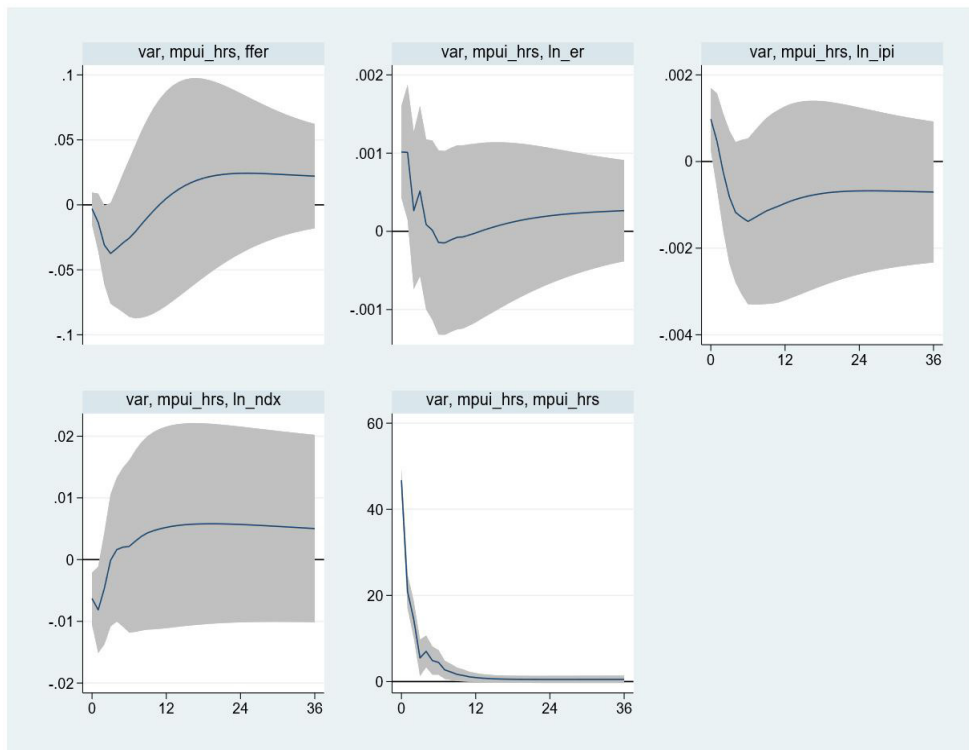
Notes: See notes in Figure 1.  
Source: Own calculations.

As can be seen in Figure 3, an orthogonalised shock to mpui\_bbd has a positive impact on mpui\_bbd that declines over time and is statistically significant three months

after the shock. Figure 3 also shows that an orthogonalised shock to `mpui_bbd` has a negative impact on `ln_ndx` that declines over time and is statistically significant two months after the shock. This means that there is a negative short-term relationship between MPU and the NDX, which is consistent with the results for the COMP. Figure 3 also shows that an orthogonalised shock to `mpui_bbd` has a negative impact on `ffer` that declines over time and is statistically significant ten months after the shock. In addition, it also shows that an orthogonalised shock to `mpui_bbd` has a negative impact on `ln_er` that declines over time and is statistically significant between two months after the shock. It also shows that an orthogonalised shock to `mpui_bbd` has a negative impact on `ln_ipi` that declines over time and is statistically significant five months after the shock.

Then, I examine the impact of a one-time shock to `mpui_hrs` on `ln_ndx`. The OIRFs for variables in the system are shown in Figure 4.

Figure 4: The OIRFs for `ffer`, `ln_er`, `ln_ipi`, `ln_ndx` and `mpui_hrs`.



Notes: See notes in Figure 1.

Source: Own calculations.

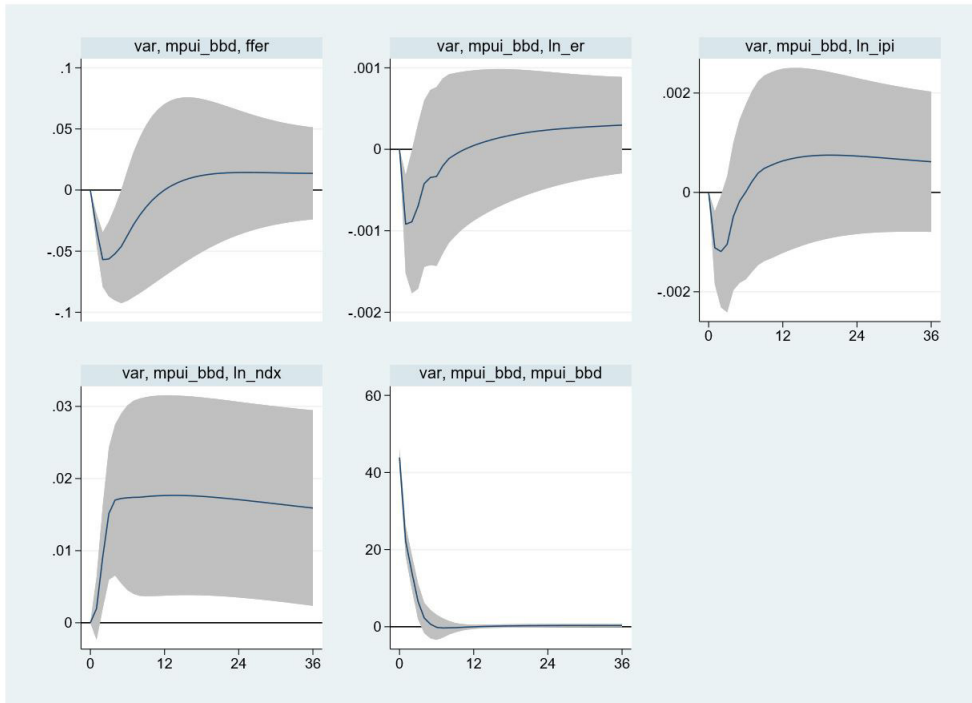
As can be seen in Figure 4, an orthogonalised shock to `mpui_hrs` has a positive impact on `mpui_hrs` that declines over time and is statistically significant eight months



after the shock. In contrast to my earlier results, a one-time shock to `mpui_hrs` only has an immediate negative impact on `ln_ndx`.

To check robustness, I estimated the same VAR model as at the beginning of this section and placed `mpui_bbd` last. The OIRFs for variables in the system are shown in Figure 5.

Figure 5: The OIRFs for `ffer`, `ln_er`, `ln_ipi`, `ln_ndx` and `mpui_bbd`.



Notes: See notes in Figure 1.

Source: Own calculations.

As can be seen in Figure 5, an orthogonalised shock to `mpui_bbd` has a positive impact on `ln_ndx` that is statistically significant from the second month after the shock. This result, of course, contradicts my earlier findings and suggests that the order of the variables in the system is important.

## 5 DISCUSSION

Evidence from the US shows that a positive shock to the MPU index developed by Baker et al. (2016) has a negative impact on the COMP and the NDX, which is consistent with my expectations. Based on the results of the literature review, I had

expected the shock to have a negative impact on the Nasdaq. It turns out that the technology-heavy stock market is not resistant to the MPU. This is also true when using the MPU index developed by Husted et al. (2020) and the COMP.

Other findings of this study are consistent with those of other authors (see Arce-Alfaro & Blagov, 2023; Dahlhaus & Sekhposyan, 2018; De Pooter et al., 2021; Caggiano et al., 2022; Husted et al., 2020; Sinha, 2016). They show that MPU has a negative impact on the economy, implying that the Federal Reserve needs to monitor MPU. On the other hand, Lakdawala et al. (2021) found that a positive shock to the MPU index for the US also has a negative impact on other economies, implying that other central banks need to monitor MPU in the US as well.

The results of this study are important because they shed light on the relationship between MPU and stock indices, which are not only technology-heavy but also AI-heavy. Therefore, I assume that MPU also has a negative effect on AI-heavy stock indices.

All in all, this chapter fills a gap in the literature. Until now, it was not clear whether and how MPU affects the technology-heavy stock market. This study shows that an unexpected increase in MPU affects not only the real sector but also the financial sector. The introduction of ChatGPT has increased interest in AI-heavy companies listed on Nasdaq. Therefore, it is good to know whether and how MPU affects the technology-heavy stock market. I assume that MPU also has a negative impact on other stock indices. This means that it is important for stock investors to monitor MPU. The fact is that monetary policy is important. This also applies to MPU, which should not be underestimated by stock investors.

## 6 CONCLUSION

In this chapter, I studied the impact of a positive shock to MPU index developed by Baker et al. (2016) on the Nasdaq. I found that a positive shock to the MPU index causes a short-term decline in the COMP and the NDX. I also found that both stock indices bottom out a month after the shock, suggesting a temporary impact. In other words, an unexpected increase in MPU causes a short-term decline in stock prices. These findings are useful for stock investors, particularly those who have invested in technology-heavy stocks during the AI boom, thereby increasing their exposure to the technology-heavy stock market. In the event of an unexpected increase in the MPU, they can expect a short-term decline in stock prices. I got similar results even if I used

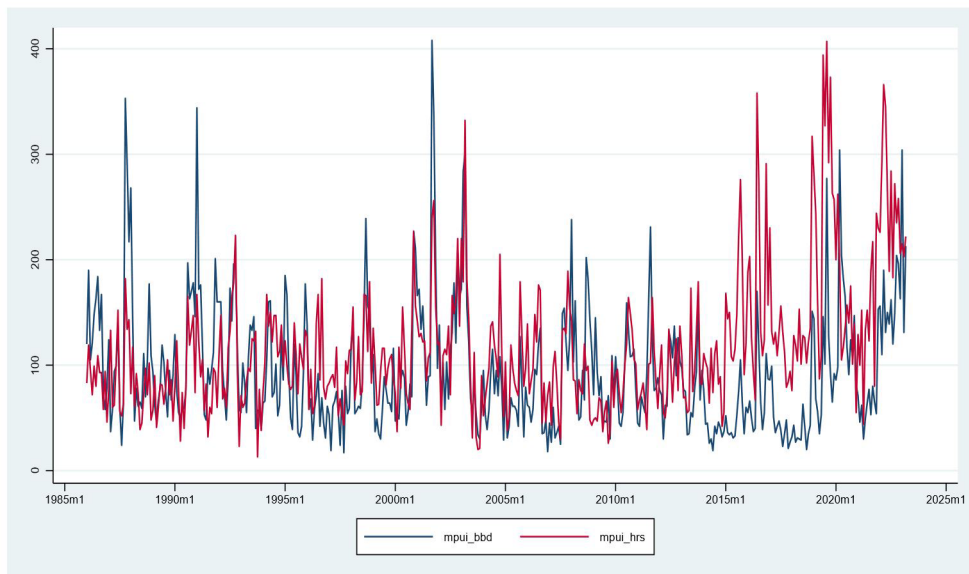
a different MPU index. Nevertheless, further research is needed to answer the question of whether there is a non-linear relationship between MPU and the technology-heavy stock indices.

Expanding the scope of this study to other countries with technology-heavy stock markets would be a valuable direction for future research. By examining the impact of MPU on technology-heavy stock markets outside the US, a more comprehensive understanding of the relationship between MPU and technology-heavy stock indices can be achieved.

This study has important policy implications. First, policy makers need to monitor MPU by using the MPU index. Second, policymakers need to prevent the build-up of MPU by improving monetary policy communication. Finally, policymakers need to study the impact of MPU on the financial sector to improve their decision-making.

## APPENDIX

Figure A.1: MPU in the US.



Notes: The horizontal axis of the graph is in months. 1985m1 stands for January 1985.

Source: Baker et al. (2016), Husted et al. (2020), <https://www.policyuncertainty.com/>

## REFERENCES

Al-Thaqeb, S. A., & Algharabali, B. G. (2019). Economic policy uncertainty: A literature review, *The Journal of Economic Asymmetries*, 20, e00133. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2019.e00133>

Al-Thaqeb, S. A., Algharabali, B. G., & Alabdulghafour, K. T. (2022). The pandemic and economic policy uncertainty. *International Journal of Finance & Economics*, 27(3), 2784–2794. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2298>

Arce-Alfaro, G., & Blagov, B. (2023). Monetary policy uncertainty and inflation expectations. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 85(1), 70–94. <https://doi.org/10.1111/obes.12516>

Arouri, M., Estay, C., Rault, C., & Roubaud, D. (2016). Economic policy uncertainty and stock markets: Long-run evidence from the US. *Finance Research Letters*, 18, 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.04.011>

Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J. (2016). Measuring Economic Policy Uncertainty. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(4), 1593–1636. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw024>

Bauer, M., Lakdawala, A., & Mueller, P. (2022). Market-based monetary policy uncertainty, *The Economic Journal*, 132(644), 1290–1308. <https://doi.org/10.1093/ej/ueab086>

- Beckmann, J., & Czudaj, R. L. (2023). Perceived monetary policy uncertainty. *Journal of International Money and Finance*, 130, 102761. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2022.102761>
- Caggiano, G., Castelnuovo, E., & Figueres, J. M. (2017). Economic policy uncertainty and unemployment in the United States: A nonlinear approach. *Economics Letters*, 151, 31–34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.12.002>
- Caggiano, G., Castelnuovo, E., & Figueres, J. M. (2020). Economic policy uncertainty spillovers in booms and busts. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 82(1), 125–155. <https://doi.org/10.1111/obes.12323>
- Caggiano, G., Castelnuovo, E., & Nodari, G. (2022). Uncertainty and monetary policy in good and bad times: A Replication of the VAR investigation by Bloom (2009). *Journal of Applied Econometrics*, 37(1), 210–217. <https://doi.org/10.1002/jae.2861>
- Caggiano, G., Castelnuovo, E., in Pellegrino, G. (2021). Uncertainty shocks and the great recession: nonlinearities matter. *Economics Letters*, 198, 109669. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109669>
- Castelnuovo, E. (2023). Uncertainty before and during Covid-19: A survey. *Journal of Economic Surveys*, 37(3), 821–864. <https://doi.org/10.1111/joes.12515>
- Colombo, V. (2013). Economic policy uncertainty in the US: Does it matter for the Euro area? *Economics Letters*, 121(1), 39–42. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.06.024>
- Dahlhaus, T., & Sekhposyan, T. (2018). *Monetary policy uncertainty: A tale of two tails* (Staff Working Paper No. 2018-50). Bank of Canada. <https://www.bankofcanada.ca/2018/09/staff-working-paper-2018-50/>
- De Pooter, M., Favara, G., Modugno, M., & Wu, J. (2021). Monetary policy uncertainty and monetary policy surprises. *Journal of International Money and Finance*, 122, 102323. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2020.102323>
- Fasani, S., Mumtaz, H., & Rossi, L. (2023). Monetary policy uncertainty and firm dynamics. *Review of Economic Dynamic*, 47, 278–296. <https://doi.org/10.1016/j.red.2022.02.002>
- Houari, O. (2022). Uncertainty shocks and business cycles in the US: New insights from the last three decades. *Economic Modelling*, 109, 105762. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.105762>
- Hsiao, S., Ma, C., Zhang, T., & Deng, L. (2022). *Monetary policy uncertainty and stock market volatility*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4215281>
- Husted, L., Rogers, J., & Sun, B. (2020). Monetary policy uncertainty. *Journal of Monetary Economics*, 115, 20–36. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2019.07.009>
- Kundu, S., & Paul, A. (2022). Effect of economic policy uncertainty on stock market return and volatility under heterogeneous market characteristics. *International Review of Economics & Finance*, 80, 597–612. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.02.047>

Lakdawala, A., Moreland, T., & Schaffer, M. (2021). The international spillover effects of US monetary policy uncertainty. *Journal of International Economics*, 133, 103525. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2021.103525>

Liu, L., & Zhang, T. (2015). Economic policy uncertainty and stock market volatility. *Finance Research Letters*, 15, 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.08.009>

Prüser, J., & Schlösser, A. (2020). On the time-varying effects of economic policy uncertainty on the US economy. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 82(5), 1217–1237. <https://doi.org/10.1111/obes.12380>

Sinha, A. (2016). Monetary policy uncertainty and investor expectations. *Journal of Macroeconomics*, 47, Part B, 188–199. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2015.12.001>

# CAPÍTULO 6

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

Data de submissão: 28/04/2023

Data de aceite: 19/05/2023

**Kenia Lizzeth Carchi Arias**

Universidad Metropolitana

<https://orcid.org/0000-0003-4023-4015>

**Martin Andres Romero Lalangui**

Universidad Metropolitana

<https://orcid.org/0000-0002-7465-618X>

**Ruth Maryury Delgado Olaya**

Universidad Metropolitana

<https://orcid.org/0000-0001-7159-3729>

**RESUMEN:** Las microempresas del sector bananero en los últimos años han demostrado tener una participación equilibrada en el mercado mundial, pese a la crisis sanitaria por el COVID 19 que ha tenido que enfrentar por las restricciones de las exportaciones a clientes potenciales como Rusia, China, países de la Unión Europea y Medio Oriente. No obstante, el compromiso y responsabilidad de los productores han permitido continuar su producción para consumo local y abastecer algunos mercados internacionales, evitando la destrucción paulatina del sector. Partiendo de este contexto el trabajo tiene como objetivo describir el comportamiento que tiene el

microempresario bananero como aporte económico en la Provincia de El Oro durante los años 2015 al 2020. Para lo cual se utilizó una investigación tipo descriptiva-correlacional que caracteriza al microempresario, define su estructura y analiza el comportamiento del sector bananero; los mismos que muestran, que en los tres últimos meses en el año 2020 hubo superávit de la balanza de pagos, de lo cual el 20,30% es por la exportación del banano y plátano, logrando tener un desempeño favorable del 11.8% frente al Producto Interno Bruto (PIB), concluyendo que su aporte en la economía genera fuentes de empleo y que impulsa el crecimiento económico de la Provincia.

**PALABRAS CLAVES:** Microempresario. Sector bananero. Desarrollo económico.

### MICRO-ENTERPRISES OF THE BANANA SECTOR AND THEIR ECONOMIC CONTRIBUTION IN THE PROVINCE OF EL ORO

**ABSTRACT:** Microenterprises in the banana sector in recent years have shown to have a balanced participation in the world market, despite the health crisis caused by COVID 19 that they have had to face due to export restrictions to potential clients such as Russia, China, countries of the European Union and the Middle East. However, the commitment and responsibility of the producers have allowed them to continue their production for local

consumption and to supply some international markets, avoiding the gradual destruction of the sector. Starting from this context, the work aims to describe the role of the banana microentrepreneur in the economic development of the Province of El Oro. For which a correlational descriptive type investigation was used that characterizes, structures and analyzes the behavior of the sector for the economic development; The same ones that show that in the last three months in 2020 there was a surplus of the balance of payments, of which 20.30% is due to the export of bananas and plantains, achieving a favorable performance of 11.8% compared to the Gross Domestic Product (GDP), concluding that its contribution to the economy generates sources of employment and that it drives the economic growth of the Province.

**KEYWORDS:** Microentrepreneur. Banana Sector. Economic Development.

## 1 INTRODUCCIÓN

El sector bananero en la provincia de El Oro, en los últimos 5 años se destaca como la actividad económica con mayor aporte significativo para la economía local, representado el 30% de aporte a la economía. Sin lugar a dudas entre el 43% de las microempresas en Ecuador de 50.832 de las MIPYMES y grandes empresas, el 20% ocupa la Provincia de El Oro Y el 8% se dedican específicamente a la actividad de cultivo de banano y plátano.

Como indica el Banco Central del Ecuador (BCE, 2020) las microempresas del sector bananero desde sus inicios en la década de 1950 ha representado un crecimiento importante en la economía, generando oportunidades que aportan entre el 60% y el 70% de empleo y son responsables del 50 % del Producto Interior Bruto (PIB) a nivel mundial; así como también lo manifiesta el Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador (2017), la exportación bananera representa el 2% del PIB general y que beneficia a más de un millón de familias ecuatorianas mediante las fuentes de empleo que representa el 6% del total de la población empleada a nivel de Ecuador.

El cultivo de banano y plátanos, en el año 2017 generó utilidades de \$17,25 millones de USD en las empresas grandes, obteniendo una participación del 62,60%, mientras que las MIPYMES obtuvieron \$10,30 millones de USD por esta actividad, logrando una participación del 37,40%. Las actividades económicas que generaron mayores fuentes de empleo dentro del sector, para el año 2017, fueron: la actividad correspondiente al cultivo de bananos y plátanos, donde las empresas grandes generaron 20.937 fuentes de empleo y las MIPYMES emplearon a 10.843 personas, que representaron el 66% y el 34% en la generación de empleo.

Dentro de las estadísticas ofrecidas por el BCE, la actividad de producción de banano aporta en promedio un 9,79% del Valor Agregado Bruto total (VAB) en la economía



ecuatoriana, mientras que en relación a la productividad Costera, este aporta con un 14,46% del total del VAB costeño. También se puede aclarar la enorme importancia de la producción bananera como parte esencial del sistema económico del país, sabiendo que, en Ecuador a finales de 2018, se calculó que el banano produjo aproximadamente 2.891 miles de millones de dólares, representando con ello un 4,6% del total de las exportaciones no petroleras. Pese al confinamiento que el mundo entero atravesó por la pandemia del COVID 19, el sector bananero no dejó de producir. En la provincia de El Oro existen 55.000 hectáreas dedicadas al banano, de las que 84% se concentran en Machala, El Guabo y Pasaje, generando semanalmente alrededor de 700.000 cajas de fruta. Por ello este sector se convirtió en un sector importante ya que están manteniendo al país en esta crisis, en comparación de otros sectores económicos.

Partiendo de este contexto este estudio reviste vital importancia en caracterizar al microempresario y analizar su comportamiento en el mercado como aporte económico para el desarrollo de la provincia de El Oro de los años 2015-2019. Para ello se aplica una investigación de tipo descriptiva-correlacional, partiendo del análisis documental de información proporcionada por instituciones estatales como: El BCE, Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (AEBE), Servicio de Rentas Internas (SRI).

## 2 GENERALIDADES DEL SECTOR MICROEMPRESARIAL

El microempresario tuvo sus orígenes desde que la población empezó a afrontar las pocas posibilidades de generar ingresos a través de las fuentes de empleo, que les permita cubrir parte de sus necesidades humanas. Necesidades que se fueron convirtiendo en grandes oportunidades de supervivencia de la población y que representa un pilar fundamental dentro de una economía (García et al., 2018).

Por otra parte, Cardozo et al. (2012) manifiestan que una microempresa tuvo sus inicios como una actividad informal, situación que se debe por diferentes factores, como por ejemplo: restricciones gubernamentales que exigen los entes reguladores, la limitada disponibilidad de factores de producción, la complejidad de trámites y documentos e impuestos que debe acogerse el microempresario para iniciar y mantenerse en la actividad, y la falta de cultura organizativa que atemoriza al microempresario en formalizar legalmente la actividad económica.

Los autores Marco & Giovanni (2018) con ayuda de la CEPAL, exponen que:

No hay un acuerdo sobre la definición de MIPYME, dada la ausencia de algunos factores, como estar dentro de un mercado común y de una real integración económica que enfrenta contextos nacionales, económicos y productivos muy heterogéneos, y aspectos de informalidad que efectivamente influyen en que cada país caracteriza a las MIPYMES por los distintos tamaños empresariales, por la gestión empresarial eficiente e innovadora (p. 12).

El International Accounting Standards Board (IASB, 2016) por su parte explica la importancia que ha tenido en introducir a las pequeñas y medianas empresas al uso de la contabilidad como formalización de sus actividades, expidiendo las NIIF para PYMES, aunque no incluyen a las microempresas, esta ha sido una de las razones para aumentar el interés del Grupo de Investigación Gestión y Apoyo a las MIPYMES de la Universidad Libre de Bogotá, Cali; para establecer normas de aplicación para el sector productivo de las microempresas, y que bajo esa denominación se crean las Norma de Información Financiera para Microempresas (Ramírez Echeverry & Suárez Balaguera, 2016). Motivos por el cual en los últimos años el sector microempresarial está ocupando un lugar importante en la economía de los países, debido a su arduo trabajo de adaptación a las exigencias y cambios que exigen los gobiernos y el entorno competitivo.

Por lo tanto, a una microempresa se la define como una entidad que se dedica en producir y comercializar bienes o servicios a menor escala. Para iniciar sus actividades económicas, lo han hecho con limitado recurso económico, material y humano provenientes del capital propio o familiar. Estas se caracterizan por la búsqueda de satisfacción en común de las necesidades de sus integrantes, especialmente, las básicas de autoempleo y subsistencia. También muestran compromiso y responsabilidad social por su ámbito territorial y la naturaleza. Las MIPYMES producen diversidad de lucros en el ámbito social ya que suministran a las personas una provisión precisa y apropiada, y a la vez distribuye efectivamente los bienes y servicios. A través del tiempo han ido fortificando la capacidad de venta en sectores realmente importantes del público; y todas las ventajas que surgen de esto se implementan para aumentar la producción, incrementando así la eficacia y la producción de artículos con precios disminuidos (Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario, 2018).

### **3 MICROEMPRESAS DE EXPORTACIÓN BANANERA EN EL ORO**

A lo que se refiere microempresas del sector bananero, ésta actividad nace de aquellos propietarios de tierras aptas para el cultivo de esta fruta, los cuales han ido aumentando logrando tener sembrada un aproximado de 55.000 hectáreas dentro de la provincia de El Oro. El trabajo de los productores ha abastecido a mercados nacionales e internacionales con el fin de satisfacer las necesidades en común que permite autoemplearse y subsistir. Este grupo de MIPYMES se caracterizan por exportar sus productos con certificación FairTrade Labelling Organización (FLO) bajo consideraciones del comercio justo que garantice una comercialización equitativo y segura.

Una de las primeras asociaciones que agruparon a 14 medianos productores fue la Asociación de Pequeños Productores de El Guabo; hasta el 2004 se asocian

351 productores de los diferentes cantones de la Provincia de El Oro, agrupando a 15 asociaciones agroartesanales.

Las 10 asociaciones conformadas en la Provincia de de El Oro han sido constituidas desde el programa estratégico productivos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) y gracias a la autogestión democrática y participativa de los productores han podido cumplir con los requerimientos para exportar la fruta de calidad y que garantice el consumo local y del exterior; evitando la discriminación y gozando de los intereses colectivos gracias a la cooperación y reciprocidad.

### 3.1 CONDICIONES PARA SER MICROEMPRESARIO EN ECUADOR

Ahora, Ecuador en vistas del amplio campo económico que se le atribuye a la microempresa, ha decidido emitir sus propias consideraciones de este sector productivo debido a que.

El concepto de PYMES difiere en sus siglas en pequeños espacios de un país con otro, ya que si bien es cierto la base de las pequeñas y microempresas acoge los mismos elementos, dependerá del nivel de desarrollo de cada nación para poder establecer igualdad o desigualdad en las mismas. Por ejemplo, una empresa pequeña en Suiza puede ser una grande en Ecuador. (Cardozo et al., 2012, p. 1632)

Es entonces cuando el 29 de Diciembre del 2010, la Asamblea Nacional emitió el Código Orgánico de la Producción, Comercio E Inversiones (COPCI) se señaló que:

La Micro, Pequeña y Mediana empresa es toda persona natural o jurídica que, como una unidad productiva, ejerce una actividad de producción, comercio y/o servicios, y que cumple con el número de trabajadores y valor bruto de las ventas anuales, señalados para cada categoría. (Codigo Organico de la Producción, Comercio e Inversiones, 2018, p. 24)

Tal como muestra la Tabla 1, la cual sintetiza los criterios para definir a las MIPYMES dentro de la clasificación de microempresarios, los mismos que son usados por todos los organismos de control a nivel nacional, entre estos el SRI, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el Ministerio de Trabajo o el BCE.

Tabla 1. Clasificación de las MIPYMES.

<b>Variables</b>	<b>Microempresa</b>	<b>Pequeña</b>	<b>Mediana</b>	<b>Grandes</b>
<b>Número de empleados</b>	1-9	10-49	50-199	200 y más
<b>Ingresos anuales</b>	\$300.000 y menos	\$300.001 a 1'000.000	1'000.001 a 5'000.000	Más de 5'000.000

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo al Capítulo I del COPCI.

## 4 PARTICIPACIÓN DEL SECTOR BANANERO Y SU APOORTE EN EL DESARROLLO ECONÓMICO EN LA PROVINCIA DE EL ORO

El sector microempresarial, ocupa un importante rol en la economía del país y de la provincia, dando a conocer que estas comienzan como pequeños emprendimientos, tal como lo manifiesta La Asociación de Jóvenes Empresarios del Ecuador, en la que considera que las condiciones en las que nacen las denominadas MIPYMES determinan el futuro para el desarrollo de una Economía global, llegando a representar el 94% del total de empresas en Ecuador, según datos extraídos de la Superintendencia de Compañías; de los cuales el 43% pertenecen a microempresas y el 51% pertenece a pequeñas y medianas empresas categoría A y B (Grupo FARO, 2020). Así mismo se manifiesta que las microempresas generan hasta 41.715 empleos, que representa el 3% del total de los empleos contratados de las MIPYMES, véase la Tabla.

Tabla 2. Número de empresas según su clasificación.

Tamaño de la empresa	Número de empresas	% de ocupación	Número de empleados contratados IESS	% de empleados contratados
Microempresas	22.100	43%	41.715	3%
Pequeña	18.936	37%	187.480	15%
Mediana A	3.637	7%	108.143	9%
Mediana B	3.242	6%	173.550	14%
Grande	2.917	6%	718.115	58%
<b>Total</b>	<b>50.832</b>	<b>100%</b>	<b>1.229.003</b>	<b>100%</b>

Fuente: Infografía del grupo FARO respecto a la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario.

Por otro lado, de acuerdo al catastro de Régimen de Simplicidad Tributaria para Microempresas de El Oro proporcionado por el SRI (2020), el 90% es ocupado por personas naturales obligadas y no obligadas a llevar contabilidad y el 10% lo conforman la personería jurídica, de acuerdo al total de contribuyentes que están bajo este régimen. Así mismo la base datos que proporciona el SRI da a conocer que el 8% del total de las microempresas se dedican a la actividad de cultivo de banano y plátano, tal y como lo deja ver la Tabla 3.

Tabla 3. Número de microempresas en El Oro y su participación en el sector bananero.

Microempresas	Número de Microempresas	% ocupación de microempresas	Sector Bananero	% Participación en el sector bananero
Superintendencia de Compañías	9.764	10,0%	506	5%
SRI (Personas Naturales)	88.299	90,0%	3.307	4%
<b>Total</b>	<b>98.063</b>	<b>100%</b>	<b>3.813</b>	<b>8%</b>

Fuente: Catastro de MIPYMES en la provincia del El Oro, SRI enero 2020.

De acuerdo al catastro bananero realizado en mayo 2013 por el MAGAP la provincia de El Oro tiene alrededor de 43.325 hectáreas sembradas de banano, el cual se observa que el 14.19% de los productores son microempresas, de acuerdo a la categorización que da la AEBE (como se citó en Ekos, 2017). De acuerdo también a la información proporcionada por el Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador (2017) la producción anual de cajas de estas microempresas es de 59%, el cual ha representado un comportamiento en ventas aceptable en el mercado. Véase la Tabla 4.

Tabla 4. Dimensión de la producción de banano en El Oro.

Tamaño	Número de productores	Total de hectáreas (has)	Porcentaje %	Producción anual Cajas /has
Menos a 5 has	951	2.525	5.83%	1.609.268
De 5 a 10 has	501	3.622	8.36%	900.546
De 10 a 30 has	581	9.887	22.82%	1.020.555
De 30 a 100 has	306	15.531	35.85%	573.276
Mayores de 100 has	67	11.760	27.14%	131.974
Totales	2.406	43.325	100%	4.235.619

Fuente: MAGAP. Noviembre 2013.

De acuerdo al estudio realizado por la Superintendencia de Compañías (2018) las provincias con mayores ingresos por ventas de acuerdo con el ranking de ingresos por ventas desde el 2015-2019 y en contraste con el estudio realizado por la AEBE (como se citó en Ekos, 2017) que fueron Guayas, Pichincha, El Oro y Manabí; con una participación promedio anual de 51%, 23%, 18%, y 8% respectivamente. Las ciudades: Guayaquil, Eloy Alfaro, Quito y Machala son las que generaron mayores ingresos por ventas anuales para el período de estudio. Estas, en conjunto, concentran el 66% del total de ingresos del sector de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca para el 2017. En el gráfico 1 se muestran las 4 provincias más representativas en la generación de ingresos, de acuerdo con el ranking del año 2017, que concentran el 90% del total del sector.

Gráfica 1. Ingreso promedio de ventas por provincia de las Microempresas en el sector A.



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros del Ecuador.

Elaborado por: Dirección Nacional de Investigación y Estudios.

Respecto a los principales consumidores de este producto, la AEBE (como se citó en Ekos, 2017), manifiesta que entre los países con mayor aceptación de la fruta es Rusia, ocupando el 21% del total exportado en los años 2015-2019. Le sigue Estados Unidos con el 17% y la Unión Europea con el 25% y otros países con el 3%.

A pesar de que el sector bananero enfrentó un desequilibrio económico a causa del confinamiento ocasionado por el COVID-19 mantuvo permanente la producción gracias a los contratos de precios fijos que con anterioridad se habían firmado. Este factor ha sido una ventaja para continuar con la producción y abastecer a los mercados que se exporta. De acuerdo a lo manifestado por el Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador (2017) el sector bananero productor y exportador es uno de los que siguen activos durante la emergencia sanitaria, aunque con algunas restricciones logísticas se ha podido coordinar acciones para mantener a la actividad funcionando con los protocolos emitidos por el Comité de Operaciones de Emergencia (COE) sosteniendo los empleos y la seguridad de los trabajadores.

#### 4.1 EXPORTACIONES

En la Tabla se puede apreciar la evolución de las exportaciones por actividad de cultivos de bananos y plátanos en la provincia de El Oro, en comparación con el total de exportaciones de estos productos a nivel nacional; en este caso, se aprecia que durante el año 2015 las exportaciones netas de la actividad de cultivo de banano y plátanos ascendió hasta \$31.080.366,13; mientras que el total de exportaciones de esta actividad sumo un total de \$366.113.382,44; esto determina que el Oro contribuyó en un 8,49% del total de estas exportaciones en 2015, en 2016 contribuyó de forma similar en un 8,49%, en 2017 con un 7%, en 2018 con un 9,75%, 2019 con 7,65%. Por el otro lado también se tienen los montos del PIB Nacional del Ecuador en los períodos analizados que, en contraste con las exportaciones netas de esta actividad, es posible señalar que la Provincia de el Oro contribuyó con sus exportaciones netas por actividad de Cultivo de bananos y plátanos en un 0,031% al PIB nacional del año 2015, en 2016 con un 0,029%, en 2017 con un 0,022%, 2018 con 0,031, 2019 con 0,028.

Tabla 5. Exportaciones Netas del sector bananero en el Oro y su contribución a las exportaciones totales de este sector y al PIB Nacional.

Actividad	2015	2016	2017	2018	2019
Cultivo de bananos y plátanos	\$31.080.366	\$28.918.147	\$22.575.938	\$33.818.791	\$30.179.622
<b>Total de exportaciones netas por actividad de Cultivo de bananos</b>	<b>\$366.113.382</b>	<b>\$340.618.692</b>	<b>\$322.691.908</b>	<b>\$346.941.000</b>	<b>\$394.755.158</b>

<b>Actividad</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Contribución de las exportaciones del Oro por actividad de Cultivo de bananos y plátanos en el total de exportaciones por esta actividad	8,49%	8,49%	7,00%	9,75%	7,65%
PIB Nacional del Ecuador	\$99.290.381	\$99.937.696	\$104.295.862	\$107.562.008	\$107.435.665
Contribución de las exportaciones del Oro por actividad de Cultivo de bananos y plátanos en el PIB Nacional	0,031%	0,029%	0,022%	0,031%	0,028%

Fuente: Extraído de la base de datos del SRI mediante la herramienta Saiku.

## 4.2 SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y VENTAS

Resulta también necesario tener en cuenta la superficie plantada y cosechada de banano en el Oro y la producción y venta resultante de esta; en la Tabla 6 se tiene la superficie plantada y cosechada de banano en la provincia del Oro y se la compara con el total nacional, lo mismo para la producción y las ventas totales en la provincia. En este caso la tabla en el año 2015 muestra que El Oro cosechó una superficie plantada total de 39.953 Has. (38.375 correspondientes a productores independientes o solos y 1.578 correspondientes a productores asociados), de este terreno plantado, un terreno total de 39.117 has fue cosechado (37.758 por productores independientes y 1.359 por productores asociados) y se logró una producción total de 1.387.003 Tm. de banano (1.379.521 por productores independientes y 7.482 por productores asociados) y de este total producido se vendió 1.374.952 Tm. (1.367.726 por productores independientes y 7.226 por productores asociados); en perspectiva, se aprecia además que en este año 2015, del total de superficies plantadas en el Oro, la provincia compone el 20,43% de las superficies plantadas de Banano a nivel nacional, compone el 21,09% del total de superficies cosechadas de banano a nivel nacional, compone el 19,28% de producción total de banano a nivel nacional y compone el 19,59% de las ventas totales de banano a nivel nacional. Este mismo análisis se puede extrapolar para los demás años, en los cuales la composición porcentual varía ligeramente.

Tabla 6. Superficie, según producción y ventas de banano en El Oro y a nivel nacional.

AÑO	REGIÓN Y PROVINCIA		SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCIÓN (Tm.)	VENTAS (Tm.)
			Plantada	Cosechada		
2015	EL ORO	Solo	38.375	37.758	1.379.521	1.367.726
		Asociado	1.578	1.359	7.482	7.226
	<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>195.533</b>	<b>185.489</b>	<b>7.194.431</b>	<b>7.018.621</b>
	% de composición en el total Nacional		20,43%	21,09%	19,28%	19,59%
2016	EL ORO	Solo	43.323	41.285	1.071.577	1.056.590
		Asociado	1.328	1.055	3.818	3.244
	<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>224.152</b>	<b>212.410</b>	<b>6.529.227</b>	<b>6.332.111</b>
	% de composición en el total Nacional		19,92%	19,93%	16,47%	16,74%
2017	EL ORO	Solo	45.179	41.655	1.481.545	1.452.773
		Asociado	877	637	2.533	1.858
	<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>166.972</b>	<b>158.057</b>	<b>6.282.105</b>	<b>6.056.309</b>
	% de composición en el total Nacional		27,58%	26,76%	23,62%	24,02%
2018	EL ORO	Solo	42.120	38.567	1.560.601	1.540.286
		Asociado	946	836	1.602	1.202
	<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>173.706</b>	<b>161.583</b>	<b>6.505.635</b>	<b>6.413.259</b>
	% de composición en el total Nacional		24,79%	24,39%	24,01%	24,04%
2019	EL ORO	Solo	45.549	45.036	1.641.824	1.620.356
		Asociado	251	251	7.255	7.202
	<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>168.654</b>	<b>163.908</b>	<b>6.250.900</b>	<b>6.200.049</b>
	% de composición en el total Nacional		27,16%	27,63%	26,38%	26,25%
2020	EL ORO	Solo	43.416	43.344	1.481.452	1.462.290
		Asociado	251	251	7.255	7.202
	<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>165.080</b>	<b>160.631</b>	<b>6.023.390</b>	<b>5.917.569</b>
	% de composición en el total Nacional		26,30%	26,98%	24,59%	24,71%
2021	EL ORO	Solo	42	41	1.501.843	1.491.445
		Asociado	33	31	256	20
	<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>167.893</b>	<b>164.085</b>	<b>6.684.916</b>	<b>6.470.268</b>
	% de composición en el total Nacional		25,14 %	25,09 %	22,47 %	23,05 %

Fuente: Extraído del Banco de Datos Abiertos del INEC.



## 5 CONTRIBUCIÓN DE IMPUESTOS GENERADOS POR EL SECTOR BANANERO

### 5.1 IMPUESTO A LA RENTA

Las contribuciones proporcionadas por actividades de cultivo de bananos y plantas tampoco deben de pasar desapercibidos, y en especial el peso que tiene la provincia de el Oro en el total de las contribuciones por este tipo de actividad.

En la Tabla 7 se presentan los montos de impuesto a la renta causado por actividades de cultivo de bananos y plátanos en el Oro, comparando estos con el total de impuestos causados por esta actividad a nivel nacional y esta a su vez se la compara con el total de impuestos causados a nivel nacional. La tabla debe de analizarse de la siguiente forma, por ejemplo en 2015 se ve como El Oro contribuye con \$96.897,32 de impuesto a la renta causado por actividades de cultivo de banano y plátano, monto que se configura como el 3,58% del total nacional de impuesto causado por esta actividad; así también, en 2015 el total nacional de impuestos por este tipo de actividades contribuyo en un 0,11% al total nacional de impuesto causado.

Tabla 7. Impuesto a la renta causado por cultivo de bananos y plátanos en el Oro y comparación con total nacional de impuesto a la renta causado por este sector del total nacional de IVA causado (Miles de dólares).

Actividad	2015	2016	2017	2018	2019
Cultivo de bananos y plátanos	96.897,32	134.507,94	103.272,43	248.401,78	101.656,14
<b>Total nacional de impuesto a la renta por actividades de cultivo de bananos y plátanos</b>	<b>2.706.105,40</b>	<b>2.817.419,30</b>	<b>2.351.764,44</b>	<b>1.645.236,52</b>	<b>1.365.758,17</b>
% de Contribución de El Oro al total nacional de impuesto causado por actividades de cultivo de bananos y plátanos	3,58%	4,77%	4,39%	15,10%	7,44%
<b>Total nacional de impuesto a la renta</b>	<b>2.431.665.988</b>	<b>2.437.871.529</b>	<b>2.226.757.150</b>	<b>2.608.749.354</b>	<b>2.410.967.381</b>
% de Contribución del sector de cultivo de bananos y plátanos al total nacional de impuesto causado	0,11%	0,12%	0,11%	0,06%	0,06%

Fuente: Extraído de la base de datos del SRI mediante la herramienta Saiku.

### 5.2 IMPUESTO AL VALOR AGREGADO

De acuerdo a la Tabla 8, la contribución de impuesto causado de IVA que genera el sector bananero en El Oro es de \$348.014,25 el cual responde al 21,93% de contribución

al total nacional de IVA causado por esta actividad y al mismo tiempo, este total nacional de IVA causado por actividades representa un 0,0032% del total nacional de IVA causado en el año 2015. A diferencia del año 2016 al 2019 que tuvo una contribución fiscal del 23.29%, 19.88%,18.49% y 24.98% a nivel de provincia.

Tabla 8. IVA causado por cultivo de bananos y plátanos en el Oro y comparación con total nacional de IVA causado por este sector en total nacional de IVA causado.

<b>Actividad</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Cultivo de bananos y plátanos	\$348.014,25	\$337.008,86	\$298.296,54	\$272.008,60	\$297.858,35
<b>Total nacional de IVA causado por actividad de cultivo de bananos y plátanos</b>	<b>\$1.586.812</b>	<b>\$1.447.112</b>	<b>\$1.500.194</b>	<b>\$1.471.198</b>	<b>\$1.192.150</b>
% de Contribución de El Oro al total de IVA causado por actividades de cultivo de bananos y plátanos	21,93%	23,29%	19,88%	18,49%	24,98%
<b>Total nacional de IVA causado</b>	<b>\$4.940.733.294,47</b>	<b>\$5.150.956.043,33</b>	<b>\$5.107.907.037,80</b>	<b>\$4.903.147.274,55</b>	<b>\$4.987.998.464,49</b>
% de Contribución de del sector de cultivo de bananos y plátanos al total de IVA causado	0,032%	0,028%	0,029%	0,030%	0,024%

Fuente: Extraído de la base de datos del SRI mediante la herramienta Saiku.

## 6 GENERACIÓN DE EMPLEO

Posteriormente, la Tabla 9, que establece los indicadores de empleo proporcionados por la INEC, registra que durante diciembre de 2015 hubo un número de personas con empleo de 295.569 (contribuyendo esta provincia al empleo nacional en un 4,06%), en 2016 este número fue de 299.338 (contribuyendo al empleo nacional en 4,01%) y en 2017 de 318.388 (contribuyendo al empleo nacional en un 4,13%).

Tabla 9. Indicador de empleo Nacional, Provincial de El Oro y su participación.

Periodo	Desagregación	Nacional	Provincia	% de participación
		Total	El Oro	
dic-15		7.274.221	295.569	4,06%
dic-16	Empleo	7.463.579	299.338	4,01%
dic-17		7.712.177	318.388	4,13%

Fuente: INEC 2017.

Al intentar extrapolar esta información al número de trabajadores de Orenses que se encuentran trabajando para empresas bananeras, la información es mucho más limitada; es aceptable lo que señala el Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador (2017):

En el año 2013, las inversiones en el área de producción e industria relacionada (bienes y servicios necesarios para la producción de banano) así como los procesos actuales de exportación de esta frutan generan trabajo para más de un millón de familias ecuatorianas. Esto benefició a más de 2,5 millones de personas (aproximadamente el 6% de la población total de Ecuador) en nueve provincias que dependen en gran medida de la industria bananera. Este sector representa un eje central para la actividad económica, generando mayores ingresos y proporcionando más oportunidades de empleo en comparación con otros sectores productivos no petroleros del país. (p. 3)

Por otro lado, Falquez Batallas (en su Proyecto de Ley Derogatorio a La Ley Para Estimular y Controlar La Producción y Comercialización Del Banano, Plátano (Barraganete) y Otras Musáceas Afines Destinadas a La Exportación Por La Ley de Protección Bananera, 2018) también destaca que:

La producción bananera en el país es pilar fundamental como fuente de empleo nacional, proporcionando por actividades productivas de campo trabajo a 216.400 ecuatorianos y de forma indirecta (por procesamiento en finca, transporte interno en el país, colocación en los buques, labores de Aero atomización, fabricación de fundas plásticas y cajas de cartón, elaboración de fertilizantes y pesticidas, etc.) a más de dos millones y medio de habitantes en el país. (p. 3)

## 7 CONCLUSIONES

En este trabajo se recalcó que la Micro pequeña y mediana empresa abarca a cualquier persona física o jurídica que, como unidad productiva, se dedique a actividades productivas, comerciales y/o de servicio y cumplan con el valor total de número de trabajadores y valores brutos de las ventas anuales, según tabla de Clasificación de las MIPYMES.

Como se pudo observar en las investigaciones analizadas desde el año 2015 hasta el año 2019, el sector bananero es una de las fuentes primordiales de ingreso en la economía

ecuatoriana, siendo la provincia de El Oro, una zona en la que participan el 8% en esta actividad. Tal como lo manifiestan varios autores, el sector bananero es una actividad que genera fuente de empleo ya sea directa o indirectamente en la producción, comercialización, exportación o fabricación de insumos o de derivados del banano, así como también aporta al PIB ecuatoriano ya que es generador de divisas por medio de la exportación.

La manera en la que la continuidad de las actividades productivas bananeras han aportado a la estabilidad económica y social de la provincia durante la crisis del Covid-19 habla de la importancia de este sector como principal fuente de ingresos no petroleros y la responsabilidad colectiva de fortalecer la posición de las microempresas bananeras para procurar mayores y mejores oportunidades de subsistencia a varias familias ecuatorianas, fortalecer la estructura financiera del territorio y ampliar la aportación fiscal para la inversión en obras de mejora ciudadana.

Se ha observado que la actividad bananera en la provincia de El Oro ha contribuido en promedio el 8,37% del total de las exportaciones de esta fruta desde el 2015-2019, en comparación con el aporte económico que tienen las microempresas en 0,14% del PIB nacional. Comportamiento económico favorable logró representar el 9,57% del PIB del sector agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, superando a la provincia de El Guayas, Los Ríos y Pichincha. Por otra parte, el sector contribuye en un promedio de 7,06% de impuestos causados en relación al nivel de impuesto recaudado a nivel nacional. El significado de estos valores tiene una gran relevancia con relación a otras industrias agrícolas, como el cacao, el café o las frutas, tanto a nivel económico como humano, pues se procura la continuidad de un factor que se ha transformado en tradición provincial y sello de identidad territorial no obstante, el sector aún se encuentra en una situación precaria, pues la informalidad impide la generación de un aporte fiscal, la precaria gestión obstaculiza su transformación en medianas o grandes empresas de producción bananera y su falta de acceso a recursos crediticios limita su capacidad de crecimiento.

De lo anterior se deriva la necesidad de contar con programas de apoyo al sector microempresarial bananero, ofreciendo oportunidades de incorporar herramientas de gestión administrativa para una mejor coordinación interna, consolidando conocimientos de mejora productiva y ofreciendo medios para facilitar la adquisición de recursos que pongan en práctica estos conocimientos.

## REFERENCIAS

Araujo, J., & Malan, N. (2019). Análisis de la Situación Económica de los Pequeños Productores de Banano de la Parroquia Jesús María del Cantón Naranjal, Provincia del Guayas Durante el Período 2015 - 2017 [Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. En *Journal of Chemical Information and Modeling*. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3231/1/T-ULVR-2828.pdf>

- BCE. (2020). *Información Estadística Mensual*. Boletín 2018: Abril 2020. <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- Cardozo, E., Velásquez de Naime, Y., & Rodríguez Monroy, C. (2012). El concepto y la clasificación de PYME en América Latina. *Global Conference on Business and Financing Proceedings*, 7, 1630-1641.
- Corporación Financiera Nacional. (2017). Ficha sectorial: banano y plátanos. En *Ficha Sectorial*. <https://www.cfn.fin.ec/transparencia/?tabcfn-transparencia#tabtransparencia>
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, Reformado Registro Oficial 92 (2018). <https://www.correosdelecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/COPCI.pdf>
- Ekos. (2017, septiembre 28). *Una mirada al sector bananero ecuatoriano*. General. <https://www.ekosnegocios.com/articulo/una-mirada-al-sector-bananero-ecuatoriano>
- García, M. B., Ollague, J., & Capa, L. (2018). Las microempresas y la necesidad de fortalecimiento: reflexiones de la zona sur de Manabí, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 10(2), 40-46.
- Grupo FARO. (2020). *Impacto del Proyecto de Ley Orgánica Orgánica de Apoyo Humanitaria para Combatir la Crisis Sanitaria Derivada del COVID 19*. <https://grupofaro.org/capitulo-3-ley-organica-de-apoyo-humanitario-para-combatir-la-crisis-sanitaria-derivada-del-covid/>
- Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2016). Sector Analysis: Banano 2016. En *Sector Analysis*. <https://ocaru.org.ec/index.php/debate-rural/politica-publica/normativas/item/6968-analisis-sector-banano>
- Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario, Reformado Ley 0 Registro 444 de 10 -mayo-2011 65 (2018). [http://www.seps.gob.ec/documents/20181/25522/LEY ORGANICA DE ECONOMIA POPULAR Y SOLIDARIA actualizada noviembre 2018.pdf/66b23eef-8b87-4e3a-b0ba-194c2017e69ab](http://www.seps.gob.ec/documents/20181/25522/LEY%20ORGANICA%20DE%20ECONOMIA%20POPULAR%20Y%20SOLIDARIA%20actualizada%20noviembre%202018.pdf/66b23eef-8b87-4e3a-b0ba-194c2017e69ab)
- Marco, D., & Giovanni, S. (2018). Mipymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. En Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (Ed.), *Hannah Arendt. Una filosofía de la natalidad*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/75). <https://doi.org/10.2307/j.ctvt7x6tm.3>
- Mario Enrique Haro Salazar y Diana Piedad Espinoza Alcivar (2017): "Impuesto a la renta único al sector productor de banano en el Ecuador", *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Ecuador, (marzo 2017). <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/banano.htm>
- Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador. (2017). Informe Sector Bananero Ecuatoriano. *Ministerio de Comercio Exterior*, 53(9), 1689-1699. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-español-04dic17.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Informe De Rendición De Cuentas*. <https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Informe-de-Rdc-2018-final.pdf>
- Naciones Unidas. (2020, junio 27). *Micro-, Small and Medium-sized Enterprises Day*. <https://www.un.org/es/observances/micro-small-medium-businesses-day>
- Proyecto de ley derogatorio a la ley para estimular y controlar la producción y comercialización del banano, plátano (barraganete) y otras musáceas afines destinadas a la exportación por la ley de protección bananera, Pub. L. No. 321011, 18 (2018).

Ramírez Echeverry, H. F., & Suárez Balaguera, L. E. (2016). *Norma de Información Financiera para Microempresas* (L. B. Piragauta Correa (ed.)). Universidad Libre. <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/NIF-MICROEMPRESAS.pdf>

SRI. (2020, febrero 1). *Catastro de Régimen para Microempresas*. <https://www.sri.gob.ec/web/guest/catastros>

Superintendencia de Compañías. (2018). *Panorama De Las Mipymes Y Grandes Empresas En El Ecuador 2013 - 2017*. En S. Camino Mogro, N. Bermúdez Barrezueta, D. Alvarado Aucaquizhpi, & F. Vite Vera (Eds.), *Panorama de sector de servicios*. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. <https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2018/09/Panorama-de-las-MIPYMES-y-Grandes-Empresas-2013-2017.pdf>

# CAPÍTULO 7

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

Data de submissão: 23/05/2023

Data de aceite: 09/06/2023

### **Carlos Alfonso Márquez Ángel**

Postdoctor en Procesos  
Sintagmáticos de la  
Ciencia e Investigación  
Doctor en Educación con  
Énfasis en Administración Educativa  
Maitrise en Gestión de Organisations  
Magister en Gestión de Organizaciones  
Candidato a Magister en Mercadeo  
Especialista en Gerencia Empresarial  
Administrador de Empresas  
<https://orcid.org/0009-0001-4963-7155>

### **Javier Dario Canabal Guzman**

Postdoctor en Procesos  
Sintagmáticos de la  
Ciencia e Investigación  
Doctor en Educación con Énfasis en  
Administración Educativa  
Maitrise en Gestión de Organisations  
Magister en Gestión de Organizaciones  
Especialista en Planeamiento Educativo  
Especialista en Finanzas  
Administrador de Empresas  
Tecnólogo en Administración de Municipios  
<https://orcid.org/0000-0002-8557-8754>

### **Helmer Muñoz Hernandez**

Postdoctor en Procesos  
Sintagmáticos de la  
Ciencia e Investigación  
Doctor en Gerencia  
Magister en Ingeniería de  
Control Industrial  
Ingeniero de Sistemas de Información  
Ingeniero de Sistemas  
<https://orcid.org/0000-0002-2445-6585>

**RESUMEN:** El bilingüismo en el sector hotelero en la zona norte y centro de Montería, Colombia, es un factor clave para el desarrollo y el éxito de la industria turística en la región. Montería, situada en el departamento de Córdoba, es una ciudad en crecimiento que atrae a un número cada vez mayor de turistas nacionales e internacionales debido a su rica historia, cultura y belleza natural. En el contexto de un mundo globalizado, la capacidad de comunicarse en más de un idioma se ha convertido en un diferenciador crucial para las empresas del sector hotelero. Por lo tanto, muchos hoteles en la zona norte y centro de Montería han reconocido la importancia de contar con personal bilingüe para mejorar la experiencia del cliente y atraer a visitantes de habla no hispana. El bilingüismo en estos hoteles no solo se aplica al personal de recepción, sino también a los empleados en áreas clave como el servicio de restauración, el entretenimiento y la atención al cliente en general. Esta inversión en habilidades

lingüísticas ha demostrado aumentar la satisfacción de los huéspedes y la fidelidad hacia el hotel, lo que se traduce en un impacto positivo en la reputación del establecimiento y un aumento en las recomendaciones boca a boca. Además de la mejora en la calidad del servicio, el bilingüismo en el sector hotelero de Montería también ha propiciado una mayor apertura hacia el turismo extranjero y ha contribuido a romper las barreras culturales. Esto ha generado una experiencia más enriquecedora para los visitantes internacionales y ha fomentado la diversidad y la inclusión en la comunidad local. Para impulsar aún más el bilingüismo en la zona, se han establecido programas de capacitación y formación lingüística para el personal hotelero. Estos programas se han llevado a cabo tanto en asociación con entidades educativas locales como con organismos internacionales especializados en la enseñanza de idiomas. En resumen, el bilingüismo en el sector hotelero de la zona norte y centro de Montería ha demostrado ser una estrategia exitosa para mejorar la competitividad de los hoteles, aumentar la satisfacción del cliente y promover una mayor integración con el turismo internacional. La inversión en el desarrollo de habilidades lingüísticas ha generado beneficios tanto para la industria hotelera como para la comunidad en general, consolidando a Montería como un destino turístico de renombre en la región.

**PALABRAS-CLAVE:** Bilingüismo. Turismo internacional. Competitividad. Hoteles. Estrategia.

## 1 INTRODUCCIÓN

En el ámbito nacional es de gran importancia contar con hoteles que cuenten con un nivel de bilingüismo altamente potencial entre el talento humano que allí laboran, esto con el fin de atender y entender a los visitantes en su propio idioma y ofrecerles el servicio que requiere y necesita; En Montería considerada capital ganadera de Colombia, ciudad donde se realizan varios certámenes entre culturales y festividades durante el año, de acuerdo a registro tomado por (LaJornada, 2022), desde que comenzó junio hasta mediados del mismo entraron y salieron del aeropuerto Los Garzones alrededor de 45 mil pasajeros, es por ello que en el sector hotelero es de vital importancia contar con un personal que domine el idioma en el cual el turista extranjero de idioma inglés pueda ser atendido, siendo la comunicación el medio de interacción con el cliente para lograr una experiencia de servicio agradable.

El sector hotelero ubicado en la zona centro y norte de la ciudad y su nivel de bilingüismo del talento humano, al manejar este idioma generaría confianza al turista, permite productividad en el renglón del turismo además de brindarle una imagen positiva a la ciudad y al departamento de córdoba; hoy día el bilingüismo en el sector hotelero toma fuerza.

De acuerdo a (Larazon.com, 2021) La Agencia de atracción de inversiones solicitaron a la academia y autoridades aunar esfuerzos para mejorar los índices de bilingüismo y volver a la ciudad más competitiva. Montería está en un punto favorable de competitividad, excepto en el bilingüismo, por eso desde el sector empresarial sostienen que mejorando este tema la ciudad lograría mejor imagen a nivel nacional e internacional.



## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Colombia es un País que posee diversidad de lugares muy atractivos para visitar, reconocida como uno de los destinos turísticos más llamativos de Latinoamérica, este sector representa uno de las principales alternativas de desarrollo y economía para el país, debido a su contribución a empleos formales e informales, Con la crisis sanitaria global, el sector hotelero se ha visto seriamente afectado, sin embargo, a las últimas investigaciones reflejan una recuperación indicó El Consejo Mundial de viajes y Turismo (WTTC), aseguró que para el 2022 esta Industria contribuirá con \$USD 11.5 billones al PIB de la Nación y generará más de 443.300 nuevos puestos de trabajo en Colombia datos registrados (infobae, 2022). En Colombia encontramos una de las ciudades que hoy genera impacto en el desarrollo y es Montería, galardonada como capital ganadera de Colombia que viene despertando el interés de visitantes, es por ello que la industria hotelera debe evaluar si están en capacidad de atender a los extranjeros que llega considerablemente al hotel y estos cuenten dentro de su establecimiento con el talento humano idóneo en el manejo del bilinguístico que atienda al turista extranjero, considerando una de las locuciones más importante de capital humano el bilingüismo, el desarrollo de una ciudad depende de muchos factores y montería no puede ser la excepción por lo tanto, la finalidad es contribuir a favor de la importancia que conlleva aplicar este servicio generando múltiples beneficios, a su vez causando un buen impacto cumpliendo con las necesidades y expectativas de nuestros visitantes extranjeros y dejando en alto este sector hotelero frente a sus visitantes, la ciudad y el país.

### 2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué necesidad hay de que exista en los hoteles de la zona centro y norte de Montería, con talento humano con un manejo de bilingüismo para los turistas extranjeros que lleguen a la ciudad?

## 3 JUSTIFICACIÓN

La presente Investigación se enfoca en unos factores a tener en cuenta como lo es: Bilingüismo, Ingles, en el sector hotelero ciudad de Montería. Hablar un idioma como lo es el inglés es casi obligatorio, convirtiéndose en el idioma universal, pero la realidad en Colombia es que no hay puntos favorables ante este tema, aunque pasó de estar en nivel muy bajo a nivel bajo, según dato (Hernandez, 2022), esto se convierte en factor

negativo para el país y Montería ciudad que está creciendo en infraestructura, desarrollo económico y a la vez va aumentando cada día un nivel muy competitivo comparado con las ciudades intermedia de Colombia, excepto con el bilingüismo.

Según (LaRazon.co, 2021) se genera la necesidad de determinar cuál es el nivel de bilingüismo en el talento humano del sector hotelero en la ciudad, esto nos permitirá evaluar la competitividad que tiene este sector frente a las expectativas y necesidades de los visitantes extranjeros y así demostrar por medio de un muestreo la carencia o el porcentaje calificado que tiene este sector con su talento humano.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar el nivel del bilingüismo en los hoteles zona centro y norte de la ciudad de Montería.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar la competitividad del sector hotelero de la ciudad de montería.
- Categorizar los niveles de bilingüismo del talento humano que labora en los hoteles de la ciudad de montería.

## 5 MARCO TEÓRICO

- ✓ Antecedentes: Conocer que percepción tiene el talento humano interno del sector hotelero sobre la importancia del manejo del bilingüismo como el inglés o en caso dado que estos no manejen un segundo idioma se interesen por aprenderlo y lo consideren de vital importancia para el reconocimiento entre la competencia. El sector hotelero y su talento humano son la población estudio en el cual se recogerá información a través de una encuesta dirigida a los gerentes, administradores o jefes de reservas de dichos establecimientos con el fin de conocer de primera fuente la información necesaria para determinar el grado de nivel de manejo del segundo idioma de su equipo de trabajo.

El soporte teórico es necesario para tener clara la terminología relacionada con el tema, el bilingüismo: permite conocer el idioma evaluando la capacidad que ostenta una persona de utilizar y hablar de manera indistinta dos lenguas diferentes, en cualquier tipo de situación comunicativa y siempre con una enorme eficacia, (Bilinguismo, 2003), y el termino Ingles tiene origen germánico es el idioma más hablado del planeta, es un instrumento de trabajo hoy en día imprescindible, ya que se ha convertido en una

necesidad para interactuar y relacionarnos con otras personas, a su vez permite entrar a un nivel competente en diferentes campos ya sea laboral, profesional y personal.

Según (e.Max Learning Institute, 2015) poseer una educación de dos idiomas es un gran punto a favor, para enfrentarse a un mercado competitivo a nivel laboral y social más enriquecedor, facilita las relaciones interpersonales y el conocimiento de nuevas culturas facilitando el acceso a información más amplia. Esta es la principal razón del estudio en identificar este nivel del manejo del inglés que posee el sector hotelero de la ciudad para lo cual genera un aporte importante para el desarrollo social y económico de la ciudad.

## 6 DISEÑO METODOLOGICO

### 6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es cuantitativa utilizando el tipo de muestreo probabilístico aleatorio simple dado que su desarrollo es estimar el “nivel de Bilingüismo en el sector hotelero de la zona centro y norte de la ciudad de Montería” de esta manera se pretende buscar a través de un grupo de individuos y por medio de la aplicación de encuestas que permitan la recolección de información, será un medio que facilitará un contacto directo con la realidad, alcanzaremos establecer y evaluar los niveles de conocimiento en el que se encuentra el sector hotelero y su talento humano frente al manejo de bilingüismo y si es necesario emplearlos en base al flujo de visitantes extranjeros de lengua inglés, que llegan a la ciudad.

### 6.2 POBLACIÓN

La Población para la investigación, son 27 hoteles de la ciudad donde participarán un numero de Veintidós (21) Personas representados entre Gerentes/Jefe de Reservas/ Administrador operativo de los hoteles más destacados de la zona centro y norte de Montería.

Tabla de Muestreo poblacional.

<b>HOTELES ZONA CENTRO MONTERIA</b>	
GHL: (Calle 44 #8-43)	Gte Gral. Carolina Gómez Pachón
HOTEL SINU (Cra 3 #31-38)	Gerente Dina Flórez
FLORIDA SINU (Calle 41 #15D-26)	Gte Diana Carolina Mendoza Montes
CUARTA AVENIDA (Calle 43 Con Cra 4)	Administradora Enith Andrade
HOTEL CALARCA (Calle 41 #6-2)	Administradora Johana Laguna
HOTEL BAROCA (Calle 31 #5-39)	Jefe de Reservas/operativa Merly Atencia
HOTEL COSTA BONITA (Calle 31 #5-39)	Administrador Carlos Pereira
HOTEL SANTORINI (Calle 33 #2-54)	Administrador Juan Carlos Vega

HOTEL MEDIA NARANJA (Cra 2 #35-48)	Administradora Maura Salgado
HOTEL CINCO (Cra 14 #16 <sup>a</sup> -31)	Administrador
SANTA CLARA BOUTIQUE (Cil. 40 #3-25)	Administrador Jimmy Piña
HOTEL RIVER CITY (Cra 5 #34-68)	Administradora Diana Herazo
HOTEL BARUCH (Cil 35 #4-24)	Administrador Aldemar García
HOTEL GRAN DIAMANTE (Cra 3 #39-15)	Administrador Juan Felipe Narváez
HOTEL LA CASA DORADA (Cra 3 #39-35)	Administradora Margarita Doria
HOTEL CENTRO (Cra 2 #36-64)	Administrador Mario Coneo
SABANA DEL SINU (Cil 36 #1C-24)	Jefe de reserva Jerónimo Garzón
HOTEL RIBERA SINU (Calle 38 #1w-22)	Administradora Francia Soto
HOTEL BARCELONA (Cra 1C #41-51)	Administrador Fredy Montiel
HOTEL RIVIERA CENTRAL (Cra 3 #34-58)	Jefe de Recepción David López
<b>ZONA NORTE MONTERIA</b>	
STANZA HOTEL (Calle 62 #6.99)	Administrador(a): Estefany Galván
HOTEL PARQUE DEL SOL	Gte: Adriana Lora Jefe De Reserva y eventos: Mirleidy Mora
H. SEXTA AVENIDA (Cra 51 #62B-32)	Gte: Juan Fernando Kerguelen
HOTEL UNION PLAZA (Cra 51 #63-33)	Jefe de Reservas y eventos: Iván Enamorado
HOTEL HAUSEN (Cra 6 #52 <sup>a</sup> -08)	Administradora: Ana Carolina Palomino
HOTEL SITES (Cra 6 Av. Circ. #65-24)	Sandra Liliana Monroy Barbosa Gte Gral.
HOTEL PLACES MALL (Cra 6 #65-24)	Jefe de Recepción Alejandro Torres
<b>TOTAL</b>	27

### 6.3 METODO Y PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS.

Los datos fueron recolectados por medio de un formato de preguntas en forma de encuesta aplicada a directivos Administrativos (gerentes, Administradores, jefe de Reservas) del sector hotelero, lo anterior permitió recoger datos en lo referente al tema de investigación para obtener la información, buscando de esta forma confiabilidad en el análisis de los datos. Con el fin entender mejor este importantísimo estudio (QuestionPro).

Ficha técnica de Investigación.

<b>ENCUESTA</b>	
Población de hoteles	27
Número de hoteles que contestaron la encuesta	21
Porcentaje de encuestas atendidas	78%
Numero de preguntas	10
Numero de Encuestas No Respondidas	06
Tipo de preguntas	Escala de puntuación, Pregunta Dicotómica, pregunta cerrada.

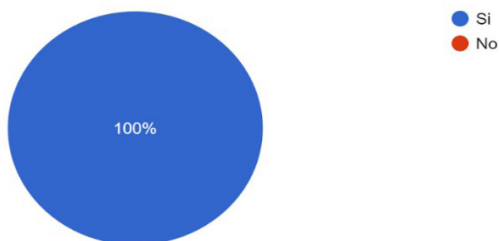
## 7 PLAN DE TABULACION

### 7.1 ANALISIS

- **Pregunta No,1:** Se observa que el sector hotelero reconoce la importancia que implica aprender hoy en día el idioma inglés, con un porcentaje del 100%.

1. Considera el Hotel importante el Bilingüismo?

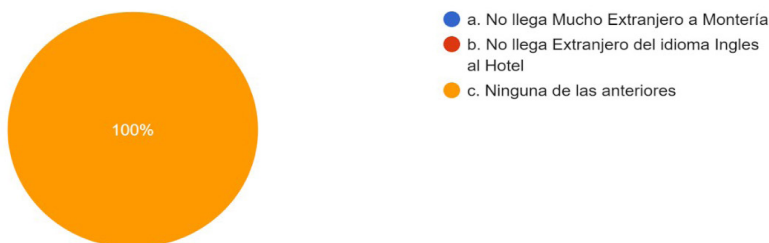
21 respuestas



- **Pregunta No,2:** El 100% de los encuestados afirma que el inglés es importante y en su hotel, aunque no lleguen extranjeros a su hotel.

2. Porque considera que No es Importante.

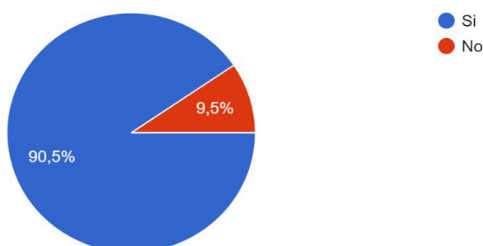
6 respuestas



- **Pregunta No,3:** El 90,5% de los encuestados afirma que llegan a hospedarse en sus hoteles turistas extranjeros con idioma inglés.

3. A su Hotel llegan visitantes Extranjeros con el Idioma Inglés?

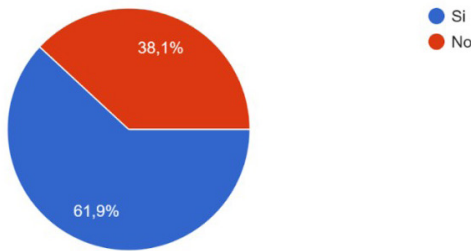
21 respuestas



- Pregunta No,4: El 61.9% implementa como política de selección de personal el manejo del inglés en hotel. El 38.1% no tiene el inglés como política para filtrar en el proceso de selección de nuevos empleados a vincular.

4. Considera Usted que el Hotel dentro de sus Políticas de selección es indispensable el segundo Idioma?

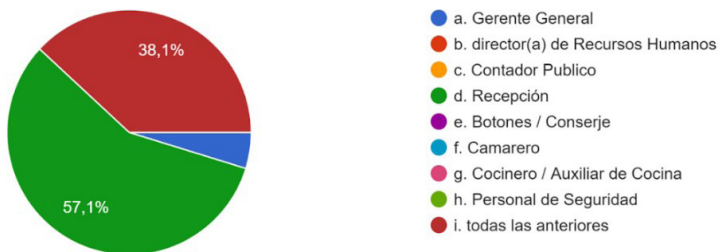
21 respuestas



- Pregunta No,5: El 57.1% considera que el cargo de recepción debe manejar el inglés, el 38.1% considera que todos los cargos deben manejar el idioma y por ultimo con el 4.8% considera que solo el cargo del gerente debe manejar el inglés.

5. ¿Considera usted, de los siguientes cargos quien debe manejar el Idioma Inglés?

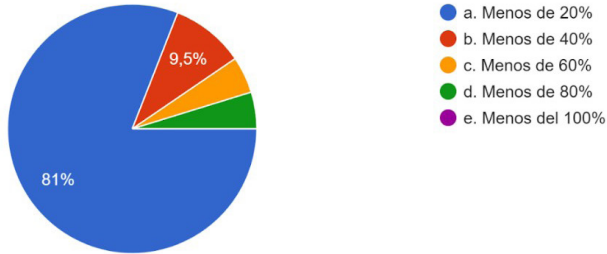
21 respuestas



- Pregunta No,6: El 81% de los encuestados afirma que menos del 20% de sus huéspedes no llegan conversando en el idioma inglés, el 9.5% manifiesta que 40% de los huéspedes que llegan al hotel conversan en inglés, y por último el 4.75% que entre el 60% y el 80% de los huéspedes llegan al hotel manejan el idioma inglés.

6. Cuantos Visitantes de Idioma Inglés Llegan a su Hotel?

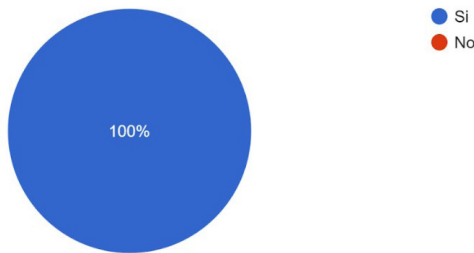
21 respuestas



- Pergunta No,7: El 100% de los encuestados está de acuerdo que su equipo de trabajo debe capacitarse en em manejo del idioma inglés.

7. Le gustaria Capacitar al Talento Humano en el Idioma Inglés, para mejorar la Competitividad?

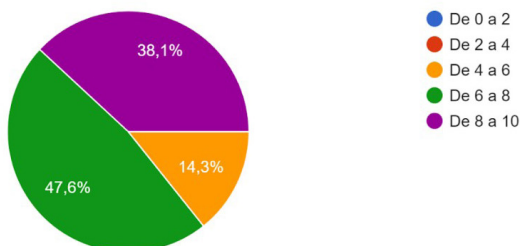
21 respuestas



- Pergunta No,8: Con el 47.6% de los encuestados considera importante el manejo del idioma inglés en una calificación de 6 a 8 lo que se podría afirmar que es alto, el 38.1% considera una calificación de 8 a 10 la importancia del manejo del inglés y por último el 14.3% considera de 4 a 6 la importancia en su hotel.

8. Indícanos que Importancia representa para el Hotel el manejo de la segunda lengua Ingles? siendo 10 la calificación más alta.

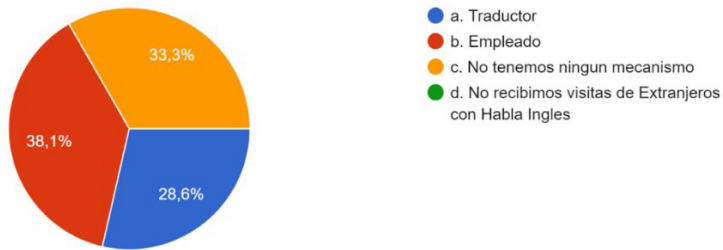
21 respuestas



- Pregunta No,9: El 38.1% utiliza a su equipo de trabajo capacitado con el manejo de la segunda lengua en atender al huésped, el 33.3% se las ingenia como entender al huésped ya que no tiene ningún mecanismo para lograr genera una conversación y el 28.6 buscar un traductor.

9. Cuando recibes visitantes Extranjeros de diferente Idioma al español que mecanismo utiliza para traducir su Lenguaje.?

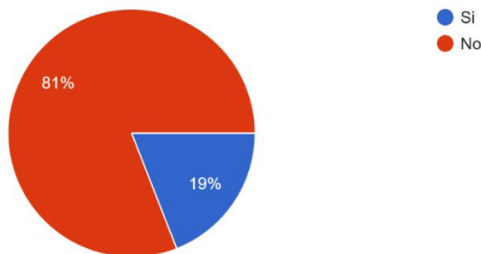
21 respuestas



- Pregunta No,10: El 81% de los encuestados afirma que aplican algún tipo de prueba al candidato para evaluar el manejo de la segunda lengua y el 19% manifiesta que no realizan ningún tipo de evaluación.

10. ¿Al momento de seleccionar el Talento humano de tu Hotel, hacen prueba de segundo idioma?

21 respuestas



## 8 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados en las encuestas aplicadas en esta investigación:

- ✓ Se logró evidenciar que uno de los factores que limitan el crecimiento turístico en Montería es la falta de interés por parte del sector hotelero en la capacitación de todo su equipo de trabajo en el del bilingüismo, En este caso el inglés que viene siendo actualmente el idioma universal.



- ✓ Es Indispensable el área de talento humano al momento de seleccionar personal para trabajar en el sector hotelero, debe encargarse de reforzar sus estándares de calidad y exigir dentro del perfil personal que tenga un nivel aceptable de inglés y la consideración que éste debe estar dentro de sus políticas de selección.
- ✓ Los hoteles en búsqueda de estar en un nivel competitivo a nivel internacional mediante estrategias que los diferencie de la competencia es muy importante contar con el equipo de trabajo que conforman las áreas de la organización entiendan y puedan expresarse mediante el bilingüismo para recibir aquellos visitantes extranjeros.
- ✓ Se determina el alto interés de las personas que laboran en este tipo de empresas en querer estudiar en idioma inglés sea o no patrocinado por las empresas, lo que facilita para el sector entrar a un nivel de satisfacción de cliente cuando llegue a su marca, ya que las personas en su mayoría le disgusta estudiar el idioma.
- ✓ Es preocupante que el nivel estratégico de las organizaciones no tenga dentro de sus prioridades el aumentar el poco o nada nivel de inglés que manejan sus equipos de trabajo.
- ✓ La categoría del sector con base en los estándares de calidad que tiene esta actividad económica es baja por la falta del manejo de idioma extranjero en este caso el inglés.

## 9 RECOMENDACIONES

A partir del descubrimiento que arroja esta investigación, es de carácter urgente aplicar en el sector las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda tener en cuenta dentro de los escenarios sector hotelero iniciar lo antes posible la cultura del conocimiento hacia el idioma inglés en los gerentes administradores así mismo todo el equipo de trabajo.
- Realizar alianza estratégica con las conexiones entre representantes con el Ministerio de comercio Industria y turismo, Agencias de viajes, hoteles, SENA, y demás actores de este gremio para buscar mecanismos de capacitación sean presencial o virtual además de planes que permitan fortalecer el sector hotelero como los negocios que giran alrededor de este sector para generar un nivel competitivo de talla internacional con el fin de poder generar un impacto considerable de visitantes en la ciudad.

- Que los ETDH Educación para el desarrollo y trabajo humano y las universidades con presencia en la ciudad opten por el Bilingüismo de manera transversal en todos sus programas académicos ya que el sector hotelero requiere técnicos y profesionales altamente capacitados no solo en sus áreas de estudios si no también en el inglés. Lo que traerá mayores oportunidades de trabajo para estos graduados.

## BIBLIOGRAFIA

### RECURSOS ELECTRONICOS:

Consejo Mundial de viajes y Turismo (WTTTC) <https://www.infoabe.com>

Extranjeros visitantes en Montería Junio 25 2022 <https://www.lajornada.co>.

Sector turístico de Montería <https://larazon.co/monteria/gremios-piden-fortalecer-indice-de-bilinguismo-en-monteria-para-mejorar-competitividad/>

Colombianos tienen mejor nivel de Inglés que hace un año <https://www.rcnradio.com/estilo-de-vida/educacion/colombianos-tienen-mejor-nivel-de-ingles-que-hace-un-ano-segun-estudio>

Gremios hotelero piden fortalecer nivel de inglés <https://larazon.co>

Diseño de investigación metodología: [https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/258462/mod\\_resource/content/1/DISE%C3%91O\\_METODOLOGICO-CALDERON.pdf](https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/258462/mod_resource/content/1/DISE%C3%91O_METODOLOGICO-CALDERON.pdf)

Guía para la Recolección de datos para diseño metodológico: Métodos y técnicas de recolección de datos más efectivos. <https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-recoleccion-de-datos/>

Importancia del Inglés en el mundo laboral <https://www.eluniversal.com.co/viernes/la-importancia-de-un-segundo-idioma-en-el-mercado-laboral-CE6134576>

Montería, Primer destino con mayor crecimiento turístico <https://www.monteria.gov.co/publicaciones/3019/monteria-primer-destino-con-mayor-crecimiento-turistico/>

Plan de Colombia para atraer más turistas Internacionales <https://forbes.co/2022/04/04/forbes-life/el-plan-de-colombia-para-atraer-mas-turistas-internacionales/>

El Bilingüismo Competitivo Ucha, F. (diciembre, 2013). Definición de Bilingüismo. Definición ABC. Desde <https://www.definicionabc.com/comunicacion/bilinguismo.php>

## CAPÍTULO 8

### DETECCIÓN DE NIVELES DE SEVERIDAD DE INCENDIOS FORESTALES A TRAVÉS DE IMÁGENES DE SATÉLITE<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup> 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.

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.

## 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 multispectrales 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).

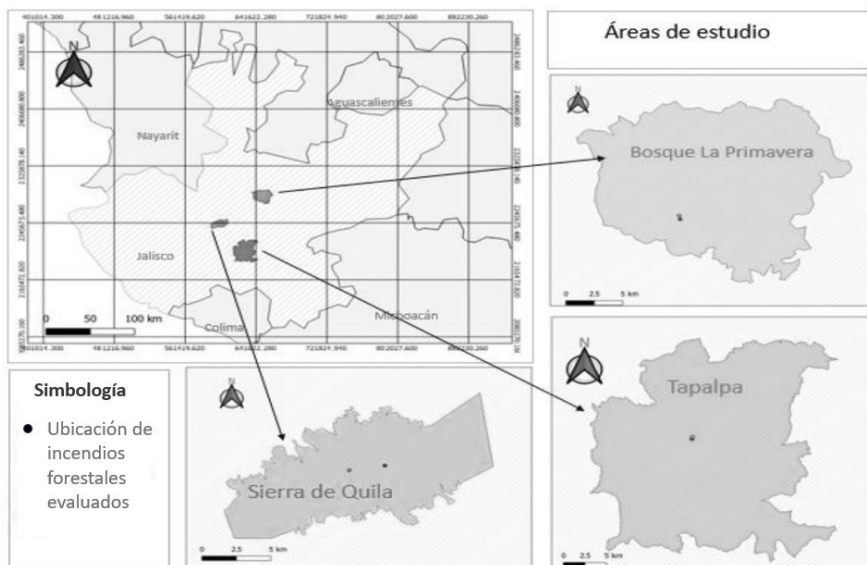
En este trabajo se hace un análisis de la clasificación de la severidad de incendios en bosque de pino- encino utilizando el índice de quemado normalizado (NBR) obtenido de imágenes satelitales previas y posteriores a la ocurrencia del incendio y el índice de quemado normalizado diferenciado (dNBR) el 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  $\mu\text{m}$ ) y banda 7 (2.11–2.29  $\mu\text{m}$ ) 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

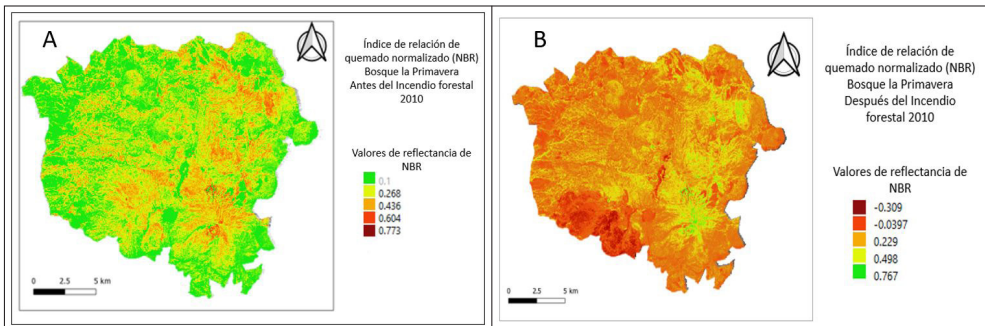
Debió a que en campo solo se determinaron áreas con incendios moderados y extremos, las categorías de los rangos de dNBR se agruparon considerando los valores de severidad baja y media como la severidad moderada observada en campo y los valores alto y muy alto como la severidad extrema.

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

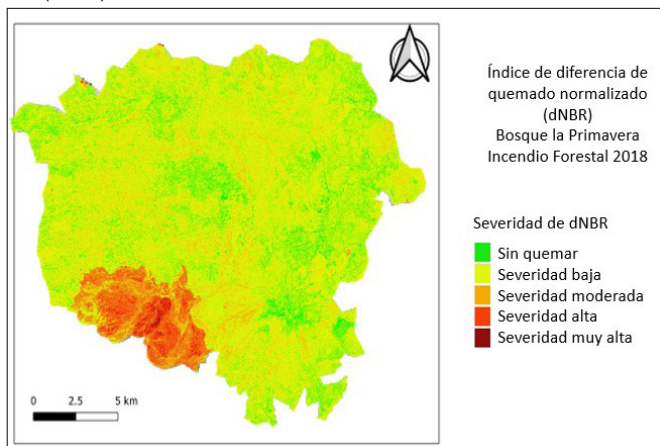
Se aplicó el índice NBR, a la imagen anterior a la ocurrencia de los incendios forestales para cada área de estudio. En donde se puede observar un rango homogéneo de valores los cuales indican que no presenta daño por incendios. En cambio, al aplicar el índice NBR a la imagen posterior a la ocurrencia 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).

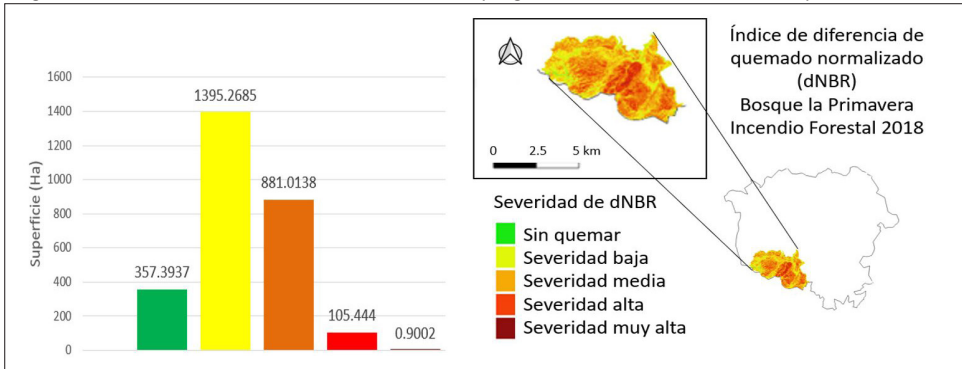
Valor de dNBR	Nivel de severidad
-0.10 – 0.10	Sin quemar
0.10 – 0.27	Baja severidad
0.27 – 0.44	Severidad media
0.44 - 0.66	Alta severidad
>0.66	Muy alta severidad

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).

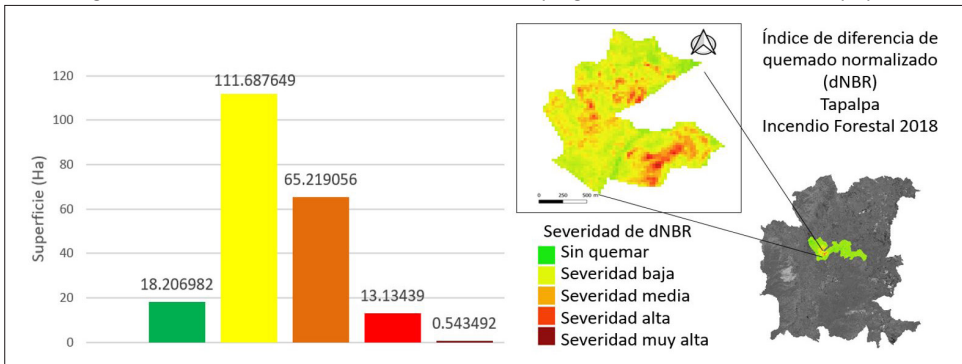


Figura 4. Grafica de severidad del incendio dentro del polígono afectado en el área del Bosque La Primavera.



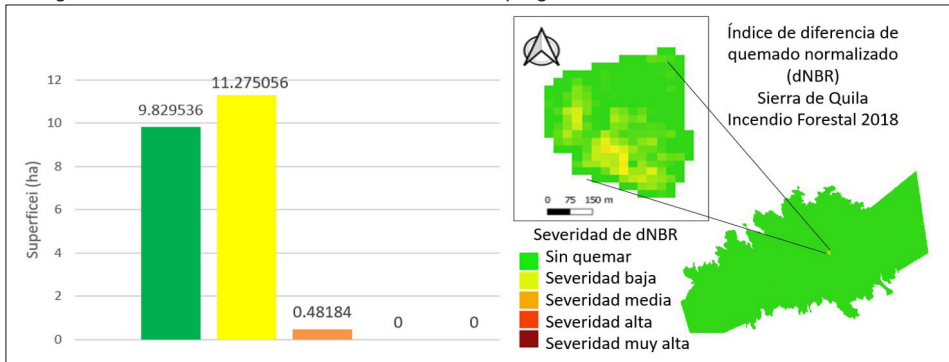
Para Tapalpa el polígono afectado se reporta de 209 ha aproximadamente, siendo, al igual que la región del Bosque La Primavera, la categoría con mayor extensión la de severidad baja, y la categoría con menor extensión la de severidad muy alta (Figura 5).

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, Psomiadis, 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](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.

# CAPÍTULO 9

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

Data de submissão: 15/06/2023

Data de aceite: 30/06/2023

### Blanca Celeste Saucedo-Martínez<sup>1</sup>

Environmental Microbiology Laboratory  
Chemical-Biological Research Institute  
Ed-B3. University City  
<https://orcid.org/0000-0003-3206-188X>

### Liliana Marquez-Benavides

Solid Waste and Energy Group  
Institute of Agricultural and  
Forestry Research  
Universidad Michoacana de  
San Nicolas de Hidalgo  
Fco J, Mujica s/n Col Felicitas del Rio  
CP58030  
Morelia, Michoacan, México  
<https://orcid.org/0000-0003-3738-6608>

### Juan Manuel Sánchez-Yáñez<sup>1</sup>

Environmental Microbiology Laboratory  
Chemical-Biological Research Institute  
Ed-B3. University City  
<https://orcid.org/0000-0002-1086-7180>

**ABSTRACT:** In soil contaminated by waste motor oil. It's possible to isolate genera and species of bacteria with the capacity to synthesize biodetergents and lipolytic activity to emulsify and hydrolyze WMO. Of interesting

<sup>1</sup> Corresponding author.

potential value for use in the bioremediation of environments impacted by hydrocarbons. The objectives of this work were: The objectives of this work were: 1) to analyze that WMO and lubricating oil are inducers of biodetergent synthesis and lipolytic activity 2) to optimize the synthesis of crude biodetergents and lipolytic activity in these genera and bacterial species 3) to partially characterize the type of biodetergent synthesized by this bacterial group. In this sense, *Achromobacter denitrificans*, *Bacillus horneckiae*, *B. safensis*, *B. subtilis* and *Gordonia amicalis* isolated from soil impacted by WMO were inoculated in a mineral medium with lubricating oil and WMO as a carbon source, cultivated at 30°C and 200 rpm for 144 h compared to *Xanthobacter autotrophicus*. To detect and partially characterize anionic biodetergents and lipolytic activity, in a mineral medium with WMO. The optimization of the synthesis of biodetergents and lipolytic activity were used two sources of inorganic nitrogen  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , and  $\text{NaNO}_3$  under agitation. For which, every 48 h / 6 days, the anionic glycolipid biodetergents, their emulsification capacity, lipolytic activity and quantification of WMO consumption as an inducer of biodetergents and lipolytic activity were detected in the crude extracts, all experimental data were analyzed by ANOVA Tukey. The results showed that *A. denitrificans* reached the highest lipolytic activity of 280.3 U/mL in mineral medium with WMO and 210.07 3 U/mL in mineral medium with lubricating oil.

Compared with *X. autotrophicus*, that reached 275.53 U/mL induced by WMO and 165.6 U/mL induced by lubricating oil. *G. amicalis* reached the maximum production of anionic biode detergent with 1.13 ml/100 ml of mineral medium and WMO. The WMO was the best inducer for the optimization of biode detergent synthesis and lipolytic activity, thus in *A. denitrificans* with  $\text{NaNO}_3$ , at pH 7 and 250 rpm reached 0.3147 mg of crude biode detergents/mL, and 0.654 mL of anionics/100 mL of mineral medium compared to *X. autotrophicus* that induced by WMO,  $\text{NaNO}_3$ , pH 6.5 and 250 rpm registered the highest concentration of crude biode detergent with 0.352 mg/mL, 0.7156 mL of anionic biode detergent/100 mL of mineral medium at 144 h of incubation. *A. denitrificans* induced WMO with  $\text{NaNO}_3$ , pH 6.5 and 250 rpm reached 94.23 U/ml. 197.63 U/mL of lipolytic activity compared to *X. autotrophicus* with and 45.16 U/mL of lipolytic activity. The highest emulsification rate of 100% was registered in the crude biode detergents of *A. denitrificans* with  $\text{NaNO}_3$ , at pH 6 and 250 rpm. Qualitatively, the glycolipids were the most synthesized for those genera. The WMO with  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  pH 6, 250 rpm, was the greatest inducer of biode detergents synthesis and lipolytic activity by *A. denitrificans*. This research showed the potential capacity of genera and species isolated from soil impacted by WMO to synthesize biode detergents and induction of lipolytic activity for an efficient application in the bioremediation of soil impacted by hydrocarbon mixtures.

**KEYWORDS:** Soil. Heterotrophic aerobic bacteria. Emulsification. Hydrolytic enzymes. Hydrocarbons metabolism.

## 1 INTRODUCTION

Biology explains that heterotrophic cells require biode detergents to emulsify nonpolar compounds like waste motor oil and then lipases to hydrolyze them for use as a carbon and energy source. Hydrocarbon mixtures are one of the main agricultural soil contaminants, such as used motor oil (WMO), that can select genera and bacterial heterotrophic species capable of emulsifying and hydrolyzing WMO. Consequently, genera and heterotrophic species of bacteria such as *Achromobacter denitrificans*, *Bacillus horneckiae*, *B. safensis*, *B. subtilis*, *G. amicalis* isolated from soil impacted by WMO have the potential ability to synthesize biode detergents to emulsify and lipase activity to hydrolyze WMO, as essential mechanisms to mineralize it (Rabbani et al., 2013; Karlapudi et al., 2018; Soumeya et al., 2022).. This implies that the synthesis of biode detergents and lipolytic activity could be artificially induced with lubricating oil or with WMO (Alam et al., 2018). The objectives of this work were: 1) to analyze that WMO and lubricating oil are inducers of biode detergent synthesis and lipolytic activity 2) to optimize the synthesis of crude biode detergents and lipolytic activity in these genera and bacterial species 3) to partially characterize the type of biode detergent synthesized by this bacterial group.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 2.1 ANALYSIS OF SYNTHESIS OF BIODETERGENTS AND ACTIVITY LIPOLYTIC IN GENERA AND SPECIES ISOLATED FROM SOIL IMPACTED BY WMO

Genera and species of bacteria classified as: *Achromobacter* sp, *B. horneckiae*, *B. safensis*, *B. subtilis*, *G. amicalis*, were grown in 5 ml of mineral medium with WMO and lubricating oil at 1% v/v as sole carbon and energy sources for the synthesis of biodetergents and lipolytic activity compared to *X. autotrophicus* isolated from agricultural soil not polluted by WMO. The WMO was obtained from a mechanical workshop in the city of Morelia, Michoacán, Mexico, while the lubricating oil was Mobil Super 15w40 Multigrade Trc-pro 946 MI. All strains were activated on the following chemical composition (g/L): WMO or lubricating oil 10.0 g/L of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  or  $\text{NaNO}_3$ ; 1 g/L of  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ , 0.5 g/L of  $\text{FeSO}_4$  and  $\text{CuSO}_4$ . Bacterial cultures were incubated at 30 °C for 48 h at 250 rpm, then 1 ml aliquots were taken and filtered on 0.22-micron membranes to obtain the cell-free supernatant in that the crude secreted enzymes were found. Crude extracellular lipases were quantified spectrophotometrically, using p-nitrophenyl palmitate (p-NPP) (Sigma-Aldrich) as substrate according to Li *et al.*, 2013. In this method, the hydrolysis of p-NPP to release p-nitrophenol (p-NP) was measured. Thirty mg of p-NPP was dissolved in 10 ml of isopropanol and 90 ml of 100 mM Tris-HCl at pH 8.0. From this mixture 150  $\mu\text{L}$  was taken and the reaction was initiated by adding 100  $\mu\text{L}$  of the cell-free filtrate grown in mineral medium with WMO and lubricating oil at 1% v/v. After 1 h incubation at 37°C, absorbance was measured at 405 nm in a spectrophotometer against a control containing the same components except the cell-free filtrate. One unit of enzyme activity was defined as the amount of enzyme releasing 1  $\mu\text{mol}$  of p-nitrophenol per minute under the assay conditions (Pedroza-Padilla *et al.*, 2017). While anionic biodetergents were measured by the spectrophotometric method with methylene blue (Selberg *et al.*, 2007).

### 2.2 OPTIMIZATION OF THE SYNTHESIS OF BIODETERGENTS AND LIPOLYTIC ACTIVITY BY *A. DENITRIFICANS* COMPARED TO *XANTHOBACTER AUTOTROPHICUS*

To test the enhanced synthesis of biodetergents, an experiment was performed in 250 ml flasks in triplicate with mineral medium, previously, WMO was selected as the best source of carbon and energy and inducer of biodetergents and lipases activity. As a source of nitrogen, 5 g/L of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  or  $\text{NaNO}_3$ , of yeast extract as a growth factor that was kept for all treatments, as well as 1 g/L of  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ , 0.5 g/L of  $\text{FeSO}_4$  and  $\text{CuSO}_4$ . Then the mineral mediums were inoculated with 10 ml of *A.*



*denitrificans* to compare with *X. autotrophicus* in detergent saline solution individually with an inoculum density according to McFarland's number 4. The incubation temperature was 30°C, the pH used were: 6.5 and 7, in agitation at 200 and 250 rpm. To analyze the maximum concentration of biodetergents, samples were taken at 48, 94 and 144 h in plastic Falcon-type tubes with lids. Then, the possible biodetergents and lipases were extracted by centrifugation of the mineral medium at 8000 rpm for 15 minutes at 4 ° C. From the extracted supernatants, 3 ml were taken to perform the quantification of lipolytic activity by spectrophotometry, described by Li *et al.*, 2013, as well as the measurement of anionic biodetergents by the spectrophotometric method by Selberg *et al.*, 2007. The remaining supernatants were acidified to pH 2 with 6 M HCl and kept overnight for precipitation of biodetergents (Bharali *et al.*, 2011). Final extraction of the biodetergents was performed with 2: 1 (v/v) organic solvents of chloroform and methanol according to Satpute *et al.*, 2010. The solvents were evaporated at room temperature and the resulting residue was the crude biodetergents. The weight or dry weigh of the biodetergents was obtained in mg/ml (Khan *et al.*, 2017).

### 2.3 EMULSIFICATION INDEX

The emulsification index (E24) of the crude biodetergents extracted at 144 h was determined by the method of Alvarez *et al.*, 2015 modified, the cell-free supernatant was added in WMO with a ratio of 3:2 (crude biodetergents: WMO). The mixture was gently agitated and the height in cm of the emulsion layer and the total solution height after 24 h were calculated. The emulsion index was calculated using the equation:

$$\text{Emulsification index (E24)} = \frac{\text{Emulsified height}}{\text{Total solution height}} \times 100$$

### 2.4 DETECTION OF GLYCOLIPID BIODETERGENTS

To 1 ml of cell-free supernatant, 1 ml of 5% (w/v) phenol was added. To this mixture, 2-5 ml of concentrated sulfuric acid was added dropwise until the characteristic color developed. The development of orange color indicated the presence of glycolipids according to Ellaiah *et al.*, 2002.

### 2.5 BIURET TEST FOR DETECTION OF LIPOPEPTIDES AND GLYCOLIPIDS

The Biuret qualitative test was used to detect the presence of biodetergents lipopeptides and glycolipids. 2 ml of biosurfactant crude extract solution were first heated

to 70 °C before mixing with 2 ml of 1M NaOH solution. Then, a drop of two milliliters of 1% CuSO<sub>4</sub> was slowly added to observe any color change; green color for glycolipid and violet color for lipopeptide (Kadhun & Haydar, 2020).

## 2.6 STATISTICAL ANALYSIS

The experimental data were analyzed by ANOVA Tukey HSD at 0.05 % with the program Statgraphics Centurion XVI.II (Walpole *et al.*, 2007).

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 ANALYSIS OF THE SYNTHESIS OF BIODETERGENTS AND LIPASES ACTIVITY IN BACTERIAL GENERA AND SPECIES ISOLATED FROM SOIL IMPACTED BY WMO

Table 1 shows the potential capacity of biodetergents and lipases activity synthesis induced by WMO and lubricating oil. All five genera and species of bacteria synthesized biodetergents of anionic nature. *B. safensis* registered the highest value of 1.18 ml of anionic biodetergents/100 ml of medium, compared to *X. autotrophicus* registered 0.62 ml of anionic biodetergents/100 ml of medium and *A. denitrificans* with 0.65 ml of anionic biodetergents/100 ml of medium. These results show that *X. autotrophicus* synthesizes biodetergents of anionic nature compared to *G. amicalis* and *A. denitrificans* that synthesize biodetergents of the glycolipid type which are anionic kind that could be rhamnolipids or sophorolipids, composed of a hydrophobic part of lipids and a hydrophilic part composed of carbohydrates (Fenibo *et al.*, 2019; Joy *et al.*, 2019; Zargar *et al.*, 2022). While in the case of *B. subtilis* it is suggested that it synthesized Surfactin type biodetergent that is an anionic cyclic lipopeptide composed of an amino acid chain linked to a fatty acid chain (Moutinho *et al.*, 2021), that has been reported as one of the most common biodetergents synthesized by this genus and species of bacteria (Zhao *et al.*, 2020). In the case of lipolytic activity *A. denitrificans* reached the highest activity of 280.3 U/mL induced by WMO and 210.07 U/mL in mineral medium induced by lubricating oil, while *G. amicalis* registered lipolytic activity of 205.2 U/mL induced by WMO, and 195.6 U/mL with lubricating oil. Compared to, *X. autotrophicus* that registered a lipolytic activity of 275.53 U/mL in mineral medium induced by WMO and 165.7 U/mL in mineral medium induced by lubricating oil, numerical values statistically different from the uninoculated mineral medium where no lipolytic activity was registered.

The results show that these genera and species of bacteria synthesized a greater diversity of biodetergents and specific lipolytic activity in demand for the emulsification and hydrolysis of the wide diversity of WMO hydrocarbons such as aliphatic and aromatic

hydrocarbons from 15 to 50 carbons of WMO, as well as 34 to 90 times more aromatic hydrocarbons than lubricating oil (Dominguez Rosado and Pichtel, 2003), that had registered an average hydrocarbon composition of 7 to 26 aliphatic and aromatic carbons (Yao *et al.*, 2020). These results confirm that *A. denitrificans*, *B. horneckiae*, *B. safensis*, *B. subtilis*, *G. amicalis* compared to *X. autotrophicus*, could synthesize biodetergents and lipases activity induced by WMO including an adequate temperature and oxygenation level. The results showed that these genera and species could have a potential to synthesis and application of crude extracts of biodetergents and lipases for environmental impacted by hydrocarbons mixtures to emulsify and hydrolyze them (Noro *et al.*, 2020). In that sense extract crude of biodetergents and lipases as part of the strategies for soil bioremediation polluted by WMO. They are a promising action to solve this type of problem of environmental contamination caused by mixtures of hydrocarbons (Jacob *et al.*, 2022).

Table 1. Concentration of biodetergents and lipolytic activity from *Achromobacter denitrificans*, *Bacillus horneckiae*, *B. safensis*, *B. subtilis*, *Gordonia amicalis* compared to *Xanthobacter autotrophicus* induced by lubricating oil and waste motor oil.

Bacteria	Mineral medium with lubricating oil		Mineral medium with waste motor oil	
	Concentration of anionic biodetergent (mL/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)	Concentration of anionic biodetergent (mL/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
Control	0 <sup>e</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>e</sup>	0 <sup>c</sup>
<i>A. denitrificans</i>	0.55 <sup>b</sup>	210.07 <sup>b</sup>	0.62 <sup>b</sup>	<b>280.3<sup>a</sup></b>
<i>B. horneckiae</i>	0.39 <sup>d</sup>	124.1 <sup>f</sup>	0.42 <sup>d</sup>	190.4 <sup>e</sup>
<i>B. safensis</i>	0.44 <sup>c</sup>	<b>223.5<sup>a</sup></b>	<b>1.18<sup>a</sup></b>	255.4 <sup>b</sup>
<i>B. subtilis</i>	0.41 <sup>d</sup>	179.2 <sup>d</sup>	0.45 <sup>c</sup>	243.3 <sup>c</sup>
<i>G. amicalis</i>	<b>1.11<sup>a</sup></b>	195.6 <sup>c</sup>	<b>1.13<sup>a</sup></b>	205.2 <sup>d</sup>
<i>X. autotrophicus</i>	0.55 <sup>b</sup>	165.7 <sup>e</sup>	0.65 <sup>b</sup>	<b>275.53<sup>a</sup></b>

\*Different letters are statistically different according to ANOVA-Tukey HSD at 0.05 %.

Table 2 shows the selection of the best results of the optimization of the synthesis of biodetergents and specific lipolytic activity of *A. denitrificans* at 48 h in mineral medium induced by WMO, with NaNO<sub>3</sub>, pH 6.5 and 250 rpm reached 0.227 mg of crude biodetergents /mL, 0.436 mL of anionic biodetergents /100 mL of mineral medium and 194.23 U/mL of lipolytic activity. Those numerical values were statistically different compared to *A. denitrificans* using NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> at pH 7 at 200 rpm, that reached 0.018 mg crude biodetergents /mL, 1.044 mL anionic biodetergents /100 mL mineral medium and 132.44 U/mL lipolytic activity.

Table 3 shows the optimization of synthesis of biodetergents and lipases activity of *A. denitrificans* at 96 h in mineral medium induced by WMO, using NaNO<sub>3</sub>, pH 6.5

and 250 rpm that reached 0.2804 mg of crude biodetergents /mL, 0.610 mL of anionic biodetergents /100 mL of mineral medium and 127.03 U/mL of lipolytic activity. Those numerical values were statistically different compared to those of *A. denitrificans* with  $\text{NaNO}_3$ , pH 7 at 200 rpm, that registered 0.2624 mg of crude biodetergents /mL, 0.5174 mL of anionic biodetergents /100 mL of mineral medium and 48.415 U/mL of lipolytic activity.

Table 4, shows the optimization of synthesis of biodetergents and lipases activity of *A. denitrificans* at 144 h in mineral medium WMO, using  $\text{NaNO}_3$ , pH 7 and 250 rpm registered 0.3147 mg of crude biodetergents /mL, 0.6548 mL of anionic biodetergents /100 mL of medium and 45.165 U/mL of lipolytic activity, these numerical values had not statistical difference compared to  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , pH 7 and 250 rpm, when *A. denitrificans* reached 0.2977 mg of crude biodetergents /mL, 0.8425 mL of anionic biodetergents /100 mL of mineral medium and 42.695 U/mL of lipolytic activity. The results were similar when hydrocarbon mixtures were used as carbon source for the synthesis of biodetergents (Wang *et al.*, 2014; Jimoh & Lin, 2018). While for inducing lipases activity vegetable oils were very usefully such as olive oil it has been reported by Llesanmi *et al.*, 2020. The synthesis of biodetergents by *A. denitrificans* had maximum at 144 h, in opposite way that reported in other research with *Paenibacillus* sp D9 that registered the highest synthesis after 72h of incubation (Jimoh & Lin, 2018). In that sense the highest lipases activity was detected at 48 h, then decreased, other reports also point out the maximum lipase activity in the first 12 h until 48h. These data suggest that after this time lipases activity decreases due to nutrient consumption of hydrocarbons. In the case of inorganic and organic of compounds of nitrogen source, are necessary for cell growth as well as biodetergent synthesis (Chakraborty *et al.*, 2015). In this work inorganic source of nitrogen as well as  $\text{NaNO}_3$  was better one for the synthesis of biodetergents and lipases activity than  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , as other research reported indicated that  $\text{NaNO}_3$  is one of the best inorganic compounds for the synthesis of biodetergents (Onwosi & Odibo, 2012; Amin *et al.*, 2021). While of pH, the highest lipolytic activity was detected in a pH narrow range of 6.5-7, that coincides with other studies that neutral pH 7 could be optimal for synthesis of biodetergents and lipases activity, compared to alkaline or acidic pH values, that cause drastic decrease in synthesis of biodetergents and lipases activity (Jimoh & Lin, 2018; Llesanmi *et al.*, 2020). Finally, agitation of 250 rpm affecting  $\text{O}_2$  distribution inside of mineral medium due that biodetergents and lipases depends on aerobic metabolism, compared to lower levels of agitation values, that reduces the concentration of oxygen which inhibits the synthesis of biodetergents and lipases activity (A'yuni *et al.*, 2021; Zambry *et al.*, 2021).

Table 2. Optimization of the synthesis of biodetergents and lipolytic activity from *Achromobacter denitrificans*, at 30°C at 48 h.

Run	Source inorganic nitrogen	pH	Agitation (rpm)	48 h		
				Biodetergent weight(mg/ml)	Anionic biodetergent (ml/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
1	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	200	0.0187g*	<b>1.0441a</b>	132.446e
2	NaNO <sub>3</sub>	7	200	0.1336e	0.5882b	116.198f
4	NaNO <sub>3</sub>	6.5	200	0.2054b	0.4558e	160.346c
9	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	0	0.0039h	0.5617c	153.781d
11	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	0	0.1668d	0.58b	53.5036g
15	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	250	0.125f	0.5219d	178.263b
16	NaNO <sub>3</sub>	6.5	250	<b>0.2277a</b>	0.436f	<b>194.236a</b>
18	NaNO <sub>3</sub>	6	250	0.1802c	0.5126d	155.356d

\*Different letters are statistically different according to ANOVA-Tukey HSD at 0.05 %.

Table 3. Optimization of biodetergent synthesis and lipolytic activity from *Achromobacter denitrificans*, in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 96 h.

Run	Inorganic source of nitrogen	pH	Agitation (rpm)	96 h		
				Biodetergent weight(mg/ml)	Anionic biodetergent (ml/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
2	NaNO <sub>3</sub>	7	200	<b>0.2624a*</b>	0.5174c	48.415f
4	NaNO <sub>3</sub>	6.5	200	<b>0.2682a</b>	0.4776d	42.671g
13	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	250	0.2022c	0.5705b	<b>165.762a</b>
14	NaNO <sub>3</sub>	7	250	<b>0.2685a</b>	<b>0.6369a</b>	155.91b
15	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	250	0.2475b	<b>0.6192a</b>	74.65d
16	NaNO <sub>3</sub>	6.5	250	<b>0.2804a</b>	<b>0.6104a</b>	127.03c
17	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	250	0.2287b	0.579b	73.854d
18	NaNO <sub>3</sub>	6	250	0.2354b	0.5201c	68.612e

\*Different letters are statistically different according to ANOVA-Tukey HSD at 0.05 %.

Table 4. Optimization of biodetergent synthesis and lipolytic activity from *Achromobacter denitrificans*, in mineral medium waste motor oil at 30°C at 144 h

Run	Inorganic source of nitrogen	pH	Agitation (rpm)	144 h		
				Biodetergent weight(mg/ml)	Anionic biodetergent (mL/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
1	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	200	<b>0.2826a*</b>	0.4865c	76.644b
2	NaNO <sub>3</sub>	7	200	<b>0.2855a</b>	0.4776d	54.16d
4	NaNO <sub>3</sub>	6.5	200	0.2742b	0.4953c	65.812c
6	NaNO <sub>3</sub>	6	200	0.2122c	0.497c	<b>110.522a</b>
13	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	250	<b>0.2977a</b>	<b>0.8425a</b>	42.695g

Run	Inorganic source of nitrogen	pH	Agitation (rpm)	144 h		
				Biodetergent weight(mg/ml)	Anionic biodetergent (mL/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
14	NaNO <sub>3</sub>	7	250	<b>0.3147a</b>	0.6548b	45.165f
16	NaNO <sub>3</sub>	6.5	250	<b>0.2998a</b>	0.6538b	46.285f
17	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	250	0.2714b	0.6712b	51.256e

\*Different letters are statistically different according to ANOVA- Tukey HSD at 0.05 %.

Table 5 shows the selection of the best results of the optimization of synthesis of biodetergents and lipolytic activity of *X. autotrophicus* at 48 h in mineral medium using WMO, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pH 6 and 250 rpm reached 0.1452 mg of crude biodetergents / mL, 0.7869 mL of anionic biodetergents /100 mL of mineral medium and 174.233 U/ mL of lipolytic activity. These numerical values had statistically different from those of *X. autotrophicus* growing in NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pH 6 at 200 rpm, that reached 0.0923 mg crude biodetergents /mL, 0.4466 mL anionic biodetergents /100 mL mineral medium and 154.43 U/mL of lipolytic activity.

Table 6 shows the optimization of synthesis of biodetergents and lipolytic activity of *X. autotrophicus* at 96 h in mineral medium with WMO, using NaNO<sub>3</sub>, pH 6.5 and 250 rpm reached 0.2755 mg of crude biodetergents /mL, 0.8945 mL of anionic biodetergents /100 mL of mineral medium and 115.699 U/mL of lipolytic activity. Those numerical values were statistically different compared to *X. autotrophicus* grown in NaNO<sub>3</sub>, pH 7 at 200 rpm, that reached 0.2351 mg crude biodetergents /mL, 0.7269 mL anionic biodetergents /100 mL of mineral medium and 82.489 U/mL lipolytic activity.

Table 7, shows the optimization of synthesis of biodetergents and lipases activity of *X. autotrophicus* at 144 h in mineral medium plus WMO, with NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pH 6 and 250 rpm reached 0.2986 mg of biodetergents /ml, 0.7569 mL of anionic biodetergents /100 ml of mineral medium and 245. 742 U/mL of lipolytic activity, these numerical values had statistical difference when grown in NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pH 7 and 250 rpm, there *X. autotrophicus* reached 0.3466 mg of biodetergents /ml, 0.6426 ml of anionic biodetergents /100 ml of mineral medium and 108.544 U/mL of lipolytic activity. The synthesis of biodetergents and lipolytic activity by *X. autotrophicus* reached the maximum at 144 h. These values were similar to those reported by Khademolhosseini *et al.*, 2019, when *Pseudomonas aeruginosa* release highest biodetergent synthesis at 144 h of growth. In the case NaNO<sub>3</sub> induced the maximum synthesis of biodetergents and lipolytic activity, same as well as other studies reported that NaNO<sub>3</sub> is the best inorganic source of nitrogen to increase biodetergents and lipolytic activity (Cheirsilp *et al.*, 2021; Krishna & Chandran, 2022). While the effect

of pH on the highest lipolytic activity was detected in at pH range between 6-6.5, similar data to those reported by Nema *et al.*, 2019, when *Aspergillus niger* reached the highest lipolytic activity at pH 6. In biodetergent synthesis most research point to pH 7 as the optimum (Kumar *et al.*, 2021). While in terms of agitation at 250 rpm *A. denitrificans*, *X. autotrophicus* reached the highest synthesis of biodetergents, that with higher agitation there is greater oxygenation, that allows aerobic synthesis of biodetergents and lipolytic activity (Adetunji *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2022).

Table 5. Optimization of biodetergent synthesis and lipolytic activity from *Xanthobacter autotrophicus* in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 48 h.

Run	Inorganic source of nitrogen	pH	Agitation (rpm)	48 h		
				Biodetergent weight(mg/ml)	Anionic biodetergent (ml/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	200	0.0923b*	0.4466d	154.43b
13	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	250	0.08562c	0.6348c	69.485e
14	NaNO <sub>3</sub>	7	250	<b>0.1422a</b>	0.7458b	68.478e
15	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	250	<b>0.1365a</b>	0.7655b	78.463d
16	NaNO <sub>3</sub>	6.5	250	0.0952b	<b>0.8756a</b>	88.478c
17	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	250	<b>0.1452a</b>	0.7869b	<b>174.233a</b>
18	NaNO <sub>3</sub>	6	250	0.0753d	0.6421c	66.662f

\*Different letters are statistically different according to ANOVA-Tukey HSD at 0.05 %.

Table 6. Optimization of the synthesis of biodetergents and lipolytic activity from *Xanthobacter autotrophicus* in waste motor oil at 30°C at 96h.

Run	Inorganic source of nitrogen	pH	Agitation (rpm)	96 h		
				Biodetergent weight(mg/ml)	Anionic biodetergent (ml/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
4	NaNO <sub>3</sub>	6.5	200	0.2156c*	0.4555e	101.755e
5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	200	0.2016d	0.4326e	164.361b
13	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	250	0.2485b	0.7129c	84.157g
14	NaNO <sub>3</sub>	7	250	0.2351b	0.7269c	82.489g
15	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	250	0.2214c	0.7556b	108.236d
16	NaNO <sub>3</sub>	6.5	250	<b>0.2755a</b>	<b>0.8945a</b>	115.699c
17	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	250	<b>0.2662a</b>	0.7645b	<b>201.455a</b>
18	NaNO <sub>3</sub>	6	250	0.2365b	0.6148d	89.266f

\*Different letters are statistically different according to ANOVA Tukey HSD at 0.05 %.

Table 7. Optimization of biodetergent synthesis and lipolytic activity from *Xanthobacter autotrophicus* in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 144 h.

Run	Inorganic source of nitrogen	pH	Agitation (rpm)	144 h		
				Biodetergent weight(mg/ml)	Anionic biodetergent (mL/100 ml of medium)	Lipolytic activity (U/ml)
1	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	200	0.3165c*	0.5086e	94.369g
4	NaNO <sub>3</sub>	6.5	200	<b>0.3563a</b>	0.377g	89.938h
5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	200	0.3248c	0.4126f	178.452d
13	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	250	0.3466b	0.6426d	108.544f
14	NaNO <sub>3</sub>	7	250	0.3356b	0.6849c	145.336e
15	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	250	0.2799d	0.6452d	186.266c
16	NaNO <sub>3</sub>	6.5	250	<b>0.3526a</b>	0.7156b	197.636b
17	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	250	0.2986d	<b>0.7569a</b>	<b>245.742a</b>

\*Different letters are statistically different according to ANOVA Tukey HSD at 0.05 %.

Table 8 shows the best results of the emulsification index of the crude biodetergents of *A. denitrificans*, in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 144 h. There, *A. denitrificans* grown with NaNO<sub>3</sub>, at pH 6 and 250 rpm, the crude biodetergents reached 100% emulsification of WMO. Numerical per cent values were statistically different compared to crude biodetergents of *A. denitrificans* using NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> at pH 6 and 250 rpm reached 95% emulsification of WMO. These numerical values were statistically different compared to those detected of the control tube of water and WMO, registered 0% emulsification of WMO.

Table 9 shows the best results of the emulsification index of the crude biodetergents of *X. autotrophicus*, using NaNO<sub>3</sub> as inorganic source of nitrogen, pH 6 and 7, 200 rpm, as well as with NaNO<sub>3</sub> pH 7 and 250 rpm, the crude biodetergents registered 100% emulsification of WMO. These values were statistically higher than the WMO water control tube, with 0% WMO emulsification. These results support the results of the optimization of the synthesis of crude biodetergents due to high speed of agitation, maximum production and therefore the best rate of WMO emulsification.

Table 8. Emulsification index of *Achromobacter denitrificans* biodetergents in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 144 h.

Run	Source of inorganic nitrogen	pH	Agitation (rpm)	Emulsification index (%)
Control (water)	-	-	-	0d*
3	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	200	91c
4	NaNO <sub>3</sub>	6.5	200	91c
6	NaNO <sub>3</sub>	6	200	90c



Run	Source of inorganic nitrogen	pH	Agitation (rpm)	Emulsification index (%)
13	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	250	95b
14	NaNO <sub>3</sub>	7	250	90c
17	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	250	95b
18	NaNO <sub>3</sub>	6	250	<b>100a</b>

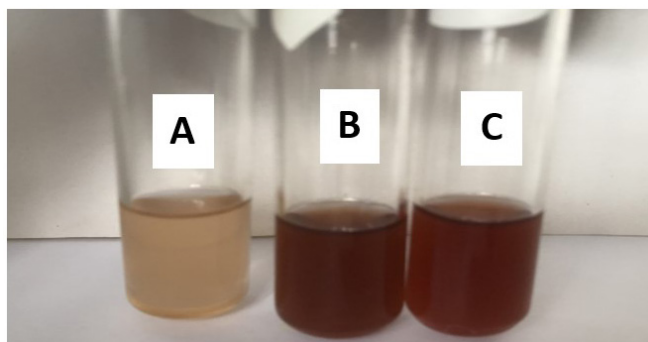
\*Different letters are statistically different according to ANOVA-Tukey HSD at 0.05.

Table 9. Emulsification index of *Xanthobacter autotrophicus* biodetergents in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 144 h.

Run+	Inorganic source of nitrogen	pH	Emulsification index (%)
Control (water)	-	-	0c*
2	NaNO <sub>3</sub>	7	<b>100a</b>
6	NaNO <sub>3</sub>	6	<b>100a</b>
13	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	7	95b
14	NaNO <sub>3</sub>	7	<b>100a</b>
15	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.5	98a
17	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6	95b
18	NaNO <sub>3</sub>	6	95b

+ = agitation 250 rpm \*Different letters are statistically different according to ANOVA Tukey HSD at 0.05 %.

Figure 3. Detection of glycolipid biodetergents from *A. denitrificans*, in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 144 h.



**A:** Control (Water + WMO), **B:** biodetergents with NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pH 6, 250 rpm+ WMO, **C:** biodetergents with NaNO<sub>3</sub>, pH 6, 250 rpm + WMO.

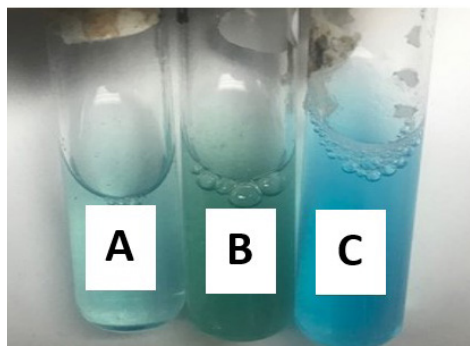
Figure 5. Biuret test for detection of glycolipids and lipopeptides of *X. autotrophicus*, in mineral medium plus waste motor oil at 30°C at 144 h.



**A:** water + WMO, **B:** biodetergents with  $\text{NaNO}_3$ , pH 6.5, 200 rpm + WMO, **C:** biodetergents with  $\text{NaNO}_3$ , pH 6, 250 rpm + WMO.

Figure 3 shows the detection of glycolipid-type biodetergents of *A. denitrificans*, in mineral medium plus WMO at 30°C at 144 h, in all the runs of the mineral medium plus WMO *A. denitrificans* releasing glycolipids due to the dark orange coloration, in the mineral medium with WMO (B) *Achromobacter* grown with  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , pH 6, 250 rpm, and in the mineral medium with WMO (C) *A. denitrificans* grown on  $\text{NaNO}_3$ , pH 6, 250 rpm, compared with the control tube (A it was not detected). In Figure 4, the detection of glycolipids was also evident that in mineral medium with WMO (B) *X. autotrophicus* grown in  $\text{NaNO}_3$ , pH 6.5, 200 rpm, and in mineral medium with WMO (C) *X. autotrophicus* grown with  $\text{NaNO}_3$ , pH 6, 200 rpm, compared to control or water, there the presence of glycolipids was not detected. These results indicated that *X. autotrophicus* synthesizes biodetergents of glycolipid, induced by WMO. Also *A. denitrificans* synthesize biodetergents of the glycolipid type that are anionic composed of a hydrophobic lipid part and a hydrophilic part composed of a carbohydrate (Fenibo et al., 2019; Joy et al., 2019; Zargar et al., 2022).

**Figure 5.** Biuret test for detection of glycolipids and lipopeptides by *X. autotrophicus*, in mineral medium and waste motor oil at 30°C at 144 h.



**A:** biodetergents on  $\text{NaNO}_3$ , pH 6, 250 rpm + WMO. **B:** biodetergents on  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , pH 6, 250 rpm + WMO. **C:** Control (water + WMO).

*A. denitrificans* in mineral medium with WMO, at 30°C at 144 h, released glycolipids due the green coloration, except in the mineral induced by WMO (A) *A. denitrificans* using NaNO<sub>3</sub>, pH 6, at 250 rpm the light blue coloration was light blue, compared to WMO mineral medium (B) *A. denitrificans* using NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pH 6, at 250 rpm green coloration was detected. In that sense Kadhum & Haydar in 2020, isolated 6 bacterial genera that were positive for the synthesis of glycolipid biodetergents by Biuret assay. These results support the ability of these bacteria to synthesize glycolipid-type biodetergents induced by WMO. The consumption of WMO in ml, after the synthesis of biodetergents and lipolytic activity of *Achromobacter* sp, in mineral medium induced by WMO, at 30°C after 144 h. The highest WMO consumption was registered in mineral medium with NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pH 6, 250 rpm, *A. denitrificans* was able to consume 7.35 ml of WMO out of the initial 10 ml, this support that these conditions inducing to synthesize the maximum amount of biodetergents and lipolytic activity to mineralize of WMO, which numerical values were statistically different compared to the consumption of 0.55 ml of WMO out of the initial 10 ml, in mineral medium with WMO, using NaNO<sub>3</sub> pH 6.5, at 250 rpm.

## 4 CONCLUSIONS

This research demonstrated the potential ability of genera and species isolated from soil polluted by WMO, to synthesize biodetergents and lipolytic activity induced by WMO for its mineralization.

## 5 ACKNOWLEDGMENTS

Thanks to Project 2.7 (2023) Scientific Coordination Research, Academic Secretary UMSNH, to Harvard University, Cambridge, MA, USA, Rockefeller Foundation Cambridge, Ma, USA. Phytónutrimentos de México and BIONUTRA, SA CV Maravatio, Mich, Mexico and CONACYT for scholarship to the first author for its support.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflicts of interest.

## REFERENCES

1. Adetunji, C. O., Jeevanandam, J., Anani, O. A., Inobeme, A., Thangadurai, D., Islam, S., & Olaniyan, O. T. (2021). Strain improvement methodology and genetic engineering that could lead to an increase in the production of biosurfactants. In *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science* (pp. 299-315).
2. Alam, M. S., Zeraati-Rezaei, S., Liang, Z., Stark, C., Xu, H., MacKenzie, A. R., & Harrison, R. M. (2018). Mapping and quantifying isomer sets of hydrocarbons (≥ C 12) in diesel exhaust, lubricating oil and diesel fuel samples using GC× GC-ToF-MS. *Atmospheric Measurement Techniques*, 11(5), 3047-3058.

3. Amin, M., Bhatti, H. N., Sadaf, S., & Bilal, M. (2021). Enhancing lipase biosynthesis by *Aspergillus melleus* and its biocatalytic potential for degradation of polyester Vylon-200. *Catalysis Letters*, 151, 2257-2271.
4. A'yuni, H., & Llimi, M. (2021, May). Lipase production from *Aspergillus aculeatus* Ms. 11 in broth medium with variation of agitation speed. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2353, No. 1, p. 030081).
5. Chakraborty, S., Ghosh, M., Chakraborti, S., Jana, S., Sen, K. K., Kokare, C., & Zhang, L. (2015). Biosurfactant produced from Actinomycetes *nocardioopsis* A17: characterization and its biological evaluation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 79, 405-412.
6. Cheirsilp, B., Sohsomboon, N., Binmarn, D., Pathom-aree, W., & Srinuanpan, S. (2021). Palm Oil Decanter Cake Wastes as Alternative Nutrient Sources and Biomass Support Particles for Production of Fungal Whole-Cell Lipase and Application as Low-Cost Biocatalyst for Biodiesel Production. *Processes*, 9, 1365.
7. Dominguez-Rosado, E., & Pichtel, J. (2003). Chemical characterization of fresh, used and weathered motor oil via GC/MS, NMR and FTIR techniques. In *Proceedings of the Indiana Academy of Science* 112 (2); 109-116).
8. Ellaiah, P., Prabhakar, T., Sreekanth, M., Thaer-Taieb, A., Bhima-Raju, P. and Saisha, V. 2002 Production of glycolipids containing biosurfactant by *Pseudomonas* sp. *Indian Journal Experimental Biology* 40:1083-1086.
9. Fenibo, E. O., Ijoma, G. N., Selvarajan, R., & Chikere, C. B. (2019). Microbial surfactants: The next generation multifunctional biomolecules for applications in the petroleum industry and its associated environmental remediation. *Microorganisms*, 7(11), 581.
10. Llesanmi, O. I., Adekunle, A. E., Omolaiye, J. A., Olorode, E. M., & Ogunkanmi, A. L. (2020). Isolation, optimization and molecular characterization of lipase producing bacteria from contaminated soil. *Scientific African*, 8, e00279.
11. Kadhum, M. K. H., & Haydar, N. H. (2020). Production and characterization OF biosurfactant (glycolipid) from *Lactobacillus helveticus* M5 and evaluate its antimicrobial and antiadhesive activity. *The Iraqi Journal of Agricultural Science*, 51(6), 1543-1558.
12. Jacob, E. L., Mohan, A. P., & Joseph, A. V. (2022). Bioremediation of Petroleum-Polluted Soil Using Biosurfactant Producing Bacteria, *Pseudomonas* sp. *Journal of Scientific Research*, 66(1).
13. Joy, S., Rahman, P. K., Khare, S. K., & Sharma, S. (2019). Production and characterization of glycolipid biosurfactant from *Achromobacter* sp (PS1) isolate using one-factor-at-a-time (OFAT) approach with feasible utilization of ammonia-soaked lignocellulosic pretreated residues. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 42(8), 1301-1315.
14. Karlapudi, A. P., Venkateswarulu, T. C., Tammineedi, J., Kanumuri, L., Ravuru, B. K., Ramu Dirisala, V., & Kodali, V. P. (2018). Role of biosurfactants in bioremediation of oil pollution-a review. *Petroleum*, 4(3), 241-249.
15. Khademolhosseini, R., Jafari, A., Mousavi, S. M., Hajfarajollah, H., Noghabi, K. A., & Manteghian, M. (2019). Physicochemical characterization and optimization of glycolipid biosurfactant production by a native strain of *Pseudomonas aeruginosa* HAK01 and its performance evaluation for the MEOR process. *RSC Advances*, 9(14), 7932-7947.

16. Krishna, V., & Chandran, P. R. (2022). Isolation, screening and molecular identification of biosurfactant producing bacteria from automobile workshops and optimization of parameters for biosurfactant production. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 4(1), 4-1.
17. Kumar, A., Singh, S. K., Kant, C., Verma, H., Kumar, D., Singh, P. P., & Kumar, M. (2021). Microbial biosurfactant: a new frontier for sustainable agriculture and pharmaceutical industries. *Antioxidants*, 10(9), 1472.
18. Li, M., Yang, L., Xu, G. (2013) Screening, purification and characterization of a novel cold-active and organic solvent-tolerant lipase from *Stenotrophomonas maltophilia* CGMCC 4254. *Bioresource Technology*, 148, 114-120.
19. Li, C., Xu, D., Xiong, Z., Yang, Y., Tian, G., Wu, X., ... & Tian, X. (2022). Optimization of the Fermentative Production of *Rhizomucor miehei* Lipase in *Aspergillus oryzae* by Controlling Morphology. *Bioengineering*, 9(11), 610.
20. Miral Patel., Jemisha Mistry., Suraj Desai., Swetal Patel & Shreya Desai. (2016). Isolation and characterization of Lipase producing Bacteria from vegetable oil Spillage Site. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(8), 214-232.
21. Moutinho, L. F., Moura, F. R., Silvestre, R. C., & Romão-Dumaresq, A. S. (2021). Microbial biosurfactants: a broad analysis of properties, applications, biosynthesis, and techno-economical assessment of rhamnolipid production. *Biotechnology Progress*, 37(2), e3093.
22. Nema, A., Patnala, S. H., Mandari, V., Kota, S., & Devarai, S. K. (2019). Production and optimization of lipase using *Aspergillus niger* MTCC 872 by solid-state fermentation. *Bulletin of the National Research Centre*, 43, 1-8.
23. Noro, J., Castro, T. G., Cavaco-Paulo, A., & Silva, C. (2020). Substrate hydrophobicity and enzyme modifiers play a major role in the activity of lipase from *Thermomyces lanuginosus*. *Catalysis Science & Technology*, 10(17), 5913-5924.
24. Onwosi, C. O., & Odibo, F. J. C. (2012). Effects of carbon and nitrogen sources on rhamnolipid biosurfactant production by *Pseudomonas nitroreducens* isolated from soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 937-942.
25. Pedroza-Padilla, C. J., Romero-Tabarez, M. A. G. A. L. L. Y., & Orduz, S. (2017). Actividad lipolítica de microorganismos aislados de aguas residuales contaminadas con grasas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 36-44.
26. Rabbani, M., Bagherinejad, M., Sadeghi H. (2013). Isolation and characterization of novel thermophilic lipase-secreting bacteria. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(4), 1113-1119.
27. Selberg, A., Budashova, J., & Tenno, T. (2007, June). Column study of the leaching and degradation of anionic surfactants in oil-polluted soil. In *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry* 56, (2), 87-97.
28. Soumeiya, S., Allaoueddine, B., & Hocine, A. K. (2022). Biodegradation of used motor oil by *Streptomyces ginkgonis* KM-1-2, isolated from soil polluted by waste oils in the region of Azzaba (Skikda-Algeria). *Journal of Biotechnology*, 349, 1-11.
29. Walpole ER, Myers RH, Myers SL. Probabilidad & Estadística para Ingeniería & Ciencias. Ed. Pearson. 2007. 8ª. México. 509 p.

30. Wang, W., Cai, B., & Shao, Z. (2014). Oil degradation and biosurfactant production by the deep-sea bacterium *Dietzia maris* As-13-3. *Frontiers in Microbiology*, 5, 711.
31. Yao, T., Zhang, N., Hu, J., Liao, X., Shen, Y., & Gan, Z. (2020). Effect of temperature on the chemical composition and physicochemical properties of diester aviation lubrication oil. *International Journal of Chemical Engineering* 2020.
32. Zambry, N. S., Rusly, N. S., Awang, M. S., Md Noh, N. A., & Yahya, A. R. M. (2021). Production of lipopeptide biosurfactant in batch and fed-batch *Streptomyces* sp. PBD-410L cultures growing on palm oil. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 44, 1577-1592.
33. Zargar, A. N., Mishra, S., Kumar, M., & Srivastava, P. (2022). Isolation and chemical characterization of the biosurfactant produced by *Gordonia* sp. IITR100. *Plos one*, 17(4), e0264202.
34. Zhao, J., Fang, B., & Guo, Y. (2020). Synergistic Rheological Behavior of Mixed Micellar Solutions of Surfactin and Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide. *Journal of Surfactants and Detergents*, 23(3), 573-579.

# 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.

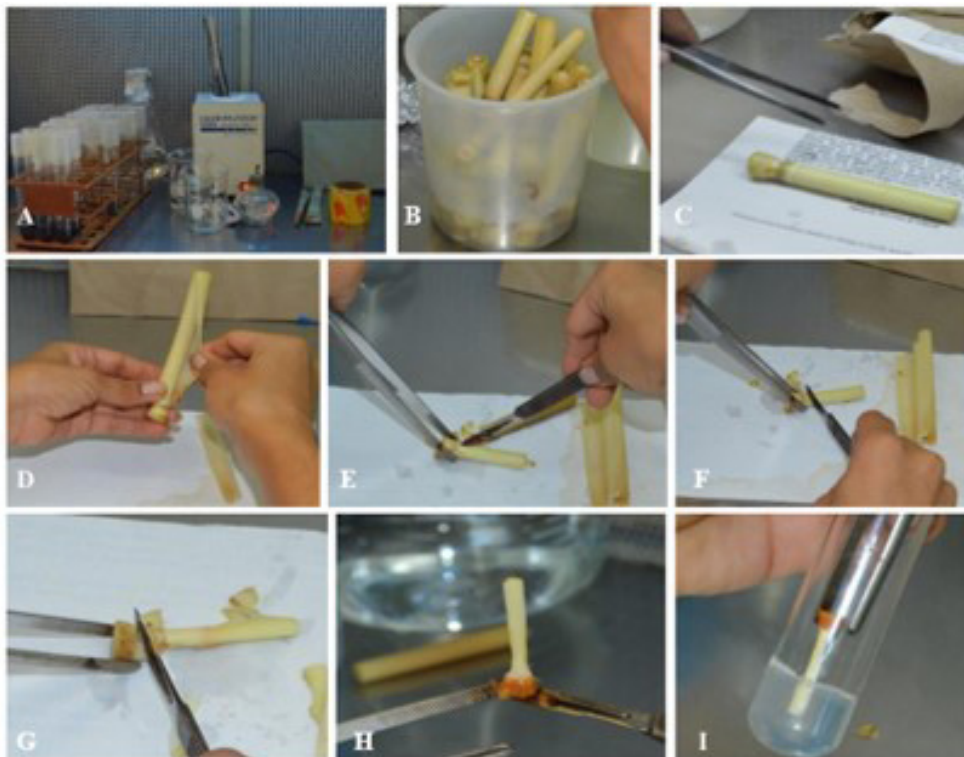
Posteriormente, el procedimiento para la extracción de los meristemas apicales que se siguió dentro de la campana de flujo laminar con los explantes de las variedades de caña de azúcar desinfectados superficialmente se detalla en la Figura 2.

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 meristemas 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.



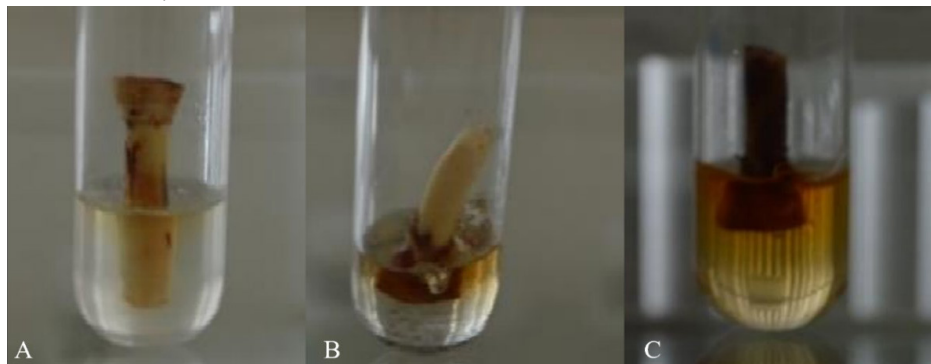
**Figura 2.** Extracción e inoculación del meristemo apical de caña de azúcar de las variedades Mex 69-290 Y CP 72-2086. A) Cámara de flujo laminar, esterilizador de perlas, pinzas, bisturí, y medios de cultivo. B-H) Extracción del meristemo apical de caña de azúcar. I) Inoculación del meristemo apical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



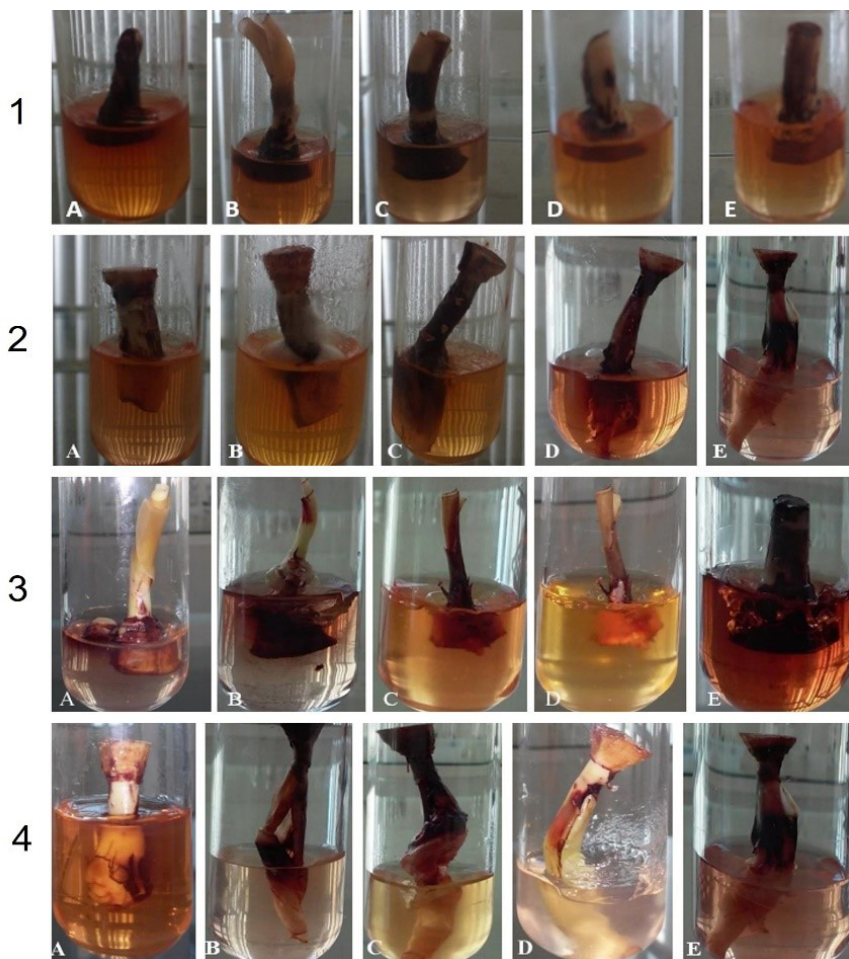
### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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).

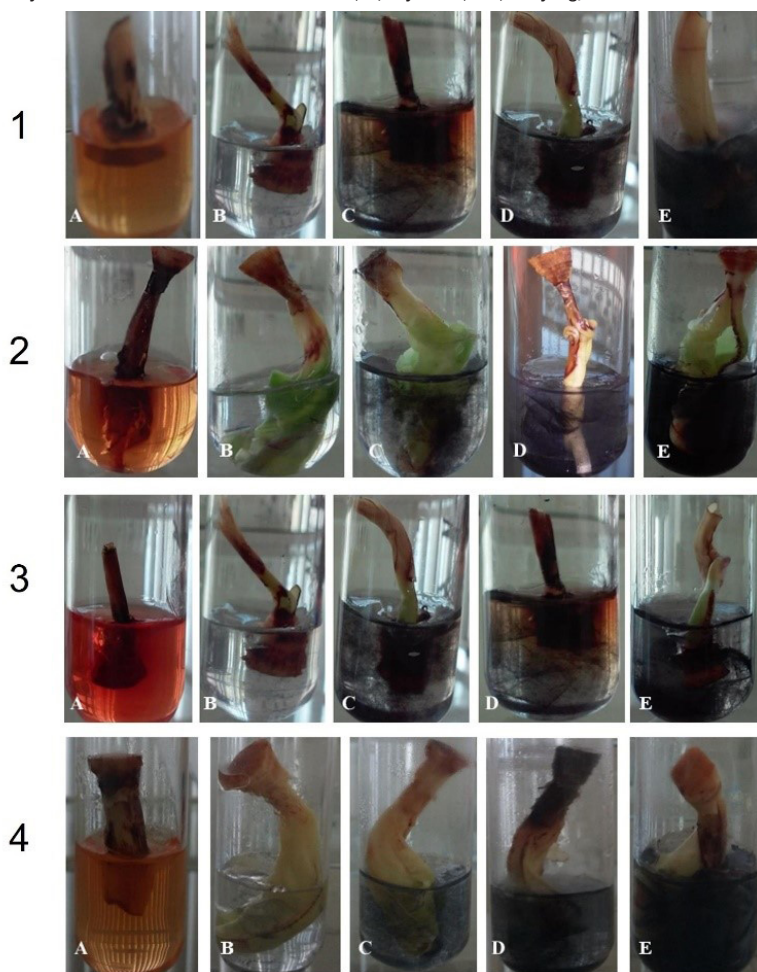
No todos los exudados liberados al medio de cultivo son tóxicos para el explante, sin embargo, la gran mayoría de compuestos tienen un efecto inhibitorio sobre el crecimiento del explante y eventualmente causan la muerte de estos (George 1996; Ogita 2005). Por lo general, en estos casos es recomendable 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.

# CAPÍTULO 11

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

Data de submissão: 05/07/2023

Data de aceite: 21/07/2023

### **Juan Miguel Durán Lugo**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México  
jumduran@uacam.mx

### **Manuel Jesús Rodríguez Pérez**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Carlos Eduardo Uc Rios**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Roberto Carlo Canto Canul**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Héctor Manuel Quej Cosgaya**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Diana Concepción Mex Álvarez**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Luz María Hernández Cruz**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Ricardo Jesús Sánchez Quintal**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Manuel Alejandro Valladares Castellanos**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

### **Sergio Raul Noh Caamal**

Instituto Tecnológico de Lerma  
(Departamento de Ingenierías)  
Campeche - Campeche - México

### **Carlos Oreza Sanz**

Instituto Tecnológico de Lerma  
(Departamento de Ingenierías)  
Campeche - Campeche - México

### **German Escalante Notario**

Universidad Autónoma de Campeche  
(Facultad de Ingeniería)  
Campeche - Campeche - México

**Resumen:** Plagas, enfermedades y cambios climatológicos provocan pérdidas hasta por un 50% en cultivos de Chile Habanero, mediante el desarrollo e implementación del Sistema de

Monitoreo Predictivo Remoto de Plagas en Cultivos de Chile Habanero, consistente en la instalación de una estructura capaz de integrar sensores de temperatura, humedad, lluvia, etc. alimentado mediante energía solar en los centros de cultivo experimental, se transmite la información por Radio Frecuencia y GSM hasta el centro de monitoreo, el cual cuenta con un software predictivo que genera el porcentaje de ataque de las plagas comunes que inciden en plantas de acuerdo al sensado en el campo de cultivo, posteriormente concluye con recomendaciones específicas para el control biológico y/o químico pertinente. Con el apoyo en validación experimental por dos Centros de Investigación Agrícola y una asociación de agricultores, se experimentó en tres campos de cultivo, disminuyendo las pérdidas del 40% al 68% por concepto de plagas. Finalmente, con un costo de inversión del 1.4% del monto total de las pérdidas económicas por productor, se alcanzaron ganancias extras de entre \$136,000 a \$165,000 por ciclo de cultivo en terrenos de 4 hectáreas, implementando el sistema y siguiendo las recomendaciones predictivas del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** Telemonitoreo. Lógica difusa. Agroindustria.

## EMBEDDED SYSTEM FOR THE PREDICTION OF PESTS ON HABANERO CROPS

**ABSTRACT:** At least 50% of Habanero crop losses are caused by pests, diseases and climatological changes. The crop requires development and implementation of a tool called Remote Predictive Monitoring System for pest on Habanero crops, this consists of installing a structure that is able to integrate sensors that measure temperature, rain, humidity, etc. The system is powered by solar energy at experimental crop centres. The data is sent by radio frequency and GSM to the monitoring centre, where a predictive software generates a percentage of common pest attacks that affect the plants included in the crop field sensed. Finally the system provides specific recommendations for biological and chemical control. With the validation of the experiment by two Farm Research Centres and a Farmers Association, the system was installed on three experimental crop fields, reducing crop losses from 40% to 68%. With an investment of 1.4% (equivalent to the money lost per crop), implementing the system and following the recommendations it was achieved that there would be extra profits between \$136,000 and \$165,000 per crop cycle of 4 hectares. This project is being considered for patent registry as a prototype to replicate for other crops.

**KEYWORDS:** Telemonitoring. Fuzzy logic. Agroindustry.

## 1 INTRODUCCIÓN

Mediante el acercamiento al sector agrícola de nuestra nación, se identificaron las diferentes problemáticas que existen en la planeación y cultivo de diversas especies de plantas comestibles y derivados, originado de esto y planeando la aplicación de sistemas ingenieriles del área de mecatrónica, se procedió a investigar diferentes alternativas innovadoras a los métodos tradicionalistas empleados en los diferentes esquemas de producción agrícola. Un gran desafío para los biotecnólogos involucrados en el área de la agricultura es satisfacer la demanda cada vez mayor de una población en constante

crecimiento se estima que para el 2050 habrá una población de 9 mil millones de personas que demandarán alimentos (Godfray, 2010).

En específico la producción de chiles en México varía entre 870,000 y 1,400,000 toneladas, que se obtienen en una superficie que oscila entre 92,000 y 110,000 hectáreas. Esto ubica a nuestro país como el tercer productor mundial y exportador, el 5.8% de su producción lo exporta a países como Estados Unidos, Canadá, Alemania, España y Suecia, entre otros. La producción de chile habanero en México (SAGARPA, 2018) se ubica en los estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Coahuila, Aguascalientes, Jalisco y Michoacán. Los rendimientos son muy variables, siendo en los estados de Jalisco y Campeche donde se obtienen los mayores rendimientos (40-50 y 30 toneladas por hectárea, respectivamente).

El consumo de chiles (ajíes picantes) es muy amplio y popular en México, donde, de acuerdo con Gómez y Schwentesius (1995), se encuentra la mayor variedad genética del género *Capsicum* del mundo. Sin embargo, el chile habanero (*Capsicum Chinense*) es originario de Sudamérica, aunque también es conocido en el sureste de México, especialmente en Yucatán, pues ha formado parte de la mundialmente reconocida gastronomía yucateca. En el mundo el chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor (registra de 200 000 a 500 000 unidades “Scoville”) por su alto contenido de capsaicina, por lo que es muy apreciado e igualmente debido a su capsaicina para la elaboración de cosméticos, pomadas “calientes”, gas lacrimógeno, recubrimiento de sistemas de riego para protección de roedores y pintura para barcos por su alta capacidad anticorrosiva (Ledón, 2001).

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción media de una hectárea de Chile Habanero es de 10 toneladas y requiere una inversión aproximada de 64 mil pesos (INIFAP, 2017); tomándose en cuenta el costo a la compra de entre \$18 - \$20, el monto recaudado por hectárea en un ciclo de cosecha es de \$180,000 a \$200,000. A su vez cada productor en promedio cuenta con 4 hectáreas de siembra lo que en total representaría un costo de inversión de \$256,000 con un monto de venta de entre \$720,000 y \$800,000 pesos, teniendo ganancias en un rango de \$464,000 a \$544,000 pesos.

Las plagas, enfermedades, cambios climatológicos y variaciones del precio en el mercado, provocan pérdidas por más del 50% en cultivos de Chile Habanero lo que representa un monto aproximado de \$360,000 a \$400,000; lo que finalmente impacta en el margen de ganancia del productor alcanzando un monto máximo de \$144,000

pesos. El campo mexicano se enfrenta a grandes desafíos: tener disponibilidad de agua, aumentar la producción, al mismo tiempo que se reduce el uso de fertilizantes químicos y erradican melazas agresivas, para ello, tiene que hacer uso de la biotecnología, que es un recurso tecnológico que permite reforzar las acciones de trabajo para mantener en ascenso la producción agrícola (SAGARPA, 2017).

El constante desarrollo de los sensores y protocolos de comunicación remotos para la observación del planeta tierra, ha generado una gran cantidad de información útil para estudiar y monitorear de una mejor forma recursos naturales tales como suelo, agua y clima, permitiendo resolver problemas de escases de alimentos, contaminación del medio ambiente, manejo ecológico de recursos naturales y el estudio del crecimiento acelerado de áreas urbanas, (Díaz- Padilla et al., 2001).

De acuerdo con Díaz-Padilla et al. (2001), el ejemplo primordial de clasificación de las agro potencialidades son los requerimientos agroecológicos de los cultivos, esto implica conocer cuáles son las necesidades de temperatura, precipitación, altitud, pendiente, suelos, etc. Y encontrar en qué zonas o regiones cumplen dichos requerimientos, en forma óptima, mediana, baja o no apta.

Entre los beneficios que aporta la biotecnología se encuentran: generar productos de mayor calidad a bajo costo, así como reducir el impacto negativo en el medio ambiente. Esta importante área se apoya en tecnológicas y estrategias complementarias, como lo es la Ingeniería Mecatrónica con una línea de generación y adquisición de tecnología enfocada al área Agroindustrial.

### 3 OBJETIVOS

Objetivo general:

- Reducir las pérdidas por concepto de enfermedades en cultivos de Chile Habanero (*Capsicum Chinense*), desarrollando e implementado un sistema predictivo de monitoreo remoto para el manejo sustentable de plagas.

Objetivos específicos:

- Predecir mediante lógica difusa la aparición de las principales plagas que atacan cultivos de chile habanero, previniendo de tal modo las enfermedades en los cultivos.
- Generar un sistema de monitoreo remoto, integrando una Interfaz Gráfica de Usuario implementada en una Web Page amigable a la vista e intuitiva.
- Brindar a los productores una guía estratégica de control sustentable de plagas mediante agentes biológicos y/o químicos, ajustable a sus necesidades específicas.



## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 CHILE HABANERO

El chile habanero es originario de América del Sur, aunque también es ampliamente conocido en el sureste mexicano donde forma parte de la gastronomía regional. El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor en el mundo, su contenido de capsaicina es entre las 200,000 a 500,000 unidades “Scoville” (Bosland, 1996; Long-Solís, 1998; Ramírez et al., 2005). Esa cantidad de capsaicina ha sido determinante en el incremento de la demanda de esta especie de chile en el mercado nacional e internacional. La capsaicina tiene amplia utilización en la medicina, cosméticos, pinturas, gases lacrimógenos y salsas (Soria et al., 2002; Salazar et al., 2004). En México, los estados que producen el chile habanero son Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Sonora, Veracruz, Chiapas y Baja California Sur. La mayor superficie cultivada se encuentra en el estado de Yucatán con un 73% (708.43 ha) del total de la superficie sembrada (SIAP-SAGARPA, 2007).

El cultivo de chile habanero, bajo condiciones de campo, no se lleva a cabo en forma comercial en las regiones áridas del norte de México. Esto debido a que las altas temperaturas e incidencia solar presentes hacen que la planta tenga un desarrollo raquítico y una baja producción lo cual lo hace incosteable. Sin embargo, el chile habanero es un cultivo atractivo ya que su precio en el mercado nacional supera a la de cualquier otro tipo de chile, además el chile habanero es un producto que tiene demanda a nivel nacional e internacional por sus múltiples usos.

El chile habanero muestra su mejor desarrollo en zonas templadas, subtropicales. Con altitudes que oscilan entre 0 y 2700 msnm. Se desarrolla en un rango de precipitación óptima de 600 a 1250 mm (FAO, 2014). Sin embargo, estos valores varían en base a la variedad que se vaya a cultivar y la adaptabilidad que ésta presenta (FAO, 2014; Aragón, 1995). El chile habanero es una hortaliza de clima caliente, los rangos de temperatura en que se desarrolla de forma normal son: mínima 10°C, máxima 35°C y óptima de 30 °C. Las temperaturas menores de 10°C y mayores a 35°C limitan el desarrollo del cultivo (Ramírez et al., 2006). La temperatura para la germinación fluctúa entre los 18 y 35 °C, siendo la óptima de 30°C.

Los suelos más favorables para el desarrollo del chile habanero son aquellos que tienen buen drenaje y buena retención de humedad. Con un pH de 6.5 a 7.0, para lograr una mayor disponibilidad de los nutrientes; pH del suelo diferentes a estos valores necesitarán enmiendas por lo que es muy importante conocer y considerar este factor para el buen uso de fertilización y asimilación de los nutrientes. El cultivo de chile habanero requiere

una lámina de riego de 750 a 1000 mm para obtener altos rendimientos. Una lámina de riego menor a 30 mm mensuales afecta el rendimiento, el cual se ven disminuido (Ramírez et al., 2006).

Existen más de 200 variedades de chile habanero (Figura1), sin embargo, en México y en especial en la Península de Yucatán se cultivan únicamente tres variedades: Kukulcán, Chichén Itzá y Jaguar (SAGARPA, 2016).

Figura 1. Variedades de Chile habanero. [www.ethno-botanik.org](http://www.ethno-botanik.org), 2019.



Las tres presentan buen desarrollo vegetativo con una altura promedio de 1mt en campo abierto y 2.1mt en casa sombra. La variedad Kukulcán presenta mayor rendimiento por hectárea con 18 mil 760 kilogramos; seguida por la variedad Chichén Itzá, con 17 mil 67 kg/ha; y por la variedad Jaguar, con 16 mil 389 kg/ha de rendimiento. Finalmente, en cuanto a calidad del fruto, la variedad Jaguar obtuvo un mayor porcentaje de frutos de primera calidad, con 88.81%, seguido de la variedad Kukulcán, con 78.44% y Chichén Itzá con 75.23%. Por tal motivo los productores de la región seleccionan de forma predominante cultivar de la variedad Kukulcán, ya que presenta mayores rendimientos y en cuanto a calidad se encuentra en segunda posición.

#### 4.2 MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS

El Manejo Sustentable de Plagas (MSP) o Manejo Integrado de Plagas (MIP) tienen por objetivo mantener a las poblaciones plaga bajo el nivel de daño económico, protegiendo la salud humana y el medio ambiente, para lo cual utiliza todas las herramientas de control disponibles para el control de plagas (ver Figura 2).

Figura 2. Importancia del MIP. Folleto Dow AgroSciences, 2019.



Existen tres pasos que se deben tener en cuenta: prevención, observación e intervención (ver Figura 3).

Figura 3. Etapas clave del MIP. Folleto Dow AgroSciences, 2019.



- **PREVENCIÓN:** Limitar o prevenir las plagas, manejando el cultivo de manera de aumentar las poblaciones de enemigos naturales, disminuyendo los sitios o nichos de distintas plagas y/o disminuyendo alimento para las plagas. Para romper el ciclo de la plaga algunas herramientas a usar son: rotación de cultivos, variedades resistentes de plagas, buena sanidad, remoción de plagas y hospederos, manejo de restos de cosecha, rastrojos y semillas. También existen métodos espaciales, de secuencia y de control de material de plantación o siembra. Métodos espaciales: como, por ejemplo, usar varios patrones de cultivos, espaciamiento de plantas, cultivos intercalados, cultivos en hileras, uso de cultivo trampa o intercalados con otros, manejo del hábitat. Métodos secuenciales: como, por ejemplo, rotación de cultivos, cultivos múltiples, cultivos entre otros o bajo otro. Control de material de plantación/siembra: como, por ejemplo, la resistencia de planta hospedera, uso de semillas y plantas libres de enfermedades, diversidad genética del cultivo, fertilización y riego apropiado, etc.

- **OBSERVACIÓN:** El objetivo de este aspecto de la protección de los cultivos es el de determinar qué medida tomar y cuándo tomarla. **Monitoreo del cultivo:** La inspección de los cultivos a intervalos regulares es un aspecto clave. Hay que averiguar cómo crecen los cultivos, las malezas, insectos y enfermedades que están apareciendo, para llegar a una decisión en cuanto al uso de fertilizantes, control de malezas, de insectos y enfermedades y finalmente la fecha en que la cosecha debe empezar. También hay que evaluar los enemigos naturales, ya que su presencia puede permitir que se minimice el uso de productos fitosanitarios. Se debe contar el número de plagas presentes y, frente a umbrales conocidos y el número de enemigos naturales presentes en el cultivo, se puede llegar a una decisión en cuanto a las acciones apropiadas. **Sistemas de apoyo de las decisiones:** A fin de ayudar a los agricultores a tomar decisiones en cuanto a la incidencia de plagas en sus campos o predios, se hacen investigaciones para determinar en qué punto deben ser realizadas ciertas acciones. Por ejemplo: cuando la población de un insecto dañino llega a un nivel determinado en las plantas cultivadas, podría ser recomendado el tratamiento con un insecticida. Tal recomendación se haría de acuerdo a la fase de crecimiento del cultivo y la presencia de insectos benéficos. Asimismo, es posible que asesores de organismos públicos u otros tengan programas de previsión para dar consejos a los agricultores acerca del momento de emprender actividades de control de las plagas. **Manejo regional:** Para permitir el control eficaz de ciertas plagas, es posible que haya que tomar medidas de control de gran envergadura, sobre todo cuando se trata de plagas muy móviles. En estos casos, probablemente todos los agricultores en una localidad determinada deban realizar las acciones apropiadas. Habitualmente tal acción coordinada sería organizada por organismos públicos. Por ejemplo, el manejo de mosca blanca.
- **INTERVENCIÓN:** El objeto de las medidas de intervención directa es reducir las poblaciones de plagas a niveles económicamente aceptables. Los tipos de control son: **Químico:** con sustancias orgánicas e inorgánicas. Pueden ser sintéticas, organismos o derivados de organismos (biopesticidas, feromonas, aleloquímicos, reguladores de crecimiento de insectos) o provenientes de recursos naturales (inorgánicos). **Biológico:** la intervención biológica utiliza a organismos predadores, parasitoides o patógenos de plagas. Estos pueden ser introducidos directamente. **Cultural:** son medidas de manejo, tradicionales o no, que pueden ser preventivas o intervencionistas. La manera de actuar es

haciendo inaceptable la planta para la plaga, adecuando el establecimiento de la planta de estación o espacio o haciendo que el cultivo sea peligroso para la plaga por los tamaños poblacionales de enemigos naturales. En esta categoría se encuentran, por ejemplo, la rotación de cultivos, los cultivos intercalados, los cultivos trampa, el uso de plantas y/o semillas certificadas, la siembra y cultivo en época adecuada, el manejo de riego y fertilización apropiados, etc. Físico: los manejos físicos pueden alterar las características físicas del ambiente para manejar las poblaciones plaga. Entre estos figuran, por ejemplo, la destrucción de residuos de cosecha, el laboreo del suelo apropiado, las barreras físicas como invernaderos y mallas, la solarización, el manejo del nivel de humedad del suelo para manejar algunas plagas, etc. Genético: control a través de manejo de genes, cromosomas y sistemas reproductivos de cultivos, plagas y poblaciones benéficas. Ejemplos: resistencia de planta hospedera, esterilización de insectos machos, mejora genética de enemigos naturales, etc.

#### 4.3 PLAGAS Y ENFERMEDADES COMUNES EN CULTIVOS DE CHILE HABANERO

La baja producción de Chile Habanero debido a la poca tecnología en el cultivo, semilla y control de plagas, ha sido un detonante de múltiples estudios de los factores que impiden el buen término de ciclo de cosecha. De acuerdo a la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en su Agenda Técnica Agrícola 2015 para el Paquete Tecnológico del chile habanero, plantea tres estrategias en su cultivo:

- Controlar las plagas: Las principales plagas son picudo del chile, mosca blanca, minador de la hoja, acaro, araña, etc.
- Controlar las enfermedades: Bacteriosis, virosis y nematodos.
- Control de malezas.

En el caso de control de plagas existen tres estrategias a seguir: control preventivo y técnicas culturales, control biológico y control químico (como se menciona en el apartado 4.2). Para el caso de las enfermedades, es necesario erradicar primeramente la plaga, para posteriormente aplicar estrategias en el alivio de los síntomas. Finalmente, el control de malezas debe ser constante en el cultivo ya que son la principal fuente de plagas y las plagas de las enfermedades, por lo tanto, el acabar o controlar las malas hierbas y restos de cultivo potencializan la salud de nuestras plantas, previniendo la

infestación de plagas y la proliferación de las enfermedades que impactan en la pérdida de la producción del cultivo.

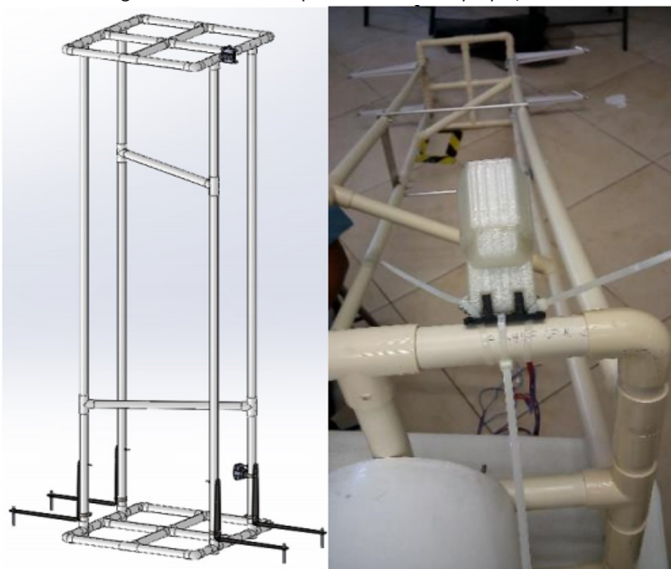
## 5 DISEÑO METODOLÓGICO

Mediante la implementación de un sistema sustentable de monitoreo predictivo remoto para plagas en cultivos de Chile Habanero se desarrolló un prototipo tecnológico. Para el desarrollo de este fue necesario subdividirlo en siete etapas: diseño de estructura, sistema de monitoreo in situ, sistema de telecomunicación (RF-GSM), receptor/gestor de datos (respectivamente), modelo predictivo por lógica difusa, Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) montada en una página Web y evaluación en un campo de cultivo.

### 5.1 DISEÑO DE ESTRUCTURA SOPORTE

En esta primera etapa, se procedió a dibujar la estructura que va a contener los diferentes sensores, mediante el software llamado SolidWorks se definieron cinco niveles, como se aprecia en la Figura 4, con la finalidad de que cada sensor pueda ser ajustable a la etapa de ciclo de la planta que corresponda, teniendo en cuenta que en específico la planta chile habanero puede llegar hasta los 1.5 mts (en cielo abierto) y 2 mts en invernadero (Bogeret et al, 2010).

Figura 4. Estructura soporte. *Elaboración propia, 2019.*



Teniendo en cuenta el clima de la región, así como la geolocalización de los campos de prueba la estructura fue diseñada de un material llamado Policloruro de Vinilo Clorado

(CPVC), el cual es un termoplástico altamente recomendado en aplicaciones industriales debido a sus características de resistencia química y altas temperaturas originadas por radiación solar. Para dicha estructura, fue prevista una zona de colocación bajo tierra (25cm) y una altura total de la estructura sobre tierra de 2 mts.

De igual manera se diseñó e imprimió en 3D con un material denominado PETG (Gricol de Tereftalato de Polietileno) resistente a radiación solar, las bases adaptables de cada sensor, así como del panel fotovoltaico y soporte de batería (ver Figura 5).

Figura 5. Encapsulados PETG impresos en 3D. *Elaboración propia, 2019.*



## 5.2 SISTEMA DE SENSADO IN SITU

Para la medición de variables de cultivo, de acuerdo a la bibliografía revisada, se definió la necesidad de ubicar cuatro sensores en sitios estratégicos de la estructura, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Colocación de sensores en estructura. *Elaboración propia, 2019.*



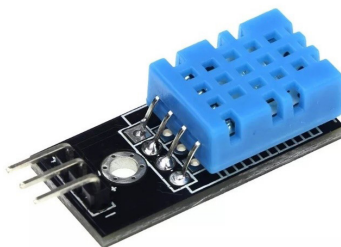
- Sensor de Temperatura para subsuelo DSB18B20 (Figura 7): Ubicado a 25 cm bajo la superficie de la tierra, este sensor configurado de forma analógica es idóneo cuando queremos medir la temperatura en ambientes húmedos e incluso dentro del agua, aunado a su forma de sonda impermeable. Su alimentación es en el rango de 3V – 5.5V, logrando medir temperaturas de -55°C hasta 125°C.

Figura 7. Sensor de temperatura subsuelo. *Elaboración propia, 2019.*



- Sensor de Temperatura / Humedad inferior de planta DHT11 (Figura 8) Ubicado 10 cm sobre el nivel del suelo (altura recomendada), ajustable en un rango de 0cm – 1mt sobre el nivel del suelo, configurado de forma analógica ideal en la medición de temperatura y humedad en rango de 0°C – 50°C y 20% - 90% respectivamente. Alimentado con 5VCD.

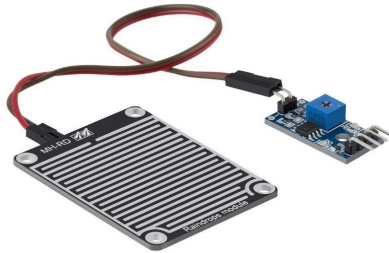
Figura 8. Sensores de temperatura / humedad inferior y superior de la planta. *Elaboración propia, 2019.*



- Sensor de Temperatura / Humedad superior de planta DHT11: Sensor idéntico al mencionado anterior, definido para la medición por arriba de la planta, ajustable desde 10cm hasta 2mts de la estructura. Su colocación dependerá del ciclo de crecimiento de la planta y se deberá ajustar de forma manual.
- Sensor de Lluvia ARD-355 (Figura 9): Ubicado en la parte superior de la estructura con una inclinación de 45°, alimentado por 5VCD, suministra una señal analógica de conductividad eléctrica en un rango de 0-5 VCD.



Figura 9. Sensor de lluvia. *Elaboración propia, 2019.*



### 5.3 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES TX / RX

El sistema de telecomunicación, resultó ser posiblemente el mayor de los desafíos al igual que el de suministro de energía, lo anterior debido a la ubicación geográfica de los campos de cultivo. El 80% de la producción de Chile Habanero, se encuentra en zonas remotas, en donde la inexistencia de señal celular, u algún otro medio de comunicación dificulta la transferencia de información de un punto a otro, en especial para el caso del proyecto que busca que el usuario tenga una interacción en tiempo real con los datos medidos del cultivo.

Para tal efecto, se decidió usar tecnología RF (Radio Frecuencia), la cual tiene alcance de hasta un radio de 1km a una velocidad de transferencia de 2Mbps por segundo, ideal para la implementación de sistemas IoT (Internet de las Cosas). Específicamente de acuerdo a sus especificaciones y flexibilidad en el escalamiento del proyecto los dispositivos implementados son:

- Módulo NRF24L01 (Figura 10): Implementado de forma unidireccional Tx, alimentado a 5VCD con acoplador de voltaje, protocolo SPI (Serial Peripheral Interface), distancia máxima de transmisión a 700 mts óptimo, a 2.4GHz de banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) para uso no comercial.

Figura 10. Módulo RF Tx/Rx. *Elaboración propia, 2019.*



- Módulo NRF24L01 (Figura 10): Implementado de forma unidireccional Tx, alimentado a 5VCD con acoplador de voltaje, protocolo SPI (Serial Peripheral

Interface), distancia máxima de transmisión a 700 mts óptimo, a 2.4GHz de banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) para uso no comercial.

Figura 11. Microcontrolador. *Elaboración propia, 2019.*



Finalmente, todo el sistema cableado e implementado en una placa PCB, fue colocado en el interior de una caja tipo gabinete Nema en la parte media de la estructura, colocando la antena en la parte exterior evitando de tal manera la disminución de su rango de operación debido a obstáculos en su dispersión de señal (Figura 12).

Figura 12. Encapsulado final de circuito en sistema in situ. *Elaboración propia, 2019.*



Es importante señalar que debido a las condiciones de humedad de la región fue necesario colocar en el interior del contenedor, un recipiente deshumificador recargable de Cloruro de Calcio, con la finalidad de proteger los componentes electrónicos de algún tipo de daño por exceso de humedad.

## 5.4 SUMINISTRO Y ADECUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La determinación del suministro y adecuación de energía eléctrica al igual que la telecomunicación, fueron factores concluyentes en el presente proyecto, originado de la falta en algunos predios de suministro eléctrico o de la distancia de este con respecto al campo de cultivo, fue requerido caracterizar y diseñar un sistema de suministro y adecuación de energía específico para el proyecto. Mediante la tecnología fotovoltaica se logra la captación de energía solar necesaria para ser suministrada a nuestro sistema, de igual manera mediante baterías, se almacena la energía requerida para su uso en periodos de sombra o noche. Finalmente se requiere de una etapa de potencia capaz de adecuar el suministro eléctrico a nuestras necesidades, con la consigna del uso óptimo de energía. Para la presente etapa se implementaron los siguientes componentes:

- Captación de energía solar (Figura 13): Panel fotovoltaico de 25 Watts, 18.3 volts, 1.37 amperes, Voc 21.2VCD, Isc 14.44A aislado e impermeable.

Figura 13. Panel solar. *Elaboración propia, 2019.*



- Almacenamiento de energía (Figura 14): Batería sellada libre de mantenimiento Osonix de 9Ah a 12VCD.

Figura 14. Almacenamiento de energía. *Elaboración propia, 2019.*



- Adecuación de energía para el sistema (Figura 15): Controlador de carga solar de 24VCD a 50A, pantalla LCD, conexión USB y cargador de batería PWM.

Figura 15. Adecuación de suministro eléctrico. *Elaboración propia, 2019.*



## 5.5 SISTEMA DE TELECOMUNICACIÓN GSM

Esta etapa no se encuentra en condiciones de campo abierto (Figura 16), por lo que resulta relativamente sencilla su implementación, sin embargo, la implementación del protocolo y sincronización con la PC en aspectos de programación, concluyo en cierta complejidad para su interacción con la toma de decisiones e interfaz gráfica de usuario. Los componentes usados en la presente etapa fueron el Módulo GSM GPRS SIM900 configurado como Tx y el Microcontrolador ARDUINO MEGA 2560R3.

Figura 16. Módulo GSM GPRS SIM900. *Elaboración propia, 2019.*



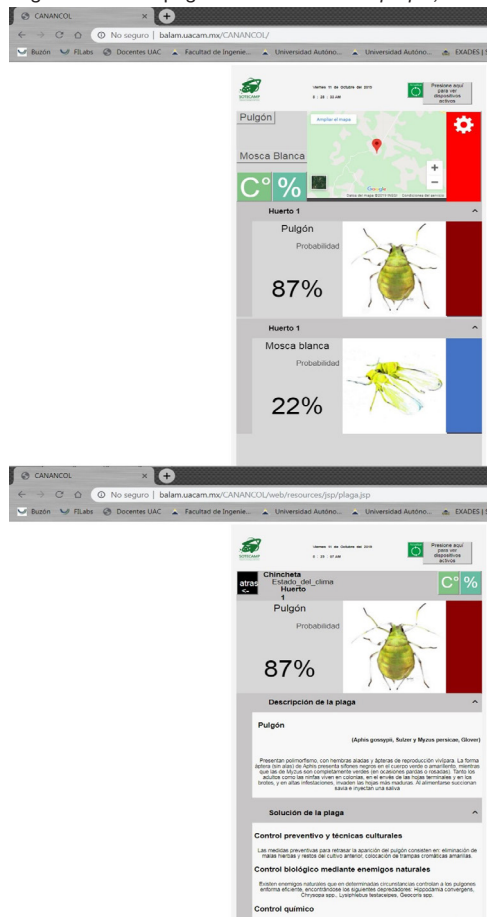
Al igual que las primeras etapas, se diseñó e imprimió en 3D una caja o chasis para almacenar los componentes electrónicos mencionados anteriormente, dejando expuesta

la antena de comunicación, la entrada USB para el enlace con la PC y la entrada de alimentación de voltaje de la fuente de poder.

## 5.6 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO EN WEB PAGE

Se diseñó una interfaz intuitiva para el despliegue de datos en una página Web, en ella se observa el porcentaje de ataque potencial de las plagas en cultivos de Chile Habanero. Los datos en la página son actualizados cada 4 hrs, esto con la finalidad de no saturar la base de datos y brindarle al microprocesador tiempo para el procesamiento de estos en el sistema inteligente. Finalmente, el usuario puede seleccionar la plaga potencial para observar una guía con información referente a método de control biológico y/o químico, así como una breve descripción de la plaga. Para tal caso es importante resaltar que no se pretende sustituir la expertise de los agrónomos o gente dedicada al campo, sino más bien ser un complemento de estos.

Figura 17. GUI en página Web. *Elaboración propia, 2019.*



## 5.7 MODELO PREDICTIVO

Se definen 6 variables de entrada, siendo estas: temperatura subsuelo, temperatura inferior de la planta, humedad inferior de la planta, temperatura superior de la planta, humedad superior de la planta y porcentaje de lluvia. En el caso de variables de salida se contemplaron tres plagas con su porcentaje de aparición dependiente a las variables de entrada, siendo estas: pulgón, araña, gusano, minador de la hoja y mosca blanca.

Seguidamente se delimitaron para cada variable sus rangos de operación, subconjuntos difusos y variables lingüísticas. Por tal motivo para la variable temperatura se contemplaron las siguientes variables lingüísticas: baja, media baja, media, media alta y alta, mientras que para humedad: baja, media y alta. Para las variables de salida y con la finalidad de brindarle al usuario un resultado lo más intuitivo posible solo se contemplan tres: baja probabilidad, media probabilidad y alta probabilidad.

Seguidamente se definen de acuerdo a la bibliografía y a las entrevistas realizadas a agricultores e investigadores las reglas de inferencia difusas. Teniendo en cuenta que se delimitaron 6 variables de entrada (3 con 5 subconjuntos cada una y 2 con 3 subconjuntos cada uno), así como 6 variables de salida con 3 subconjuntos cada una, tenemos por lo tanto un total de 21 variables de entrada y 15 variables de salida a inferir, lo que se traduce en  $2^{21} = 2,097,152$  posibles combinaciones.

Finalmente, al probar el sistema de fusificación y debido al alto número de inferencias difusas, se obtiene una gráfica con cambios sutiles y precisos, pero con un tiempo de procesamiento aproximado a 2 segundos (elevado para un procesamiento de datos por software). Este último factor es despreciable ya que no es requerido tomar acciones en tiempo real, por lo que es preferible adoptar precisión y sacrificar velocidad.

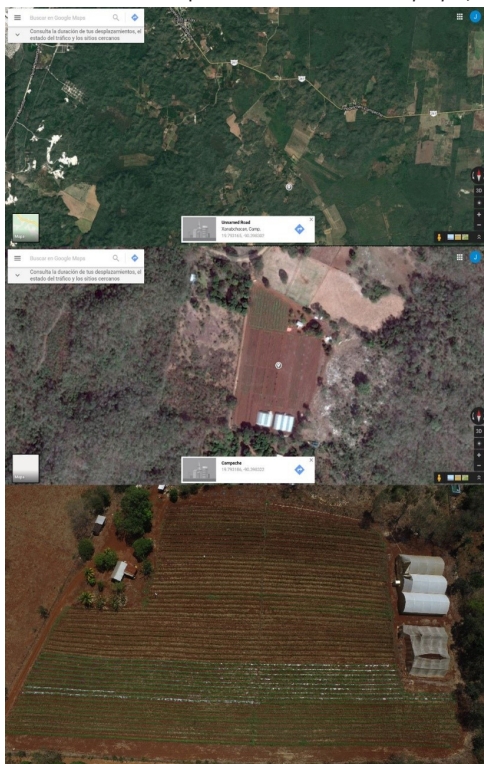
Figura 18. Modelo predictivo: Lógica difusa. *Elaboración propia, 2019.*



## 5.8 EVALUACIÓN EN CAMPO DE CULTIVO

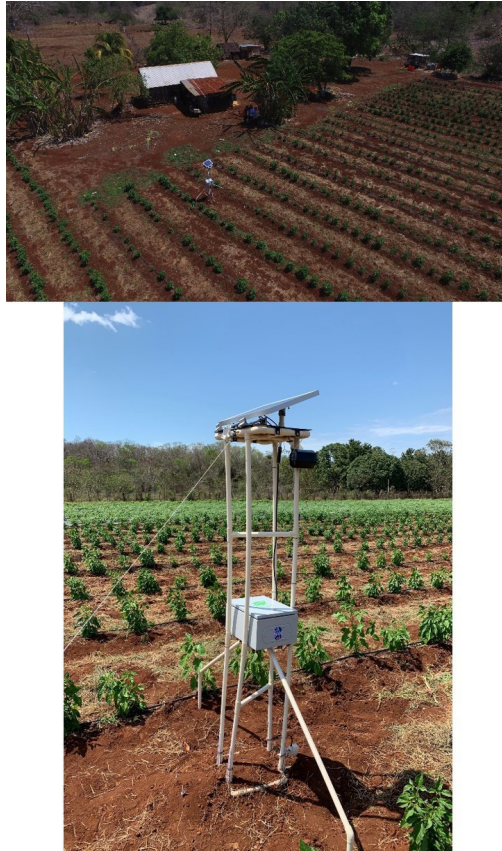
Para la evaluación en campo de cultivo se contó con el apoyo total del Ing. Russell Escalante Rodríguez, productor de Chile Habanero del Estado de Campeche. Para tal fin, nos dio facilidades para la instalación del prototipo en un campo de cultivo ubicado en el poblado de Xcampeu con georreferencia 19.793162, -90.398320 (ver figura 19).

Figura 19. Ubicación campo de cultivo. *Elaboración propia, 2019.*



Para la instalación del prototipo se evaluó la pertinencia del terreno debido a la cobertura del sensado y a la etapa en el ciclo de cultivo, dificultándose su instalación debido a lo compacto de la tierra a la escasa lluvia presentada en la temporada, en la imagen 20 se observa el prototipo instalado y funcionando.

Figura 20. Instalación en campo de cultivo. *Elaboración propia, 2019.*



Finalmente debido a la ubicación del cultivo, fue necesario colocar un repetidor de señal RF (figura 21) para alcanzar cobertura GSM y de este modo poder mandar la información recolectada hasta el servidor para su procesamiento y despliegue en la página web.

Figura 21. Repetidor RF y enlace GSM. *Elaboración propia, 2019.*





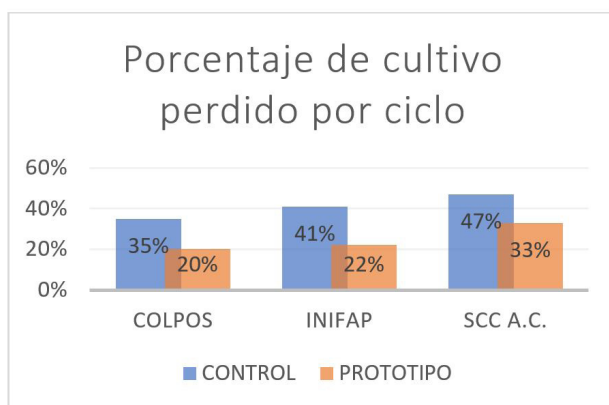
## 6 RESULTADOS

La evaluación del sistema planteado se llevó a cabo en tres cultivos experimentales diferentes de Chile Habanero variedad Kukulcán, con una extensión de 4 hectáreas y riego por goteo. De igual manera con la finalidad de no sesgar el estudio, fueron seleccionados para la validación dos Campos Experimentales de Centros de Investigación y un Campo de Cultivo de una Asociación Chilera. Para tal efecto, se realizaron convenios marco con los Centros de Investigación de “Colegio de Postgraduados Campus Campeche” y el “Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias”, así como un acta de acuerdos con la “Asociación de Chileros de Campeche A.C.” respectivamente.

Para lograr obtener un comparativo, se solicitaron como datos de control los resultados de las pérdidas obtenidas en el ciclo de cultivo inmediato anterior, costos de inversión y pérdida, para posteriormente realizar el comparativo con respecto al ciclo de cultivo monitoreado con el sistema.

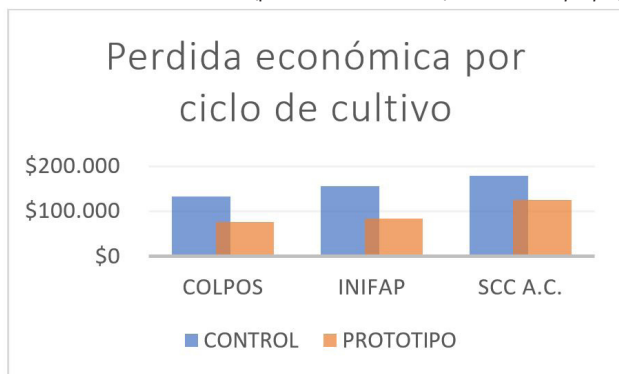
Una vez concluido el ciclo de cultivo de los tres campos experimentales se obtienen los siguientes datos (Gráfico 1).

Gráfico 1. Resultados del sistema (pérdidas de cultivo). *Elaboración propia, 2019.*



En lo que respecta a capital económico perdido por concepto de plagas y/o enfermedades, se debe tomar en cuenta que estos son en un rango de \$360,000 a \$400,000 pesos mexicanos, por tal motivo promediando el monto nos dan \$380,000 pesos mexicanos que un agricultor pierde por ciclo de cosecha de 4 hectáreas en cultivos de chile habanero, sin embargo como se muestra en el Gráfico 2, el capital perdido por el mismo concepto, se ve reducido con la implementación del prototipo, recuperando capital económico en un rango de \$53,000 a \$72,000 pesos mexicanos por ciclo de cultivo.

Gráfico 2. Resultados del sistema (pérdidas económicas). *Elaboración propia, 2019.*



Dado lo anterior se logró validar el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo remoto con un alcance de hasta 700 mts por RF, hasta llegar a la terminal principal GSM, ampliando de tal modo su conectividad.

Contemplando los costos por pérdida, el prototipo representa una inversión mínima del 3.98% al 6.57% recuperable de forma inmediata al término del primer ciclo de cultivo. Es importante señalar que en lo que respecta al equipo de cómputo necesario es a libertad del usuario ya que la interfaz gráfica de usuario se encuentra alojada en una página web sin necesidad de grandes requerimientos, por lo que los costos son de estructura y componentes necesarios. Igualmente, el sistema es desmontable por lo que, de requerirse en algún otro campo de cultivo, se puede desinstalar y montar en otra ubicación, por lo que no se generaría ningún costo extra, a reserva de requerirse repetidores extra por la lejanía de cobertura GSM.

En base a los datos suministrados por INIFAP y COLPOS, se desarrolló un sistema difuso para la predicción en base a la probabilidad de ataque de las plagas comunes en cultivos de chile habanero, siendo el pulgón, araña, gusano, minador de la hoja y mosca blanca. El sistema desarrollado fue del tipo MIMO (múltiples entradas múltiples salidas). Las entradas fueron los diferentes sensores colocados en la estructura in situ (como mencionó en el apartado de metodología), mientras que las funciones de pertenencia con sus respectivos rangos fueron determinadas por la bibliografía correspondiente a estudios biológicos realizados a las plagas por ambos Centros de Investigación.

Posteriormente las salidas, fueron los porcentajes de probabilidad de ser atacado el cultivo por alguna de las 6 plagas mencionadas anteriormente (6 variables de salida), para finalmente el usuario poder seleccionar el método de control óptimo para su cultivo, sea biológico o químico. Es importante señalar que la guía estratégica de control integrado de plagas mediante agentes biológicos y/o químicos, es ajustable a sus

necesidades específicas, por lo que es flexible a cambios de parámetros dependiendo de la experiencia de cada productor.

## 7 AGRADECIMIENTOS

Agradecemos infinitamente por sus aportaciones en áreas de biología, así como a las pruebas realizadas a las siguientes instituciones:

- Colegio de Postgraduados Campus Campeche (COLPOS).
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campus Campeche (INIFAP).
- Asociación de Chileros de Campeche.

## 8 CONCLUSIONES

En la implementación del presente prototipo se halló que uno de los principales motivos de la falta de tecnificación del campo es la baja aceptación de productores a las nuevas tecnologías y enraizamiento a técnicas de cultivo tradicional. De igual manera una barrera importante fue la lejanía de los terrenos de cultivo y la nula llegada de sistemas de telecomunicaciones.

Como se observa en el apartado de resultados los campos de cultivo con mejores resultados, fueron los administrados por los Centros de Investigación (reducción de hasta el 50% en pérdidas), esto es debido a que para lograr una correcta implementación del prototipo, se tiene que trabajar en perfecta sincronía con el personal agrónomo. Igualmente se observó una reducción significativa en el uso de agroquímicos en los campos de cultivo, usando un 68% del total que se esparce en un ciclo de cultivo, lo que a su vez se refleja en la disminución de contaminantes para el manto acuífero de la región.

Finalmente para el caso de cultivos de Chile Habanero, mediante un sistema de monitoreo remoto, integrando en una Interfaz Gráfica de Usuario implementada en una Web Page amigable a la vista e intuitiva, se logró anticipar el ataque potencial las principales plagas que inciden en él, previniendo de tal modo las enfermedades en los cultivos; brindando a los productores una guía estratégica de control sustentable de plagas mediante agentes biológicos y/o químicos, ajustable a sus necesidades específicas.

## REFERENCIAS

Borges-Gómez, L., Cervantes Cárdenas, L., Ruiz Novelo, J., Soria Fregoso, M., Reyes Oregel, V., & Villanueva Couoh, E. (2010). Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra latinoamericana*, 28(1), 35-41.

Bosland, P. W. (1996). *Capsicums: Innovative uses of an ancient crop*. Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA, 479-487.

- Cauich, I. C., Ascencio, F. J., & Cen, F. A. C. BENEFICIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense*) EN EL MUNICIPIO DE HALACHÓ, YUCATÁN.
- Cázares Sánchez, E., Ramírez Vallejo, P., Castillo González, F., Soto Hernández, R. M., Rodríguez González, M. T., & Chávez Servia, J. L. (2005). Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annum* L.) del centro- oriente de Yucatán. *Agrociencia*, 39(6).
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). (2017). Fertigación de chile habanero en suelos pedregosos de Yucatán. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- Kú, V. M. I., & Gary, J. D. (2004). Asociación de la diversidad genética de los cultivos de la milpa con los sistemas agrícolas y factores socioeconómicos en una comunidad de Yucatán.
- Lee, C. C. (1990). Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller. II. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, 20(2), 419-435.
- LONG-SOLÍS, J., Alvarez, M., & Camarena, A. (1998). El placer del chile. Editorial Clio. México.
- Manrique, J. M. T., Martínez, E., & Méndez, G. M. (2014). Análisis comparativo de la sustentabilidad de dos unidades productivas de Chile Habanero convencionales y dos unidades productivas orgánicas en Yucatán, México. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (194).
- Navarro, L. A. A., López, J. F. J., López, D. J. P., López, R. L., Hernández, M. B. R., Ramírez, M. J. A. R., ... & Sánchez, A. M. ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN EL ESTADO DE TABASCO.
- Ramírez, H., Amado-Ramírez, C., Benavides-Mendoza, A., Robledo- Torres, V., & Martínez-Osorio, A. (2010). Prohexadiona-Ca, AG3, ANOXA y BA modifican indicadores fisiológicos y bioquímicos en chile Mirador. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(2), 83-89.
- Razavi, B. (2012). *RF microelectronics*. Pearson Education.
- Ross, T. J. (2004). *Fuzzy logic with engineering applications (Vol. 2)*. New York: Wiley.
- Ruiz, B. R. (2009). Potencial productivo y limitante para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en la zona centro del estado de Veracruz (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral, Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz).
- Ruiz-Lau, N., Medina-Lara, F., & Martínez-Estévez, M. (2011). El chile habanero: su origen y usos. *Revista ciencia*.
- SAGARPA, S. (2007). Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación; servicio de información agroalimentaria y pesquera.
- SAGARPA, S. (2018). Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación; servicio de información agroalimentaria y pesquera.
- Salazar-Jara, F. I., & Juarez-Lopez, P. (2013). Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annum* L.).
- Schmuller, J. (2000). *Aprendiendo UML en 24 horas*. Pearson educación.
- Stetzler, T. D., Post, I. G., Havens, J. H., & Koyama, M. (1995). A 2.7-4.5 V single chip GSM transceiver RF integrated circuit. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 30(12), 1421-1429.
- Villa Castorena, M., Catalán Valencia, E. A., Inzunza Ibarra, M. A., Román López, A., Macías Rodríguez, H., & Cabrera Rodarte, D. (2014). Producción hidropónica de chile habanero en invernadero.

# CAPÍTULO 12

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

Data de submissão: 28/06/2023

Data de aceite: 14/07/2023

### Margarita Ortigoza Melgarejo

Mg. en Investigación Científica  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Privada del Este  
Franco, Paraguai  
Curriculum Vitae

### Lais Raquel Petter Lauer

Lic. en Kinesiología y Fisioterapia  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Privada del Este  
Franco, Paraguai

### Liz Mariana Duarte Duarte

Lic. en Kinesiología y Fisioterapia  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Privada del Este  
Franco, Paraguai

**RESUMEN:** La incontinencia urinaria (IU) es la pérdida incontrolable de la orina. La incontinencia urinaria puede ser de esfuerzo (IUE), incontinencia urinaria de urgencia (IUU) e incontinencia urinaria mixta (IUM). Una de las causas es la alteración del buen funcionamiento de la vejiga o del esfínter, pudiendo manifestarse a cualquier edad. Entre los tratamientos convencionales están los farmacológicos, aunque actualmente la kinesiología está aportando resultados eficaces. Por ello, el

objetivo principal de la presente investigación es identificar las técnicas kinésicas más eficaces para el tratamiento de la incontinencia urinaria publicadas en el periodo 2015-2020. La metodología adoptada fue la de revisión bibliográfica. La estrategia de búsqueda en bases de datos científicos como: Google académico, Redalyc, Dialnet, entre otros, fue mediante palabras claves y conectores booleanos. Los criterios de inclusión empleados fueron: artículos o tesis que reporten efectividad de las técnicas kinésicas en el tratamiento de la incontinencia urinaria en mujeres, que las publicaciones sean en lengua española y que no superen los último cinco años. Se excluyeron publicaciones inferior a 2015, pacientes de sexo masculino y los que realizaron el tratamiento con aplicación de agentes físicos. Resultados: De los 10 estudios revisados, el 100% reportó resultados positivos en el tratamiento de la IU, aplicadas en su mayoría a mujeres post menopáusicas, de cuáles los ejercicios Kegel constituyó el 59%, seguido de la técnica de ejercicios hipopresivos (25%). Conclusión: Los ejercicios de Kegel, según la literatura consultada, constituye la técnica kinésica más efectiva en el tratamiento de la incontinencia urinaria, mediante el fortalecimiento de la musculatura del suelo pélvico y la toma de la conciencia de la región perineal; sin contraindicaciones para cualquier edad y etapa. Es accesible y de bajo costo, por no requerir de la utilización de agentes físicos para su realización.

**PALABRAS CLAVES:** Incontinencia urinaria. Ejercicios kinésicos. Efectividad. Tratamiento.

## EFFECTIVENESS OF KINESIC TECHNIQUES IN THE TREATMENT OF FEMALE URINARY INCONTINENCE: BIBLIOGRAPHIC REVISION 2015-2020

**ABSTRACT:** Urinary incontinence (UI) is the uncontrollable loss of urine. Urinary incontinence can be stress incontinence (SUI), urge urinary incontinence (UUI) and mixed urinary incontinence (MUI). One of the causes is the alteration of the proper functioning of the bladder or the sphincter, which can manifest at any age. Conventional treatments include pharmacological ones, although kinesiology is currently providing effective results. Therefore, the main objective of this research is to identify the most effective physiotherapy techniques for the treatment of urinary incontinence published in the period 2015-2020. The methodology adopted was the bibliographical review. The search strategy in scientific databases such as: Google academic, Redalyc, Dialnet, among others, was through keywords and Boolean connectors. The inclusion criteria used were: articles or theses that report the effectiveness of physiotherapy techniques in the treatment of urinary incontinence in women, that the publications are in Spanish and that they do not exceed the last five years. Publications of less than 2015, male patients and those who underwent the treatment with the application of physical agents were excluded. Results: Of the 10 studies reviewed, 100% reported positive results in the treatment of UI, applied mostly to postmenopausal women, of which Kegel exercises constituted 59%, followed by the technique of hypopressive exercises (25%). Conclusion: Kegel exercises, according to the literature consulted, constitute the most effective kinesic technique in the treatment of urinary incontinence, by strengthening the pelvic floor muscles and awareness of the perineal region; without contraindications for any age and stage. It is accessible and low cost, as it does not require the use of physical agents for its realization.

**KEYWORDS:** Urinary incontinence. Kinesic exercises. Effectiveness. Treatment.

### 1 INTRODUCCIÓN

La IU se define como la pérdida involuntaria de orina que condiciona un problema higiénico y/o social. (Abimael, B., Rebullido, T. R., Medrano, I. C., & Fabre, P.,2017) Algunas de sus causas constituyen la alteración del buen funcionamiento de la vejiga o del esfínter, aunque también, puede estar relacionado a problemas neurológicos o cerebrales, problemas musculares y nerviosos o incluso a otras enfermedades. (Los Condes, 2019).

Los síntomas pueden variar, desde una filtración de orina leve hasta la salida abundante e incontrolable de ésta (Sovrin M. Shah M.,2018).

Esta problemática afecta mundialmente a unos 400 millones de personas; en Brasil a un 35% de la población femenina, y en argentina se considera una problemática que afecta a más de 1,5 millones de personas. (Infobae,2017).

La incontinencia urinaria puede ser de esfuerzo (IUE), incontinencia urinaria de urgencia (IUU) e incontinencia urinaria mixta (IUM).

La *Incontinencia urinaria de esfuerzo (IUE)* atribuyen a factores como: la hipermovilidad uretral, pérdida de fuerza muscular del suelo pélvico, disminución del

grosor uretral, entre otros. Al respecto, los investigadores fisioterapeutas han revelado que la estabilidad lumbopélvica podría alterar la funcionalidad del suelo pélvico y estar también implicado en la fisiopatología de la IUE. (Abreu M.,2020)

*La Incontinencia urinaria de urgencia (IUU) o urgencia miccional*, muy común en la mujer con vejiga hiperactiva, la cuál se ciza por un deseo repentino de orinar que no puede ser controlado con facilidad, la cuál puede presentar una frecuencia miccional de 7-8 micciones diarias, mientras que la *Incontinencia urinaria mixta*, se caracteriza por la pérdida involuntaria de orina asociada con la urgencia miccional y con el esfuerzo.<sup>5-1</sup>

Entre los tratamientos farmacológicos más utilizados figuran: Oxibutinina, Cloreto de tróspio, Solifenacin, Darifenacina e Imipramina. (Op. Cit.)

La Kinesiología ofrece técnicas de prevención y tratamiento de la IU, promoviendo una mejor conciencia corporal y perineal, la propiocepción perineal, la reeducación de la musculatura de la vejiga y el suelo pélvico, así como la mejora del tono muscular perineal. La mayoría de los tratamientos kinésicos reportan resultados satisfactorios.

Así, Correa, J.N., Moreira, B., Garcez, V.F., reportaron sus resultados respecto al tratamiento de la IU, destacando que los ejercicios de Kegel y Pilates en pacientes con IUE han demostrado ser una forma eficiente de tratar la patología, y que ambos métodos pueden ser herramientas efectivas para el fisioterapeuta en rehabilitación y tratamiento de la incontinencia urinaria, presentando beneficios variados y pocas contraindicaciones. (Correa, J.N., Moreira, B., Garcez, V.F., 2015)

En relación a los ejercicios Kegel, encontramos que éstos tienen como objetivo fortalecer los músculos de soporte de los órganos pélvicos y mejorar el mecanismo de cierre del esfínter de la uretra.

Los ejercicios Kegel consisten contraer y relajar los músculos del suelo pélvico, con diferentes ritmos o pautas y en diferentes posturas. (Rodríguez AAP, Lezcano JPS., 2017).

Por tanto, realizando los ejercicios de suelo pélvico se consigue aumentar la fuerza generada por un músculo en una sola contracción y aumento de la resistencia: capacidad de contraerse de forma repetitiva o capacidad para mantener una sola contracción en el tiempo y mejorar la coordinación muscular: como la pre contracción de los músculos de suelo pélvico ante un aumento de la presión intraabdominal; por ello los beneficios que ofrecen los ejercicios de Kegel son la disminución y eliminación de la incontinencia urinaria. (Op. Cit.)



A partir de lo expuesto y debido a la alta prevalencia de esta patología, que afecta con mayor frecuencia a mujeres, como también por la escasa publicación a nivel nacional y departamental sobre esta problemática, nos planteamos el siguiente objetivo general de investigación: Identificar las técnicas kinésicas más eficaces para el tratamiento de la incontinencia urinaria publicadas en el periodo 2015-2020.

## 2 MÉTODO

El estudio consiste en la revisión bibliográfica de artículos y tesis publicados entre los años 2015-2020 que reporten eficacia de los tratamientos kinésicos en incontinencia urinaria femenina. La estrategia de búsqueda en las bases de datos: Google académico, Repositorios académicos, Dialnet, Revista Scielo y otros buscadores, se realizó filtrando las palabras claves: Incontinencia urinaria, tratamiento, técnicas kinésicas, eficacia y algunos conectores booleanos.

Los criterios de inclusión y exclusión adoptados: Se incluyeron publicaciones de los últimos cinco años (2015-2020), artículos sobre estudios experimentales o ensayos clínicos, tesis sobre la efectividad de las técnicas kinésicas en el tratamiento de la incontinencia urinaria; Investigaciones publicadas en el idioma español; sexo femenino que padezcan de incontinencia urinaria. Fueron excluidos los artículos publicados antes del 2015, sexo masculino, aplicación de agentes físicos para el tratamiento.

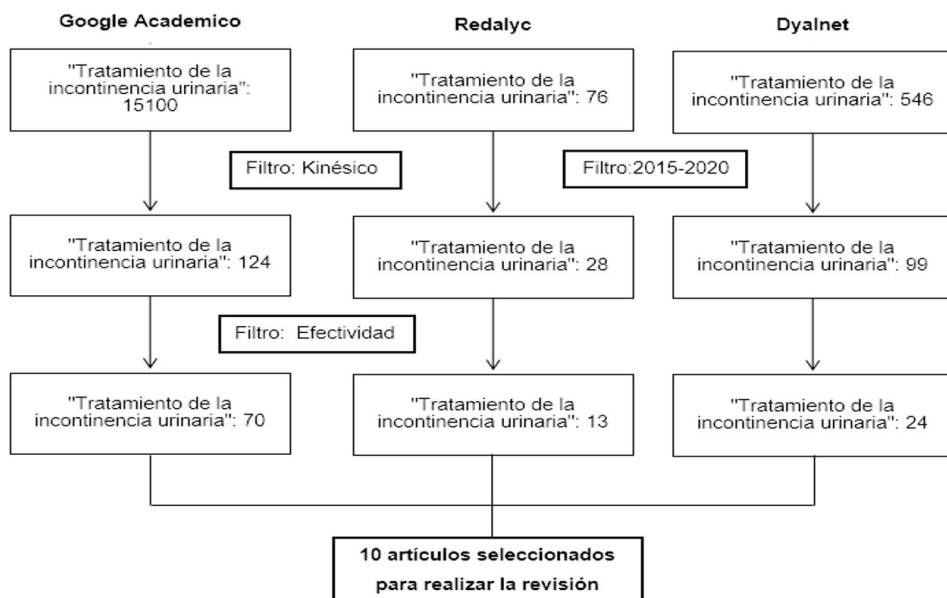
Resultado de la búsqueda: fueron seleccionados 10 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión.



Cuadro 1: Autor y año de artículos seleccionados.

No.	1	2	3	4	5
Autor Año	Poblete Leis, L. M., Silva Salem-Hanna, M. F., & Terra López, M. A. (2015).	Pico Rodríguez; Solís Lezcano, J. (2017)	Aparicio, L. F. (2018).	Altamirano Cifuentes, M. A. (2015).	López, L. C., De La Torre, A. M. L., Morales, C. M. C., Díaz, A. B. P., Paragón, M. C., & Almazán, A. A. (2019).
	6	7	8	9	10
Autor Año	Ortiz Pérez, S. M. (2017).	Chang Calderin, O., Pérez Rodríguez, M., Figueredo Villa, K., Llori Otero, K. M., Torres Pérez, M., & Torres Pérez, M. (2019).	Abimael, B., Rebullido, T. R., Medrano, I. C., & Fabre, P. (2017).	Altamirano Castelo, K. E. (2018).	Diaz Salazar, T. M. (2020).

\*Cuadro: Elaboración propia



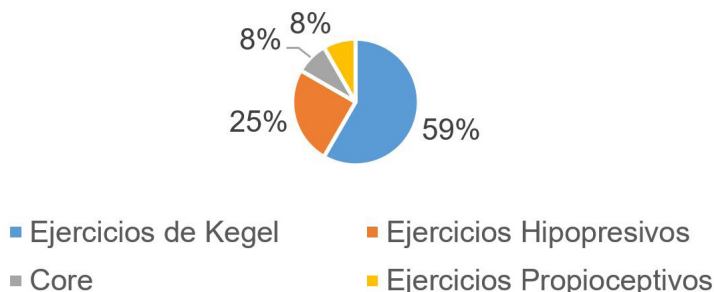
\*Gráfico: Elaboración propia

Consideraciones éticas: Se tuvo en cuenta el respeto a la propiedad intelectual como derecho exclusivo de los autores sobre sus teorías y conocimientos diversos, citándolos apropiadamente y detallando las fuentes bibliográficas en donde se encuentre mencionado.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 RESULTADOS

Gráfico 1. Técnicas kinésicas más aplicadas.



Cuadro 2. Técnicas kinésicas empleadas: Comparación de los resultados pre y post tratamiento.

Técnicas empleadas	T <sup>1</sup>	T <sup>2</sup>
1. Gimnasia abdominal hipopresiva	<p>Puntaje de frecuencia de pérdida promedio obtenido del grupo control y de pre tratamiento fue de <math>1.6 \pm 0.73</math> puntos.</p> <p>Cantidad de orina perdida del grupo control y pre tratamiento fue de <math>2 \pm 0</math> puntos.</p> <p>Calidad de vida en grupo control y pre tratamiento <math>5.2 \pm 2.8</math> puntos</p>	<p>-Puntaje de frecuencia de pérdida de orina en el post tratamiento fue de <math>0.33 \pm 0.5</math> puntos.</p> <p>-cantidad de orina perdida en el post tratamiento fue de <math>0.67 \pm 1</math> puntos.</p> <p>-Calidad de vida en grupo post tratamiento fue <math>2.2 \pm 1.8</math> puntos.</p>
2. Ejercicios Kegell	<p>El 50% presentó una capacidad contráctil moderada, seguida de un 17% de contracción buena y un 33% de contracción débil.</p> <p>El 17% presentó severidad leve, seguido del 56 % de severidad modera y 27% de severidad grave.</p>	<p>El 22% mejoraron de contracción débil a moderada y el 11% de contracción moderada a buena.</p> <p>22% obtuvo disminución en la severidad de la incontinencia de grave a moderada, el 11% de leve a moderada.</p> <p>El 33% de las pacientes presentó mejoría a la IUE mediante el aumento de la capacidad contráctil del suelo pélvico y mayor control de los esfínteres, como a la toma de la conciencia de la región perineal del esquema corporal.</p>
3. Kinesio Taping en el corsé estabilizador	No se reportó	Aumento significativo de la fuerza muscular en ambos grupos. Mejoría de la actividad electromiográfica máxima en ambos grupos de estudio de un 27.5 %. Mejora respecto a la gravedad de su incontinencia, que se cifra en un 25,2 %
4. Ejercicios Kegell	El promedio de mejoría en el grupo control (que no recibió el tratamiento) fue de -0,133 es decir aumento la incontinencia después de un mes	El promedio de mejoría del grupo que recibió la técnica de Kegell fue de 1,00, siendo esta diferencia estadísticamente significativa de acuerdo a la prueba t de student

5. Ejercicios Kegel	Frecuencia de pérdida de orina continuamente 7,1%; cantidad de orina perdida: poco 64,3% y moderado 35,7%	Reducción total a 0%; Poco 71,4% y moderado 28,6%
6. Ejercicios Kegel	Valoración del suelo pélvico (Escala de Oxford)  El 57% de las mujeres obtuvo valoración 1, el 30% valoración 2 y el 13% con valoración 0.	En la valoración final del suelo pélvico mediante la escala de Oxford, el 48% logró obtener la valoración 4, 30% valoración 5 y el 22% con valoración 3.
7. Ejercicios Kegel	El 60 % se ubicó en el grado 2, según escala Oxford, caracterizada por contracciones musculares débiles del suelo pélvico y el 40 % en el grado 3, con contracciones musculares moderadas.	En la segunda medición prevaleció el grado 4 alcanzando una efectividad del 70 % de mejora
8. Ejercicios Hipopresivos	Grado de severidad entre incontinencia moderada y severa	El grado de severidad disminuyó de severa a moderada
9. Ejercicios Kegel	El 60% de la población presentó una puntuación de grado II, fuerza de la musculatura débil.	El 45% de la población obtuvo aumento del tono muscular a grado III y el 15% de la población aumento del tono muscular a grado IV.
10. Kegel, CORE Y GAH	El test de competencia abdominal resultó positivo para 30 pacientes, lo que corresponde al 81%. Severidad de la IU: leve en un 27%, moderada en 49% y grave en 14% de la población de estudio. Frecuencia de orina perdida, 14 pacientes perdían orina una varias veces al día; 8 pacientes presentaron pérdidas de orina dos a tres veces por semana	El test de competencia abdominal aplicado a la misma cantidad de pacientes demuestra que solo el 19% concluyó con resultado positivo. Grado de severidad de la IU (leve 22%; moderada 54% y grave 5%).  Frecuencia de orina perdida de los 14 pacientes se redujo a Nunca y una vez a la semana y de los 8 pacientes se redujo a nunca.

Cuadro 3: Resumen: Técnicas kinésicas más eficaces

No. de estudios	Técnicas Kinésicas	Muestra de estudios	Duración del Tto.	Resultado obtenido
1	Gimnasia Abdominal Hipopresiva	Mujeres entre 30 a 50 años, nulíparas	8 sesiones	Disminución de pérdida de orina  Reducción de perdida de orina escapada.
1	Kinesiotaping	Mujeres entre 40 a 75 años	No reporta	Aumento significativo de fuerza muscular .  Mejora de la actividad muscular
8	Ejercicios Kegel	Mujeres entre 30 a 50 y 63 a 80 años	Entre 12 semanas / 20 días consecutivos	Disminución de severidad de la incontinencia: de grave a moderada.  Mejora de la contracción débil a moderada  Aumento del tono muscular a grado II

## 3.2 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica, el 100% de los concluyen haber tenido resultados positivos en el tratamiento de la IU, utilizando apenas técnicas kinésicas sin intervención de agentes físicos. Aunque algunas mujeres no obtuvieron una mejora completa, dicen haber tenidos mejoras considerables en su condición.

Las causas de IU en mujeres en periodo de la menopausia, según la literatura analizada, se destaca la atribución a los cambios hormonales durante la menopausia y a la reducción del nivel de estrógeno que afectan los músculos abdominales, provocando cambio de posición de la vejiga, que conlleva a la pérdida de orina. Otro factor predisponente, refieren a la obesidad. <sup>9</sup> (Mena NB., 2019)

Respecto a las técnicas kinésicas empleadas, demostraron preferencia (59%) y mayor efectividad con los ejercicios Kegel, seguido de la gimnasia abdominal hipopresiva y al Kinesiotaping como técnica complementaria.

La gimnasia abdominal hipopresiva también presentó resultados satisfactorios en la frecuencia de pérdida de orina, la cantidad de orina perdida y en la mejora de la calidad de vida, pero es contraindicada para embarazadas, personas hipertensas y/o con problemas renales.

Por su parte, el kinesiotaping reportó eficacia como técnica complementaria en el tratamiento del corsé estabilizador, mejora de la corrección postural y actividad muscular.

En cuanto a la muestra figuran mujeres a partir de 30 a 80 años de edad, preferentemente en etapa de menopausia, multíparas con antecedentes de parto normal (85%), o embarazadas y otros relacionados con obesidad.

Por tanto, la incontinencia urinaria tras el parto está relacionada con el estado del suelo pélvico, no con la manera en la que se haya dado a luz (Lopes LdSLyMHBdM., 2019) puesto que los cambios y el peso durante la gestación pueden afectar la musculatura del suelo pélvico.

El aumento del Índice de Masa Corporal podía aumentar desde un 20 % hasta un 70 % la incontinencia urinaria. Además, los pacientes que aumentan su IMC tienen más probabilidades de desarrollar incontinencia en un futuro. De esta manera la obesidad se convierte en factor de riesgo para padecer incontinencia urinaria. (Nascimento AOyE., 2016)

## 4 CONCLUSIÓN

Los ejercicios Kegel demostraron mayor efectividad en el tratamiento de la incontinencia urinaria, mediante el fortalecimiento de la musculatura del suelo pélvico y

toma de la conciencia de la región perineal. Entre sus ventajas se puede mencionar que no presenta contraindicaciones.

Para un resultado efectivo de los ejercicios Kegel, se sugiere que las sesiones sean entre 15 a 25 de 40 a 45 minutos.

Se recomienda a los alumnos de la institución, que en investigaciones posteriores apliquen los ejercicios Kegel en mujeres con incontinencia urinaria para comprobar su efectividad.

## REFERENCIAS

1. Abimael, B., Rebullido, T. R., Medrano, I. C., & Fabre, P. (2017). Ejercicio hipopresivo en el tratamiento de la incontinencia urinaria en mujeres multíparas: serie de casos. *RECIEN: Revista Científica de Enfermería (España)*, (13).
2. Abreu M. Remédios para tratar a incontinência urinária. *Tua Saude*. 2020.
3. Correa, J.; Moreira, B. y Ferreira, V. Ganho de força muscular do diafragma pélvico após utilização dos métodos pilates ou kegel em pacientes com incontinência urinaria de esforço. [En línea] Disponible en: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1644>
4. INFOBAE (2017) Incontinencia urinaria. Una problemática que afecta a más de 15 millones de argentinos. Disponible en: <https://www.infobae.com/salud/2017/08/12/incontinencia-urinaria-una-problematica-que-afecta-a-mas-de-15-millones-de-argentinos>
5. Los Condes, 2019. Incontinencia urinaria en mujeres: un problema frecuente y oculto. Clínica los Condes. <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Ginecologia/incontinencia-urinaria-mujeres-problema-comun>
6. Lopes LdSlyMHBdM. (2012) La incontinencia urinaria en periodo de posparto y su impacto en la Campinas+\*: Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
7. Mena NB.(2019) Tratamiento fisioterapéutico en la incontinencia urinaria de esfuerzo Soria: Universidad de Valloid.
8. Nascimento A.O. y E. (2016) Fisioterapia na incontinência urinária feminina.
9. Rodríguez AAP, Lescano JPS. (2017) Aplicación de ejercicios de Kegel en Prevención Secundaria de la Incontinencia Urinaria por esfuerzo en pacientes que asisten al Centro de Rehabilitación FisiosaludXP.
10. Sovrin M. Shah M. (2018) Incontinencia Urinaria. Medline Plus.

## ARTÍCULOS Y TESIS SELECCIONADOS

1. Abimael, B., Rebullido, T. R., Medrano, I. C., & Fabre, P. Ejercicio hipopresivo en el tratamiento de la incontinencia urinaria en mujeres multíparas: serie de casos. *RECIEN: Revista Electrónica Científica de Enfermería*, (13), 4., 2017.
2. Chang Calderín, O., Pérez Rodríguez, M., Figueredo Villa, K., Llori Otero, K. M., Torres Pérez, M., & Torres Pérez, M. (2019) Efectividad de la reeducación del suelo pélvico en adultas mayores con incontinencia urinaria de esfuerzo. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 35.

3. Díaz Salazar, T. M. (2020) Aplicación de un programa de entrenamiento físico no invasivo en incontinencia urinaria en mujeres adultas mayores de la parroquia de Picaihua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato/Facultad de Ciencias de la Salud/Carrera de Terapia Física).
4. López, L. C., De La Torre, A. M. L., Morales, C. M. C., Díaz, A. B. P., Peragón, M. C., & Almazán, A. A. (2019) Efectos de un programa de ejercicios de Kegel para la incontinencia urinaria en mujeres mayores de 65 años. *Paraninfo Digital*, 1-3.
5. Ortiz Pérez, S. M. (2017) Técnica de Kegel en mujeres embarazadas con incontinencia urinaria grado I, para el fortalecimiento del suelo pélvico en el último trimestre de embarazo en el Hospital Público Dr. Pablo Escobar Gómez de la torre del cantón Colta (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo).
6. Pico Rodríguez; Solís Lezcano, J. (2017) Aplicación de ejercicios de Kegel en Prevención Secundaria de la Incontinencia Urinaria por esfuerzo en pacientes que asisten al Centro de Rehabilitación FisiosaludXP.
7. Poblete Leis, L. M., Silva Salem-Hanna, M. F., & Terra López, M. A. (2015) Efectividad de la gimnasia abdominal hipopresiva en mujeres multíparas con incontinencia urinaria entre 30 y 50 años.

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

Data de submissão: 03/07/2023

Data de aceite: 21/07/2023

### **Dra. Ing. Roxana Martínez**

Universidad Abierta Interamericana (UAI)  
Doctora en Ciencias Informáticas  
Magíster en Tecnología Informática  
Ingeniera en Sistemas Informáticos  
Centro de Altos Estudios en  
Tecnología Informática (CAETI)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Argentina  
<https://orcid.org/0000-0001-9318-6411>

### **Ing. Pablo Vilaboa**

Universidad Abierta Interamericana (UAI)  
Maestrando en Tecnología Informática  
Ingeniero en Sistemas Informáticos  
Licenciado en Tecnología Educativa  
Centro de Altos Estudios en  
Tecnología Informática (CAETI)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Argentina  
<https://www.linkedin.com/in/pablovilaboa>

**RESUMEN:** Este trabajo se enfoca en presentar una propuesta de metodología para llevar a cabo el procedimiento de implementación de un proyecto que utilice Inteligencia Aumentada de Usuario (AUI). Este concepto se basa en la inteligencia artificial (AI) y usa como complemento la Inteligencia Humana (HI) para obtener resultados

favorables basándose en la resolución y análisis de un problema que se aplica a un ámbito. Básicamente, es la integración de la inteligencia artificial en sistemas y aplicaciones para mejorar las capacidades y habilidades humanas. A diferencia de la Inteligencia Artificial (AI) tradicional, que se orienta en la automatización de tareas y la toma de decisiones autónoma, la AUI permite complementar las habilidades humanas en lugar de sustituirlas. El aporte de este artículo consta de relevamientos sobre los trabajos de investigación relacionados en esta temática, como así también, distintas metodologías que son utilizadas para este tipo de proyecto, y, además, se realiza una comparativa de las características más sobresalientes en los ámbitos en los que se implementan estos aspectos, para analizar las falencias encontradas y puntos fundamentales que se deben tener en cuenta para su adecuada ejecución. Finalmente, se presenta un análisis de casos de estudios para la metodología propuesta.

**PALABRAS CLAVE:** Inteligencia Artificial. Inteligencia Aumentada de Usuario. Ámbitos de Aplicación. Decisiones aumentadas.

**METHODOLOGY FOR THE IMPLEMENTATION OF A PROJECT WITH AUGMENTED INTELLIGENCE (AUI)**

**ABSTRACT:** This work focuses on presenting a proposed methodology to carry out the implementation procedure of a project that

uses Augmented User Intelligence (AUI). This concept is based on artificial intelligence (AI) and uses Human Intelligence (HI) as a complement to obtain very favorable results in the resolution and analysis of a problem that is applied to a field. Basically, it is the integration of artificial intelligence in systems and applications to improve human capabilities and abilities. Unlike traditional Artificial Intelligence (AI), which focuses on task automation and autonomous decision-making, AUI can complement human skills rather than replace them. The contribution of this article consists of surveys on the research work related to this subject, as well as different methodologies that are used for this type of project, and, in addition, a comparison of the most outstanding characteristics in the surroundings of the that these aspects are implemented, to analyze the shortcomings found and fundamental points that must be considered for its proper execution. Finally, an analysis of case studies for the proposed methodology is presented.

**KEYWORDS:** Artificial Intelligence. Augmented User Intelligence. Fields of Application. Augmented decisions.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los avances de la tecnología han obligado a debatir muchos temas sobre cómo se vincula la tecnología con los humanos, y la AI no escapa de este debate. El conocimiento evolutivo sobre la AI nos indica que en lugar de reemplazar o replicar la HI, debemos buscar una sinergia entre la AI y el comportamiento humano (Hassami, H., et al., 2020). Al tratar de combinar las capacidades de la AI con las habilidades humanas para mejorar la toma de decisiones y potenciar el rendimiento en diferentes ámbitos, como los negocios, la medicina, la educación y más, surge el concepto de Inteligencia Aumentada de Usuario (AUI). Alguno de los autores define a AUI como: “el potencial de convertir a los usuarios en actores más inteligentes y eficientes en el proceso de toma de decisiones, al combinar las fortalezas humanas con las capacidades de la IA” (Domingos, 2018), o bien como: “una forma de IA centrada en el ser humano, donde la tecnología se diseña para apoyar y colaborar con los usuarios, en lugar de reemplazarlos. Se trata de construir sistemas que trabajen junto a las personas para ayudarles a tomar decisiones más informadas y efectivas” (Horvitz, 2019).

Con el fin de llevar a cabo el desarrollo de los proyectos enfocados a AUI, es importante comprender los distintos pasos que implica una guía metodológica para realizar el diseño de un estudio de investigación.

Dentro de las etapas claves, se encuentran los objetivos planteados para un proyecto, como así también el tipo de estudio que se realizará, ya sea en forma experimental con un análisis cuantitativo o bien cualitativo en la que se describen brevemente las características principales de cada estudio. Otra de las etapas para tener en cuenta es la muestra de análisis o bien trabajos relevados frente a esta situación,



como así también llevar a cabo la detección de falencias y hallazgos en el análisis de los casos de estudios.

El objetivo de este trabajo es proporcionar una guía sobre como integrar AUI de manera más efectiva en futuras implementaciones de nuevos proyectos, para ello, este artículo presenta un relevamiento de las metodologías utilizadas en este contexto, trabajos más relevantes de AUI, falencias detectadas y un análisis de dos casos de aplicación para la metodología propuesta por los autores.

## 2 TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se analizan trabajos relacionados con la temática de AUI y las metodologías implementadas.

La AUI tiene el potencial de influir en una gama amplia de campos y áreas de la vida. El muestreo bibliográfico donde la AUI puede tener un impacto importante incluyen los contextos de aplicación de la medicina, la tecnología, el transporte, el entretenimiento y la educación.

Según (Bazoukis, 2022), antes de profundizar en la implementación de nuevas aplicaciones que promuevan la AUI, es necesario crear una entidad reguladora que cuente con el apoyo de todas las partes, este ente regulador debería administrar la revisión de los algoritmos, estos aspectos, toman mayor relevancia al aplicar AUI en el ámbito de la medicina. Otro de los trabajos (Lui & Cordero, 2018) sobre AI y colaboración en AUI, se enfocan en los sesgos y la discriminación en el ámbito financiero. Por otra parte, se puede introducir un enfoque de AUI para asesoramientos financieros (Dhar, 2015).

En el campo militar, el ejército busca desarrollar AUI que combine las fortalezas de los humanos y las máquinas para crear una ventaja en la era de la información. Las combinaciones de humanos y máquinas son necesarias para hacer frente a la complejidad y maximizar la capacidad militar para crear, explotar y adaptarse (Sadiku, et al., 2021), los aportes de la AUI sustentan interfaces que permitirán reconocer patrones para complementar la labor de los soldados. Además, implementarán sistemas que aportarán recursos para analizar diferentes comportamientos de modo que el soldado pueda predecir el mejor plan táctico que implementará (Suman, 2022). Otros de los aportes de la AUI es el pilotaje de drones, no hacemos referencia a drones inteligentes sino a drones pilotados por humanos que usan la AI (Hassami, H. et al., 2020). En el ámbito de la salud, los profesionales de la salud se enfrentan a la escasez de médicos y los costos crecimiento de la atención médica. La AUI puede ofrecer a estos casos, un conjunto de herramientas transformadoras para ayudar a los pacientes.

En el área de los videojuegos también utilizan AI, en esos casos se incorpora en entornos específicos, determinadas áreas del juego, o en algunas funcionalidades de los personajes. El uso de AI ha cambiado la percepción que se tienen hoy de los videojuegos, pero el uso de estos algoritmos se ha vuelto complejo, y, además, no siempre se pueden recolectar todos los datos necesarios. Y como se planteó en párrafos anteriores, muchos algoritmos no son eficientes con un pequeño volumen de datos. Una solución es usar AUI en estos contextos, se relacionan los métodos human-in-the-loop (HITL), ya que en estos entornos operan de forma semiautomática y necesitan la participación de humanos para completar la tarea (Golestan, 2019).

Otro campo de estudio son las plataformas educativas, son canales que permiten recolectar datos de las interacciones de los estudiantes que participan en ésta. Para analizar dichos datos, los sistemas han mutado a procesos abiertos. En el artículo (Toivonen, 2019) de AUI en minería de datos educativos, es utilizada para mejorar la precisión de los modelos predictivos generados por los algoritmos. Los datos recopilados demostraron que los docentes se benefician de procesos de minería abiertos.

Tabla 1. Trabajos de investigación sobre metodologías AUI.

Aspectos relevantes
(Hayhoe., 2019) Investiga cómo la colaboración entre humanos y sistemas de AI impulsa la creatividad y mejora el rendimiento en el trabajo.
(Wilson, 2018) Analiza cómo la colaboración entre humanos y máquinas puede generar ventajas competitivas en el ámbito empresarial.
(Chevalier, 2016) Revisa la interacción entre humanos y sistemas de AI en tareas creativas, destacando los desafíos y oportunidades de la colaboración
(Engelbart, 1962) Propone una visión de colaboración entre humanos y sistemas de AI para mejorar la capacidad intelectual humana.
(Hoffman, 1996) Analiza cómo la colaboración entre humanos y sistemas de AI mejora la toma de decisiones en diversos dominios.
(Sauter, 2017) Estudia cómo los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, impulsados por la AUI, proporcionan información relevante y análisis contextualizados.
(Sahni, 2020) Examina cómo la AUI puede mejorar la toma de decisiones en diferentes ámbitos, como la salud, los negocios y la gestión de crisis.
(Wesarg, 2019) Analiza las aplicaciones de la AUI en el ámbito de la salud, centrándose en cómo puede mejorar la toma de decisiones clínicas y la gestión de datos médicos.
(Zarató, 2012) Propone un enfoque centrado en el ser humano para el diseño de sistemas de apoyo a la toma de decisiones, integrando la AUI para proporcionar información relevante.
(Calero, 2018) Propone principios y pautas éticas para el diseño de interfaces de AUI, enfocándose en la creación de interacciones intuitivas y comprensibles para los usuarios.
(Wahlster, 2013) Investiga el diseño de interfaces basadas en lenguaje natural para sistemas inteligentes, con el objetivo de mejorar la comprensión y la usabilidad de los sistemas de AUI
(Salembier, 2019) Aborda el diseño de AUI desde la perspectiva de colaboración entre humanos y máquinas, proponiendo enfoques y técnicas para diseñar interfaces intuitivas.

A modo de comparativa desde una visión crítica de los trabajos relevados, se observa que es necesario tener en cuenta que las metodologías de AUI pueden variar dependiendo del contexto, el dominio de aplicación y los requisitos específicos del proyecto. Estas características mencionadas son generales y pueden ser ampliadas y adaptadas en función de las necesidades de cada situación. Este trabajo adoptó distintos pasos y técnicas que fueron implementados en algunos de los trabajos de investigación presentados en la Tabla 1, y se analizó, como posible propuesta de metodología para la implementación de un proyecto con AUI.

### 3 FALENCIAS ENCONTRADAS

Si bien existen muchos enfoques positivos en varios ámbitos en lo que respecta a la implementación de AUI, coexisten varios estudios que muestran aspectos sobresalientes en cuestiones de predicciones o bien clasificaciones a través del uso del aprendizaje automático, como se explicó en las secciones anteriores, lo que beneficia en la ayuda de la toma de decisiones con la HI. Sin embargo, todo esto implica un gran desafío en lograr mantener una correcta implementación de la tecnología, como así también, la aceptación por parte de las personas involucradas, por ejemplo, en el área de salud, en lo que respecta al cuerpo médico y a los pacientes estudiados. También es necesario considerar los aspectos de usabilidad y factores de utilización en las tecnologías a utilizar por las personas, ya que podrían alterar o mal interpretar los resultados. Por otra parte, comprender un marco normativo que regule el contexto de lo que se está trabajando con la AUI, por ejemplo, aspectos de datos sensibles, es uno de los puntos en lo que se debe trabajar a futuro. Aunque existen algunas regulaciones legales a nivel general, aún queda un largo camino por recorrer en estos aspectos. Algunos trabajos de investigación hacen mención sobre la importancia del tratamiento de datos en este contexto de inteligencia, por tal motivo, la Red Iberoamericana de Protección de Datos elaboró varios documentos que se orientan en el adecuado uso de datos personales, tanto en el diseño como en la implementación de la AI, ya que los datos personales resultan materia prima para algunos sistemas que trabajan con AI en la recolección, almacenamiento, análisis, procesamiento o interpretaciones de enormes cantidades de información, big data (Argentina.gob.ar, 2020).

Otro de los puntos, es la interpretación de los resultados en donde se muestran algunos sesgos en los análisis para con los valores resultantes. Esto es un problema en el diseño del modelo utilizado con los algoritmos involucrados y que requiere una investigación aparte, pero es importante no dejar de mencionar los problemas que podrían

llegar a surgir en base a esto. Por ejemplo, pueden traer consigo sesgos intencionales o no en el contenido de los datos y que luego, deriven en una inadecuada identificación a ciertos grupos de clasificaciones de estudio.

Otro enfoque en lo que respecta a las falencias es que se debe tener una adecuada recolección de los datos que se van a utilizar, ya que es sumamente necesario que se encuentren bien identificados, clasificados (etiquetados, si correspondiera), que se brinden en una apropiada infraestructura técnica y entornos seguros tecnológicos, y por, sobre todo, que presenten calidad en los contenidos de los conjuntos de datos (datasets) que serán utilizados. El enfoque de calidad no es un tema menor, dependiendo de esta muestra de datos de entrada, el resultado puede variar y ser alterado, es decir, puede estar sucio y esto conllevaría a una mala interpretación como resultado final (Martínez, 2022).

Finalmente, el desarrollo de una adecuada validación e integración de los contenidos, tanto en AI como en la HI, es necesaria para que el resultado final produzca beneficios significativos en los contextos y ámbitos implicados. Esto conlleva a establecer los objetivos y factores a utilizar en un escenario de estudio. Las acciones realizadas por las personas son fundamentales, por ejemplo: realizar juicios ante la incertidumbre, comprender y reaccionar frente a la ambigüedad de determinadas circunstancias, o bien lograr interpretar escenarios, como el tratamiento del estudio de problemas éticos y legales.

## 4 PROPUESTA DE METODOLOGÍA

A modo de propuesta se establece una metodología para la implementación de un proyecto AUI. Esta propuesta surge en base a los distintos trabajos relevados, el enfoque detectado en los ambientes de aplicación para esta tecnología y el análisis de las falencias identificadas. En la Figura 2, se muestran los distintos pasos a llevar a.

### **ETAPA DEFINICIÓN:**

**PASO 1: *Definir el objetivo del alcance del ámbito de aplicación:*** Se identifica el ámbito de aplicación en el que se utilizará la AUI y el objetivo principal que se desea lograr.

Figura 2. Se muestran los pasos de la metodología. Elaboración propia.



**PASO 2: Analizar marco regulatorio:** Analizar cada aspecto relevante desde un encuadre del marco legal y regulatorio en base al contexto en el que se trabaje, por ejemplo: analizar aspectos sobre datos sensibles o bien privados que utilicen los algoritmos de AI, ya que éstos deberán encuadrarse en un marco regulatorio legal que permita y autorice la utilización y manipulación de estos con el fin de evitar futuros inconvenientes.

**PASO 3: Analizar marco ético:** Analizar el dilema moral del contexto a utilizar, es decir, se determinan y se establecen reglas sobre las definiciones del comportamiento moral que deberían utilizar los algoritmos de la AI, para representar una situación lo más realista posible y sin sesgos de escenarios lógicos. Su objetivo principal es tener presente los aspectos para una adecuada calificación social en el análisis a realizarse teniendo en cuenta los derechos humanos. Para ello es importante, una correcta transparencia y enfoque ético para utilizarse en el proyecto. Esto se alinea con el acuerdo mundial que realizó UNESCO para analizar el marco ético sobre IA que define los valores y principios comunes que guiarán y garantizarán un desarrollo saludable de esta tecnología (Unidas, 2021).

**PASO 4: Recopilar los datos necesarios:** Recolectar todos los datos que utilizarán los algoritmos como así también los datos que serán necesarios analizar desde el enfoque de HI. Se propone que estos datos sean clasificados para una mejor comprensión y tratamiento.

#### **ETAPA PLANIFICACIÓN:**

**PASO 5: Garantizar la seguridad y privacidad de los datos:** Asegurar la seguridad y resguardos de los datos a utilizar, es decir, analizar aspectos técnicos del mantenimiento y tratamiento de éstos que se utilizarán en el proyecto, por ejemplo: análisis de posibles

bases de datos, infraestructura técnica a utilizar, gestión de backups de los mismos, restricciones y permisos de accesos para éstos.

**PASO 6: Validar la calidad de los datos a utilizar:** Disponer de validaciones y verificaciones en cuanto a detección de falencias, falta de integridad, inconsistencias y demás aspectos relacionados a la calidad del conjunto de datos que se utilicen, ya que podría resultar un enfoque erróneo, incompleto o bien presentar anomalías en el resultado que se genera a través de los algoritmos de AI, como así tampoco, será adecuado el estudio o toma de decisión que se realice por parte de la HI.

**PASO 7: Analizar técnicas de entrenamiento del modelo AI:** Identificar las alternativas a utilizar con las técnicas de entrenamiento del modelo de IA en este enfoque se podría contemplar técnicas para un aprendizaje supervisado, no supervisado, semi supervisado o bien aprendizaje reforzado. Cabe destacar que, en este punto, una vez seleccionados los algoritmos es importante administrar los datos y porcentajes que ocuparán en cuestiones de entrenamiento (etiquetas correspondientes).

**PASO 8: Analizar los algoritmos más adecuados de AI:** Realizar pruebas para analizar cuál es el algoritmo y técnica que mejor se adecúa.

#### **ETAPA IMPLEMENTACIÓN:**

**PASO 9: Entrenar y ajustar el modelo de AI:** Detectar problemas de entrenamiento, por lo que se puede realizar un ajuste, es decir, una modificación que permita un mejor funcionamiento y resultados en el modelo. De esta manera, se pueden realizar algunos ajustes y volver a empezar.

**PASO 10: Implementar el modelo de AI:** Implementar el modelo que previamente fue analizado, testado, validado y ajustado para un adecuado funcionamiento, teniendo en cuenta la mitigación de escenarios erróneos.

**PASO 11: Crear interfaces para interacción entre HI y AI:** Desarrollar escenarios en los que es necesaria la intervención de la HI, es decir, en base a los resultados producidos y generados por los distintos algoritmos de AI, se debería llevar a cabo una acción por parte de una persona. En este paso una persona analiza cuáles son los posibles contextos y definir un accionar, teniendo en cuenta aspectos de juicio propio, creatividad, y sentido común.

**PASO 12: Ajustar aspectos de usabilidad para AUI:** Comprender de forma correcta la funcionalidad de la tecnología que debe utilizar un usuario final, con conocimiento y expertos en el tema para tomar una decisión con este tipo de tecnología. Los aspectos de requerimientos funcionales deben ser claros e intuitivo para el uso de una persona, y que logre comprender fácilmente su utilización. Se relaciona con interpretación de persona y su uso.

## ETAPA MONITOREO Y RETROALIMENTACIÓN:

**PASO 13: *Monitorear el rendimiento del modelo AUI:*** Realizar el monitoreo final entre el rendimiento de los algoritmos utilizados de la AI, como así también, el monitoreo del análisis de resultados en la toma de decisiones de una persona. Esto es, que, si surge algún tipo de mejora o escenario no contemplado, se procede a modificar/adaptar este.

**PASO 14: *Crear mecanismos de retroalimentación para alimentar el aprendizaje:*** Realizar monitoreo y retroalimentación por lo que este paso permite efectuar mejoras en lo que respecta a los algoritmos de AI, como también, en mejoras en los juicios de valor o análisis por HI. Este punto permite ir perfeccionando al detalle los mecanismos utilizados para evolucionar y perfeccionando cada vez más, los aspectos técnicos como la propia experiencia del usuario con esta tecnología.

**PASO 15: *Verificar que cumpla el objetivo:*** Cotejar entre el resultado final obtenido con el resultado esperado en el Paso 1 como objetivo/solución principal, de esta manera, se conocerá si los pasos del procedimiento cumplieron de forma exitosa en brindar una posible solución.

## 5 ANÁLISIS DE CASOS DE APLICACIÓN

En esta sección se estudian 2 casos de aplicación, se analizan los pasos de la metodología propuesta para el procedimiento de implementación de un proyecto que utilice AUI. Siendo éstos: a) Área: Videojuegos (VJ); Objetivo del Proyecto: Generar diversos niveles en forma automática (estándar). Lenguaje de diseño de videojuegos (VGDL); b) Área: Educación; Objetivo del Proyecto: Medición del porcentaje de plagio.

Tabla 2. Casos de Aplicación.

Caso 1: VJ generación de niveles	Caso 2: Medición del porcentaje de plagio
<b>Paso 1: Definir Objetivos</b>	
Generar niveles en forma automática.	Medir porcentaje de plagio en trabajos prácticos de una cohorte comparando los trabajos de ese año con los anteriores.
<b>Paso 2: analizar el marco regulatorio. Se relevan el marco regulatorio en base a cada contexto</b>	
El dominio de datos no incluye datos sensibles, y se tienen derechos de autor.	Ley de protección de datos personales o hábeas data (Ley 25326).
<b>Paso 3: analizar el marco ético</b>	
Se toma en cuenta el tipo de segmentación (por edades), la creación del nivel del VJ. Se contempla aspectos de adición (métricas de horas de juegos; tiempos de partidas, etc.).	Se analiza el rango etario frente al posible impacto en la publicación de las mediciones finales. En base a los resultados obtenidos, el rol del docente es determinar un juicio de valor sobre la situación.
<b>Paso 4: Recopilar los datos necesarios para la implementación</b>	
No se poseen datos relevados de fuentes públicas y abiertas. Se crean repositorios de reglas definidas por un experto	Material de entrenamiento para mecanismos de detección que analizan las dependencias entre palabras y la secuencia de uso en frases.

<b>Caso 1: VJ generación de niveles</b>	<b>Caso 2: Medición del porcentaje de plagio</b>
<b>Paso 5: si es necesario, se asegura la privacidad de los datos sensibles</b>	
Se implementa un repositorio de reglas para alimentar el entrenamiento del algoritmo.	Se presenta una infraestructura con datacenter on-premise. Permite mayor seguridad y gestión de los datos sensibles.
<b>Paso 6: Validar la calidad de los datos a utilizar</b>	
Se implementa una política de limpieza de datos en cada repositorio en el paso 4, para aspectos de redundancia, consistencia, completitud e integridad.	
<b>Paso 7: Analizar técnicas de entrenamiento</b>	
Se definen los objetivos, el tipo de comportamiento a incorporar y mejora de la toma de decisiones. Investigar técnicas de IA adecuadas que pueden ser relevantes en estos casos. Recopilar y analizar los datos. Creación de un repositorio con estructuras y reglas del juego.	Se entrena con una gran cantidad de texto no etiquetado, con el fin de encontrar patrones y características comunes. Se busca predecir la secuencia en el comportamiento de escritura, buscando estilos y costumbres. Luego se puede entrenar el algoritmo con datos etiquetados.
<b>Paso 8: analizar los algoritmos para encontrar el más adecuado</b>	
Primero se definieron los criterios para evaluar cada algoritmo según su utilidad, se confecciona una lista de algoritmos posibles y se descartan los que no son útiles. Se generan resultados con cada algoritmo y se cualifican los resultados con el fin de encontrar el más adecuado. Se documentan los resultados.	
<b>Paso 9: Entrenar y ajustar el modelo</b>	
Se recolectan métricas de funcionamiento para correcciones futuras de mantenimiento tanto correctivo, adaptativo y evolutivo. Se recopilan y preparan los datos. Se instalan bibliotecas y entornos de entrenamiento del algoritmo aplicado. Se realiza un preprocesamiento de los datos para asegurar que están en el formato correcto. Se alimenta con los datos recolectados el algoritmo y se ajusta.	
<b>Paso 10: Implementar el modelo</b>	
Se recolectan métricas de funcionamiento para correcciones futuras de mantenimiento tanto correctivo, adaptativo y evolutivo. Una vez entrenado el algoritmo se utiliza para:	
La generación de niveles.	Comparar los trabajos presentados.
<b>Paso 11: Se crean interfaces para aumentar la experiencia del usuario herramientas AUI</b>	
Para ambos casos, al generarse un nuevo nivel, es necesaria la intervención de una persona para definir un escenario adecuado. Ejemplo: en la elección de colores respetando tonalidades en una pantalla. Guía de accesibilidad web y color.	
<b>Paso 12: Ajustar aspectos de usabilidad</b>	
En ambos casos, se reduce la cantidad de información para evitar la sobrecarga. Además, Se releva la valoración de los usuarios recopilando información. Luego de relevar información de los usuarios, se establecen objetivos de facilidad de uso, accesibilidad, eficiencia. Se encuesta a los usuarios para medir el grado de satisfacción.	
Mejorar la experiencia en la toma de decisiones por parte del operador.	Herramientas visuales de identificación de plagio en exámenes.
<b>Paso 13: Monitorear Rendimiento</b>	
Se realiza una prueba de campo. Se recolectan datos y se implementan métricas sobre el cumplimiento de objetivos.	
Desarrollo de niveles usando IA.	Porcentaje calculado de plagios detectados.
<b>Paso 14: Generación de canales de retroalimentación para medir el rendimiento</b>	
Para ambos casos, se le facilita al usuario un canal para comentar su experiencia. Por ejemplo, se le permite al usuario compartir si a la respuesta de la herramienta alcanzo el resultado esperado.	
<b>Paso 15: Verificar cumplimiento de objetivos</b>	
Se valida resultado en la generación de mecánicas y el cumplimiento de objetivos.	Validación sobre los resultados en la medición de las evaluaciones de plagio.



En base al cuadro anterior, se observa que estos aspectos analizados, permiten tener una visión general de las tareas necesarias a tener en cuenta y especial cuidado, ya que muchas veces no son contempladas. Trabajar con una metodología en este tipo de proyectos, permitirá una reducción de posibles falencias en esta nueva temática.

## 6 CONCLUSIÓN

En la actualidad, las diferencias entre AI y AUI abren las puertas al debate. Es claro el alcance y la influencia de una frente a la otra. Sin embargo, las fronteras que delimitan las acciones de las diferentes herramientas creadas con AI y las herramientas de AUI, todavía no están muy bien definidas. Los aportes que se pueden hacer en el campo son muy amplios y prácticamente poco explorados. Por este motivo, es necesario el uso de estándares para unificar la interpretación de los datos o resultados generados por la AI, la cual podría potenciar su uso, y, en consecuencia, obtener mejores resultados en la intervención de la HI para así lograr una AUI y potenciar los beneficios en los resultados finales.

Si bien existen varias propuestas en relación con estos conceptos, la mayoría de éstas no posee una metodología en el que se realice un procedimiento para tener en cuenta los distintos aspectos e implicancias en la implementación de proyectos con AUI. Como se explicó en este trabajo, hay varios aspectos fundamentales, por ejemplo: la ética, un marco legal, el valor de juicio y demás, ya que muchos de los algoritmos en AI pueden estar sesgados, y en consecuencia obtener resultados erróneos o con anomalías. Por lo que, el rol de la HI juega un papel fundamental para cerrar este tipo de contextos y así, obtener una combinación desde lo técnico y lo humano para conseguir grandes ventajas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Argentina.gov.ar. (14 de enero de 2020). Privacidad e inteligencia artificial. Obtenido de <https://www.argentina.gov.ar/noticias/privacidad-e-inteligencia-artificial>
2. Bazoukis, G., Hall, J., Loscalzo, J., antman, E., & Fuster, V. (2022). The inclusion of augmented intelligence in medicine: A framework for successful implementation.
3. Calero Valdez, A., et al. (2018). Designing for Augmented Intelligence: Principles and Ethical Guidelines. *International Journal of Human-Computer Studies*, 112, 53-63.
4. Chevalier, F., et al. (2016). Human-AI Interaction in Creative Tasks: A Review. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 23(3), 1-48.
5. Dhar, V. (2015). Should You Trust Your Money to a Robot? *Big Data*, 3(2), 55-58 . doi:10.1089/big.2015.28999.vda

6. Domingos, P. (2018). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books.
7. Engelbart, D. C. (1962). *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Stanford Research Institute.
8. Golestan, S., Mahmoudi-Nejad, A., & Moradi, H. (2019). A Framework for Easier Designs. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 19, 2162-2248. doi:10.1109/MCE.2018.2867970
9. Hassami, H., Silva, E., Unger, S., TajMazinani, M., & Mac Feely, S. (2020). Artificial Intelligence (AI) or Intelligence Augmentation (IA): What is the Future. *MDPI*, 1(2), 143-155. doi:https://doi.org/10.3390/ai1020008
10. Hayhoe, S. (2019). *Augmented Intelligence: The Future of Work and Creativity*. Routledge.
11. Hoffman, R. R., & Novak, M. J. (Eds.). (1996). *Collaborative Intelligence: Combining Human and Machine Intelligence to Improve Decision Making*. Psychology Press.
12. Horvitz, E. (2019). Human-AI Collaboration: Models, Methods, and Principles. *AI Magazine*, 40(1), 110-120.
13. Lui, A., & Cordero, G. (2018). Artificial intelligence and augmented intelligence collaboration: Regaining trust and confidence in the financial sector. *LJMU Research Online*.
14. Martínez, R. (2022). Métricas de calidad para validar los conjuntos de datos abiertos públicos gubernamentales. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata.
15. Sadiku, M., Ashaolu, T., Ajayi-Majebi, A., & Musa, S. (2021). Augmented Intelligence. *IJSCIA*, 2(5), 772-776. doi:DOI: 10.51542/ijscia.v2i5.17
16. Sahni, S., & Khazanchi, D. (Eds.). (2020). *Augmented Intelligence in Decision Making: Technologies and Applications*. Springer.
17. Salembier, P. (2019). *Designing Augmented Intelligence: From Autonomy to Collaboration*. Springer.
18. Sauter, V. L., & Felvegi, E. (2017). *Decision Support Systems for Business Intelligence*. Wiley.
19. Suman, S. (2022). Augmented Intelligence for National Security and Development. *Unity Journal*, Vol. III, 245-252. doi:https://doi.org/10.3126/unityj.v3i01.43329
20. Toivonen, T., Jormanainen, I., & Tukiainen, M. (2019). Augmented intelligence in educational data mining. *Spring*. doi:https://doi.org/10.1186/s40561-019-0086-1
21. Wahlster, W. (2013). *Natural Language Interfaces for Intelligent Systems*. Morgan & Claypool Publishers.
22. Wesarg, S., et al. (2019). Augmented Intelligence in Healthcare: Current Challenges and Future Trends. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 2, 9.
23. Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). *Collaborative Intelligence: Humans and AI Working Together*. Harvard Business Review Press.
24. Zaraté, P., & Hadad, S. (2012). Human-Centered Decision Making: A New Perspective on Decision Support Systems. *Journal of Decision Systems*, 21(4), 315-328.

# CAPÍTULO 14

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

Data de submissão: 16/06/2023

Data de aceite: 04/07/2023

### Unsung Jang

Division of Saemengeum Development  
Han-Kook Construction Management  
Consulting (HKCMC)  
#204, 424 Saemangeum Buk-ro  
Gunsan-si  
Republic of Korea

### Jongmin Park

Director  
Saemengeum Development  
and Investment Agency  
#466 Saemangeum Buk-ro  
Gunsan-si  
Republic of Korea

### Eunsang Yoon

Division of Sejong Administrative  
City Construction  
Han-Kook Construction Management  
Consulting (HKCMC)  
#405, 6-3-dong Government Complex  
Sejong, Sejong-si  
Republic of Korea

### Jeonghyun Park

Department of Applied Engineering  
Graduate School of  
Engineering Practice  
Seoul National University  
Building n0. 38, 1  
Gwanak-gu, Seoul  
Republic of Korea

### Changwoo Park

Department of Applied Engineering  
Graduate School of  
Engineering Practice  
Seoul National University  
Building n0. 38, 1  
Gwanak-gu, Seoul  
Republic of Korea

**ABSTRACT:** The Megaproject “Saemangeum Development (SD)” is a national program of South Korea to build a “Global Treasure Saemangeum” that will emerge as the economic hub of Northeast Asia, encompassing the economy, business and tourism. SD is to include the world’s longest seawall (33.9km) connecting Gunsan-Buan to create reclaimed land (291 km<sup>2</sup>) and a lake (118km<sup>2</sup>), and to develop 3.3km<sup>2</sup> of Gogunsan-gun island and 4.9km<sup>2</sup> of a new port. SD is also a program involving various stakeholders such as central administrative agencies (Ministry of Agriculture and Forestry, Ministry of Environment, Ministry of Land, Infrastructure and Transport), local governments (Jeollabuk-do, Gunsan-city, Buan-gun, etc.), Saemangeum Development Corporation, local public institutions and private project implementers. The Saemangeum Development and Investment Agency (SDIA) is in charge of the entire project for successful completion. SDIA needs advanced Saemangeum program management (it is called “K-SPM”) to address

complex issues such as lack of clear scope and timing of termination, high dependence on private investment, frequent policy changes, and confrontation among many stakeholders. In this study, it is to introduce the establishment of procedures, time and cost management, efforts for megaproject developing a program management information system, and the direction of K-SPM development.

**KEYWORDS:** Saemangeum Development. Megaproject. Program Management. K-SPM (Korea Saemangeum Program Management).

## UN ESTUDIO SOBRE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN DEL PROGRAMA DEL MEGAPROYECTO PARA EL DESARROLLO DE SAEMANGEUM EN COREA

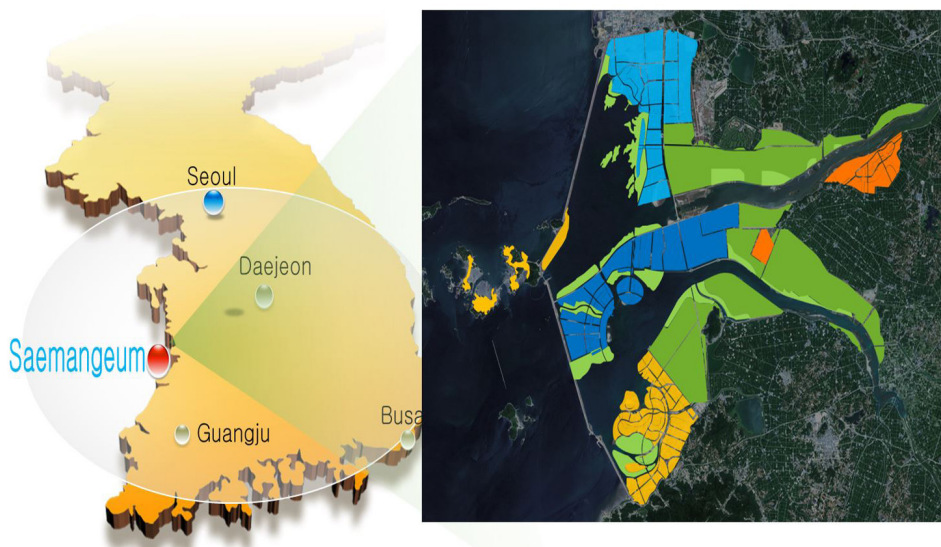
**RESUMEN:** El proyecto “Saemangeum Development (SD)” es un programa nacional de Corea del Sur para construir un “Saemangeum del Tesoro Global” que surgirá como el centro económico del noreste asiático, que abarca la economía, los negocios y el turismo. SD incluirá el más largo mar del mundo (33,9 km) que conecte Gunsan-Buan para crear tierras recuperadas (291km<sup>2</sup>) y un lago (118km<sup>2</sup>), y desarrollar 3.3 °C de isla de Gogunsan y 4.9 °C de un nuevo puerto. El SD también es un programa que incluye a varios interesados, como los organismos administrativos centrales (Ministerio de Agricultura y Silvicultura, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de la Tierra, la Infraestructura y los Transportes), los gobiernos locales (Jeolabuk-do, Gunsan-city, Buan-gun, etc.), La Corporación de Desarrollo de Saemangeum, las instituciones públicas locales y los ejecutivos de proyectos privados. La Agencia de Desarrollo e Inversión de Saemangeum (SDIA) está a cargo de todo el proyecto para la conclusión exitosa. La SDIA necesita una gestión avanzada del programa Saemangeum (se llama “K-SPM”) para abordar cuestiones complejas como la falta de un alcance claro y el momento de la extinción, una alta dependencia de la inversión privada, cambios frecuentes en las políticas y confrontación entre muchos participantes. En este estudio se propone introducir el establecimiento de procedimientos, la gestión del tiempo y los costes, los esfuerzos por el desarrollo de un mega proyecto que desarrolle un sistema de información sobre la gestión de programas y la dirección del desarrollo de K-SPM.

**PALABRAS CLAVE:** Saemangem Development. Megaproyecto. Gestión de programas.

### 1 INTRODUCTION

The Megaproject “Saemangeum development” is a national program of South Korea to build “a Global Treasure Saemangeum” that will emerge as the economic hub of Northeast Asia, encompassing the economy, business and tourism. Saemangeum development is to include the world’s longest seawall (33.9km) from Gunsan to Buan that creates 291km<sup>2</sup> reclaimed land and a lake as large as 118km<sup>2</sup> in addition to 3.3km<sup>2</sup> on Gogunsangun Island and 4.9km<sup>2</sup> developed as a new port outside the seawall [1].

Figure 1: Saemangeum development introduce.



At first, the government started to secure 283km<sup>2</sup> of farmland and 118km<sup>2</sup> of lake in Gunsan, Gimje, and Buangun under the plan of reclamation of common water in the Dongjin and Mangyeong rivers to secure stable food. Since then, due to social, economic, and political changes, it has been converted from farmland development to 30% of farmland and 70% of non-farm land since 2008 for the purpose of creating eco-friendly multi-use urban land. Recently, major infrastructure has begun to be developed in earnest and public-led landfills have been converted into full-scale development [2] [5].

Table 1. Transition of Saemangeum development strategy.

Sortation	2007	2008	2010	2011	2014	2021
Legal basis	Special Law to Promote Saemangeum Development				Special Law	
Department	Each Central Department				SDIA*	
Goal	Securing farmland		Development of Northeast Asian Economic Center			
Strategy	Sequential development		Simultaneous development			
Period	until water quality is satisfied		Separate stage 1 and stage 2			by 2050
Area(km <sup>2</sup> )	401.0				409.0	
Agro-Bio	161.0	85.7	85.7	85.7	89.7	
City	50.5	62.5	92.8	126.3	133.9	
Eco-Environment	30.0	59.5	59.5	59.5	59.1	
Etc.	41.5	75.3	45.0	11.5	8.3	
Lake	118.0					

\*SDIA: Saemangeum Development and Investment Agency.

## 2 PROGRAM MANAGEMENT NEED AND APPLICATION

### 2.1 PROGRAM MANAGEMENT NEED

Saemangeum development is a simultaneous and complex program participating government ministries (Ministry of Agriculture, Environment, Saemangeum Development Agency, etc.), local governments (Jeonbuk-do, Gunsan-si, Gimje-si, Buan-gun), Saemangeum Development Corporation, local public institutions, and private developers, etc.

In addition, Saemangeum development agency supports the execution of general management tasks and investment attraction, and promotes infrastructure (roads) and architectural facilities (museum, etc.) to revitalize investment. A program management techniques were needed for integrated and systematic operation of various program entities.

Figure 2: Saemangeum development participating organization.



\*SMG: Saemangeum.

However, the Saemangeum development program was difficult to apply general project management techniques due to the absence of project implementers, frequent policy changes, and conflicts among many stakeholders. As a result, Saemangeum development program management required differentiated management techniques from the existing project management methods, and this program management is called K-SPM (korea-Saemangeum program management) and the current K-SPM introduction process and status will be explained.

### 2.2 PROGRAM MANAGEMENT APPLICATION

For K-SPM suitable for the characteristics of Saemangeum development program, Saemangeum development administration conducted “a study on the establishment of

Saemangeum development program management plan (January 2017)” and “a program management procedure (February 2020)”. Based on these, it is currently under pilot operation of program management (Jun 2020-April 2021).

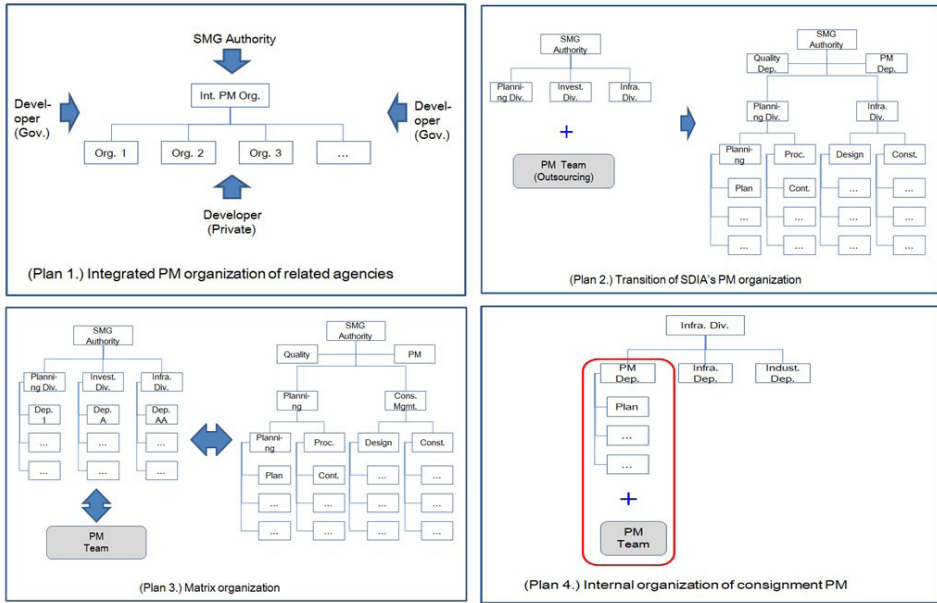
First of all, “Saemangeum development program management plan establishment study” presented a method of gradually implementing the program management functions of urban development projects similar to Saemangeum program aiming at the performance of the entire program rather than the success or failure of a particular project [3] [4].

Table 2. Program management function.

<b>Program management function</b>	<b>Priority application of K-SPM function</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Business planning</li> <li>- Scope management</li> <li>- Data management</li> <li>- Construction management</li> <li>- Risk management</li> <li>- Environmental management</li> <li>- Process management</li> <li>- Marketing support</li> <li>- Program cost management</li> <li>- Design management</li> <li>- Program information management</li> <li>- Claim management, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scope management</li> <li>- Data management</li> <li>- Process management</li> <li>- Program cost management</li> <li>- Program information management</li> </ul>

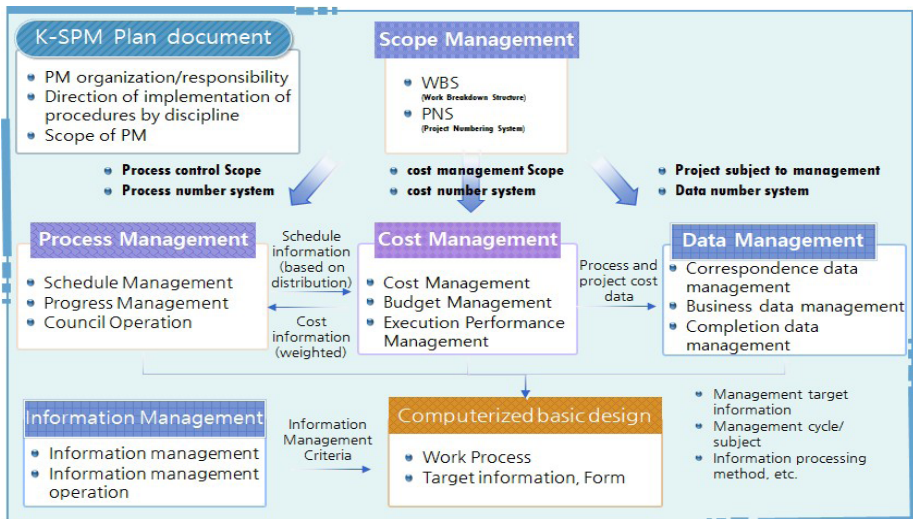
In addition, K-SPM's necessary organization consists of human resources with expertise and experience, and based on the Saemangeum development administration's manpower structure, it was determined that the most realistic way of supporting program management technology was.

Figure 3: K-SPM's necessary organization consists.



Based on the Saemangeum development program management plan, five kinds of procedures (program scope management, program document management, program time management, program cost management, and program information management) were established to carry out K-SPM in earnest. The five types of procedures shall promote the stipulation and clarification of the responsibilities and roles associated with the implementation of program management, and the details of each procedure shall be as follows [6]:

Figure 4: K-SPM 5 kinds of procedures.





### 3 K-SPM OPERATE

Currently, K-SPM focuses on time and costs as an early stage of introduction, and first, it has prepared a plan to set up and manage program management targets and scope. It is also developing a K-SPM system to efficiently manage the landfill plan for the creation of land and to organize a consultative body on various pending issues and manage the vast information of large-scale programs.

#### 3.1 K-SPM SCOPE SETTING

K-SPM shall perform program management for individual project entities pursuant to article 12-2 of the Saemangeum special act (General, Management, etc.). The scope of eligible program shall be managed in the Saemangeum area defined under article 2 of the special act and, if necessary, the entire Saemangeum program, including adjacent surrounding areas. Considering the initial stage of introduction, the statutory plan (basic plan) program was designated as a program subject to management.

Table 3. K-SPM management scope.

Sort			Scope
MP	Land build	Industry, International, Tourism, Agricultural life, Environment	
	Infrastructure	Airports, Roads, Railways, Ports, Supply facilities	
Non-MP	Renewable energy	Solar, Wind, Fuel cells	
	Individual business	Industrial, Research, and Other Private Architecture	
	Seawall	Seawall	
Outside the area	Related Project	Highway, External railway	

However, programs other than those subject to management also require minimal management. So each management depth is set to be managed, and the management plan will be prepared and expanded step by step after stable K-SPM operation.

Table 4. K-SPM management level.

Scope	Management level
MP	Periodically (weekly, monthly) management of progress, project costs, various reports, etc.
Non-MP	Undertake and completion status management according to investment agreement and tenant agreement
Outside the area	Management of progress status by project for smooth connection promotion

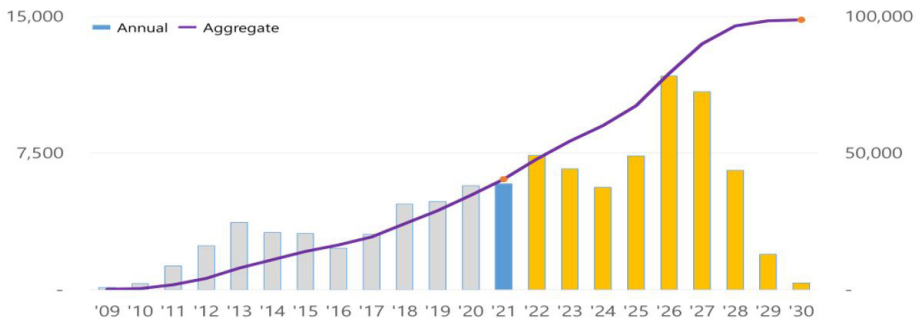
## 3.2 PROGRAM COST AND TIME MANAGEMENT

### 3.2.1 Program cost management

In the case of general program cost management, the program cost plan was established and managed with the aim of timely completion of the program period and investment amount, but in the case of Saemangeum program, the detailed plan (not designated as a project implementer) was not finalized.

Therefore, Saemangeum investment plan was established by collecting information on the period, cost, and performance of program (completion, progress, and plan) for which the plan was finalized. Program cost management was carried out by reviewing the change flow generated during the management process, such as new program, and re-establishing them once a year.

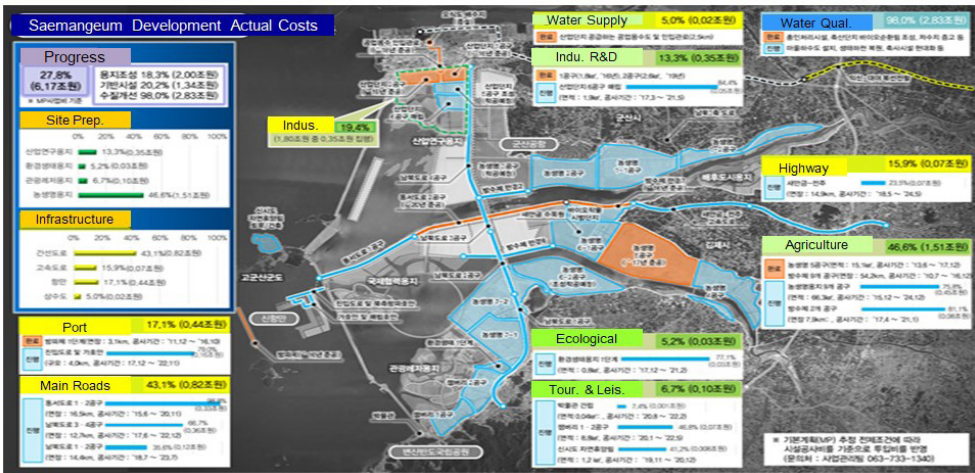
Figure 5: Analyzing the established investment plan.



As a result of analyzing the established investment plan, facilities and site development projects to support the hosting of the World Jamboree Conference was actively in progress until 2028. And the annual investment volume has increased due to the launch of large-scale projects (Circular Ring and Gunsan-Saemangeum Railway) from 2026 to 2027. The plan is to induce a timely start schedule for new program (2023-2025 or after 2028) to continue the Saemangeum program and prevent excessive budget execution.

The establishment of an investment plan is the basis for program cost management and determines whether the program is proceeding normally through performance management. In the event of a delay, the degree of impact with neighboring (or related) program can be determined. Reassembling the changed information is carried out once a year. In addition, the monthly execution performance collected is used as a data to review whether the total program cost (US\$ 19.65 billion) is exceeded and to determine the progress.

Figure 6: The monthly cost review.



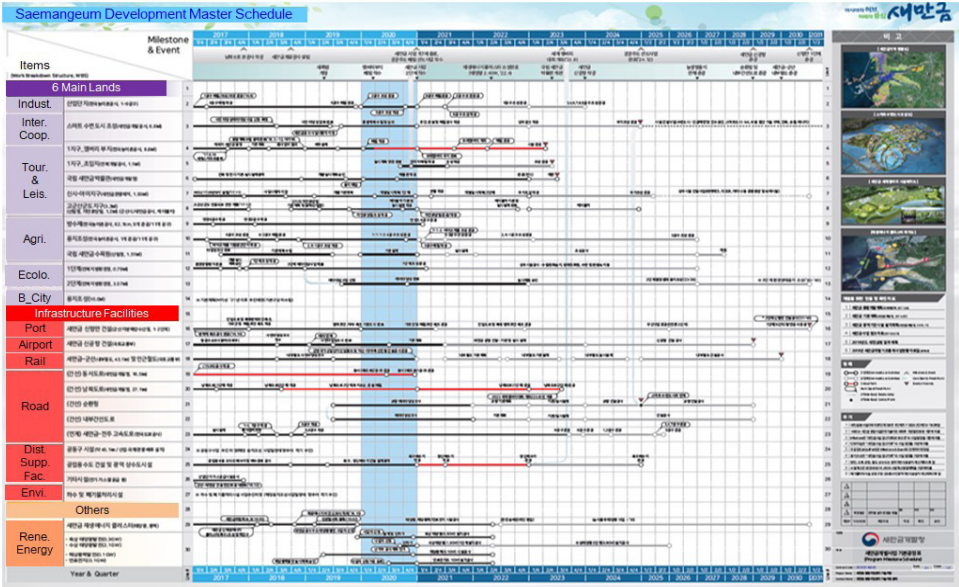
### 3.2.2 Time management

Program time management is an absolutely necessary management technique for comprehensive program management, such as reviewing performance compared to plan and reviewing impact on delayed program, by establishing a reasonable program plan. In particular, change-prone program such as the Saemangeum development program require periodic management of the master schedule and the management standard schedule, and review of progress management measures suitable for the Saemangeum development program was required.

First of all, the master schedule can be reviewed the main plan and the current status of the Saemangeum program as a schedule for the top class. The establishment of the initial schedule was generally a top-down method based on the program plan, but considering the characteristics of the Saemangeum program, which has a high proportion of private portion and frequent changes in plans. Therefore the bottom-up method was applied.

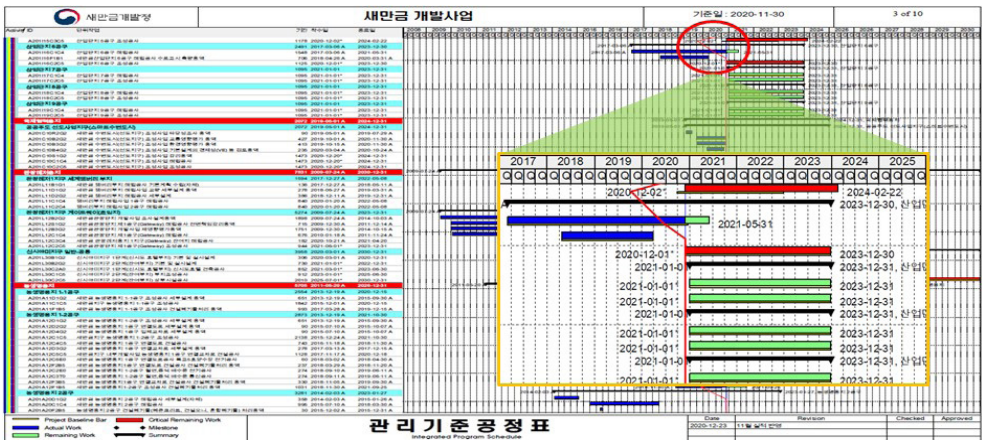
The master schedule was established until 2030, which was based on the currently planned project and was necessary to set up milestones for intensive management such as the World jamboree, Smart waterfront city, New port, and Saemangeum new airport. The established milestone was selected as the main management target for related projects such as site construction projects and adjacent roads for implementation, and the process status is being considered so that it can be completed in a timely manner.

Figure 7: Saemangeum master schedule.



The management standard schedule was established to analyze the progress performance of the Saemangeum program and the linkage between the unit activities and the progress of the program plan. Schedule preparation was established by collecting detailed unit project plans of each project entity. The established master schedule shall be managed by reviewing the schedule such as delay and early start of the program by identifying the exact progress status and reviewing the schedule of the progress program. In addition, it is managed as a procedure to review the interference of related projects in case of delay through schedule review and prepare alternatives in case of interference, and continuous monitoring is carried out.

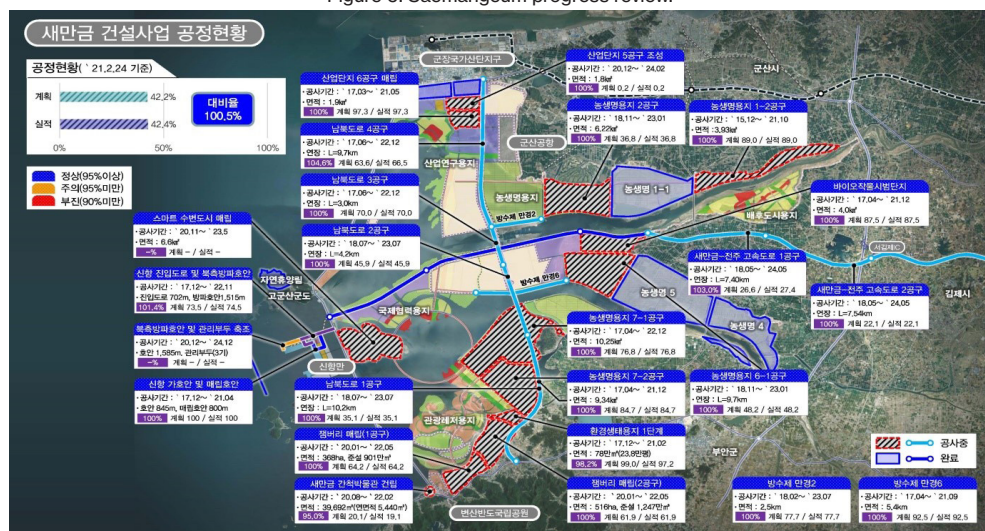
Figure 8: Saemangeum management standard schedule.



The established schedule (basic and management standard schedule) is the basis for time management, and performance management is performed by analyzing the overall progress status and progress status of Saemangeum program through performance aggregation.

In addition, progress performance compared to the fair plan is prepared with a management rating system (normal over 95%, 90% to 95% attention, and sluggish less than 90%) so that the program can be carried out normally through review of the reasons for sluggishness and countermeasures.

Figure 9: Saemangeum progress review.



### 3.2.3 Other management (Lang reclamation, Council, System)

Saemangeum land reclamation is a program to be created by utilizing the amount of non-existence (682,806,000m<sup>3</sup>, sea sand soil, and lake soil) around Saemangeum after the construction of the seawall. A distribution plan for the appropriate procurement of reclaimed land at the beginning of the program (“Guidelines for dredging land management in appeals for Saemangeum development projects”) was established. The established management guidelines require the prevention of excessive cutting in certain areas and the management of existing landfill status when changing the management depth in the future, and review the landfill performance and dredging location every month.

Issues such as interferences and improvements in the program cost and time management analysis or program management operation process need to be discussed between each department in charge, and a quarterly program management consultative body is operated. These program management consultative bodies are operated

for information sharing and mutual cooperation among institutions participating in Saemangeum program to promote the efficiency of K-SPM. It is also operated with the aim of coordinating overlapping and interference between individual projects and preventing budget waste factors in advance. It has been held nine times since 2018 and has drawn 43 agenda items.

Table 5. Operation of the K-SPM council.

<b>Operation of the K-SPM council</b>		
	<b>Type</b>	<b>Agenda</b>
- Request for the establishment of a legal basis for the operation of the first stage of the environmental ecological site	<b>Sum</b>	43
- Request for the establishment of a second stage access road for environmental ecological sites	<b>Cooperation</b>	20
- Request for water supply plan in Smart waterfront city and New port	<b>Long-term review</b>	14
- Requests for registration of land for improvement of private investment environment. etc. 43 cases	<b>Schedule</b>	5
	<b>Improvement</b>	4

In addition, after reviewing the council's agenda by type, 20 out of 43 consultations were the highest, and management of various participating institutions was an important factor for smooth Saemangeum development. The Saemangeum program, where various related entities and projects are carried out, is also very large in the amount of program information generated during the progress, and the development of the system is desperately needed to manage it efficiently. Therefore, basic design and system configuration strategies have been reviewed for system development, and current 2021 has been carried out. It is in progress with the goal of completing development.

Key considerations shall be given to supporting the performance of program management, strengthening cooperation among participants, establishing a current status and monitoring system, and details shall be as shown in the following table.

Table 6. K-SPM system strategy.

K-SPM Support	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establishment of information management system for systematic and active K-SPM support</li> <li>- Efficiently manage and provide real-time information</li> <li>- Provide report, electronic sign, information renewal, progress reporting, work support functions, etc.</li> <li>- Maximize work efficiency</li> <li>- Process prediction</li> </ul>
Reinforce collaboration	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provide data and share information</li> <li>- Organic linkage of information and communication activities</li> <li>- Minimize user redundancy and simplify information management</li> <li>- Link information from individual systems</li> </ul>

Establishing a current status and monitoring system	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automation of various status and statistics such as schedule, progress rate, budget, project cost, etc.</li> <li>- Improved visibility with graphics processing on dashboard</li> <li>- Integrates complex project information to provide comprehensive capabilities</li> <li>- Consider dashboard features that are easy to edit</li> </ul>
---	---

In addition, the system is established so that not only participants, contractors, and management departments, but also ordinary people interested in Saemangeum program to attract investment can be utilized. It is currently developing a system with different levels of information disclosure depending on the level of access to the system.

## 4 CONCLUSION

As a result of the current K-SPM introduction, the program time and cost management standards were prepared, including the establishment of program management targets for Saemangeum development program, establishment of project cost investment plans, and preparation of various schedules. Management of landfill status, information sharing of participating parties and discovery and management of pending issues were carried out.

However, the presence of complex and diverse program participants in the K-SPM process limited the collection of program information. To address this, an efficient, controllable legal basis (or establishment of implementation guidelines) is under consideration. It is also expected that efficient K-SPM will be carried out when system development is completed in 2021. K-SPM plans to expand operation step by step, such as risk management, in addition to time and cost management. Also, it plans to manage inter-program interference and redundancy prevention and governance among participants so that can be developed efficiently.

The experience and technology accumulated through the continuous introduction of K-SPM can be used for large-scale urban construction programs that will be carried out not only in Korea but also abroad, and will contribute to the development of construction program management. It will also continue to make efforts to become a global success case by introducing successful program management in Saemangeum development.

## REFERENCES

1. Internet (2021.3). <https://www.Saemangeum.go.kr>.
2. Korean Law Information Center (2021). The Saemangeum special ac.
3. Saemangeum Development Agency (2011). Saemangeum Master Plan.

4. Saemangeum Development Agency (2017). Saemangeum Master Plan.
5. Saemangeum Development Agency (2021). Saemangeum Master Plan.
6. Yang, H.G. (2018). The adopt case of Saemangeum development program management. Korea Institute of construction engineering and management, Vol. 19, No. 5, 47p-50p (2018-10).



## 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