

*"Calentana
Reposando"
(Cerro Chuperia)*

Revista de Divulgación Científica del Instituto
Tecnológico de Ciudad Altamirano Año 1. No. 1
Publicación cuatrimestral
Septiembre - Diciembre 2024

#Orgullo de Tierra Caliente
TEC Altamirano



DIRECTORIO

M.C. César Del Ángel Rodríguez Torres
Director del Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano

Ing. Carlos Alberto Bernal Beltrán
Subdirector Académico

Lic. Aracely Salgado Mendoza
Subdirectora de Servicios Administrativos

Lic. Sergio Vivas Hernández
Subdirector de Planeación y Vinculación

Lic. Martín Leyva Carachure
Jefe de Departamento de Ciencias Económico
Administrativas

Ing. Víctor Valencia Mojica
Jefe de Departamento de Ingenierías

M.C. Rosa Isabel Reynoso Andrés
Jefa de Departamento de Desarrollo Académico

Lic. Shelley Yesmin Castillo Charco
Jefa de la División de Estudios Profesionales

Lic. Anselmo Vieyra Santibáñez
Jefe de Departamento de Sistemas y Computación

Lic. Javier Avilés Alvarado
Jefe de Departamento de Ciencias Básicas

Lic. David Pineda Velásquez
Jefe de Departamento de Recursos Humanos

Mtro. José Alberto Santamaría Berrum
Jefe de Departamento de Recursos Financieros

Ing. Martín Domínguez Díaz
Jefe de Departamento de Recursos Materiales y Servicios

Biol. Addi Beatriz Torrez Guzmán
Jefa de Departamento de Gestión Tecnológica y
Vinculación

Lic. Verónica Reyes Reyes
Jefa de Departamento de Servicios Escolares

M.T.I. Lucero de Jesús Ascencio Antúnez
Jefa de Departamento de Planeación, Programación y
Presupuestación

Lic. Yury Núñez Medrano
Jefa de Departamento de Comunicación y Difusión

Lic. Alfonso García Uriostegui
Jefe de Departamento de Actividades Extraescolares

Lic. Angelina Salgado León
Jefa del Centro de Información

CINTILLO LEGAL

**P'UNGUARI JUÁTA REVISTA
MULTIDISCIPLINARIA DE CIENCIAS**, Año 1,
No. 1, Septiembre - Diciembre 2024, es una
Publicación Cuatrimestral editada por el
Tecnológico Nacional de México, Avenida
Universidad 1200, Alcaldía Benito Juárez, C.P.
03330, teléfono 5536002511 Ext. 65092, correo
d_vinculacion05@tecnm.mx, a través del Instituto
Tecnológico de Ciudad Altamirano, Avenida
Pungarabato Poniente, sin número, Col. Morelos,
Cd. Altamirano, C.P. 40660, Tel. (767) 6720607,
www.cdaltamirano.tecnm.mx,
buzon@cdaltamirano.tecnm.mx. Editor responsable:
Carlos Alberto Bernal Beltrán. Reserva de Derechos
al Uso Exclusivo No. 04-2024-101010384800-102,
ISSN: 3061-810X, ambos otorgados por el Instituto
Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la
última actualización de este Número, Director de
Reserva de Derechos INDAUTOR, Alberto Arenas
Badillo, calle Puebla, 143, Col. Roma, Delegación
Cuauhtémoc, C.P. 06700, fecha de última
modificación, 10 de octubre de 2024.

Ing. Carlos Alberto Bernal Beltrán
Editor responsable

Yuridia Paola Torres García
Editora Auxiliar

Gusto Tec Altamirano
<https://youtu.be/cJw5vsclG98?si=MNKoNHfvGHSh0kpW>

Comité de Revisores

- Mtro. Emanuel Pérez López Instituto Tecnológico de la Cuenca de Papaloapan
- Dr. Elias Hernández Castro Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, UAGro
- Dr. Agustín Olmedo Juárez Centro de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, INIFAP
- Dr. Rubén Onofre Aguirre Alonso Instituto Tecnológico de la Cuenca de Papaloapan
- Dra. Marysol Trujano Ortega Museo de Zoología (Entomología) Facultad de Ciencias UNAM
- Dr. Uri Omar García Vázquez Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM
- Dr. Julio Cesar Gómez Vargas Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No.1 UAGRO
- Dr. Canuto Muñoz-García Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No.1 UAGRO
- Dr. Jaime Olivares Pérez Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No.1 UAGRO
- M.A. Ma. Cristina Albarran Farias Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano
- MDEI. Amparo Ortiz Mariano Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano
- Mtra. Rocío de la Cruz-Hernández Instituto Tecnológico Superior de Centla
- Dra. Beatriz Escobedo de la Cruz Instituto Tecnológico Superior de Centla
- Mtra. Adriana del Carmen Morales Cruz Instituto Tecnológico Superior de Centla
- MAP Yolanda Flores Ramírez Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes
- Dra. Nora Liz Real Lara Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano
- Mtra. Claudia Patricia Gómez Bonfil Instituto Tecnológico Superior de Centla
- Mtra. Urfila Victoria Peláez Estrada Instituto Tecnológico de Tláhuac
- M.C. Leonel Gonzalez Vidales Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano
- Mtro. Juan Carlos Campos Cabellos Instituto Tecnológico de Tláhuac
- Dra. Norma Alicia Macias Rodriguez Instituto Tecnológico Sinaloa de Leyva
- M.I. Ignacio Hernández Reyes Instituto Tecnológico Superior de Centla
- Dr. Esteban Mendoza Sandoval Unidad Académica de Matemáticas UAGRO
- Dra. Erika Zubillaga Guerrero Unidad Académica de Matemáticas UAGRO
- Dr. Marco Antonio Perez Torres Unidad Académica de Matemáticas UAGRO
- Dra. Mercedes Muraira Soto Instituto Tecnológico de la Cuenca de Papaloapan
- Dr. Roberto Panuncio Mora Solis Instituto Tecnológico de la Cuenca de Papaloapan
- Dr. Audon Gómez Mendoza Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano
- Biol. Cesar Sandino García Vega Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano
- M.C. Itzel Sánchez Alonso Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano
- Lic. Anselmo Vieyra Santibañez Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano

Editorial

A lo largo de los años, hemos construido una sólida trayectoria en la promoción y consolidación de la investigación en el **Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano**. Desde la organización del *I Foro Nacional y I Simposio de Ciencia e Innovación de Tecnologías para el Desarrollo Regional*, hasta la realización del **VII Congreso Nacional de Investigación en Ciencia e Innovación de Tecnologías Productivas**, hemos impulsado espacios que fomentan el intercambio de ideas y el avance del conocimiento.

En este contexto, surge **P'UNGUARI JUÁTA: Revista Multidisciplinaria de Ciencias**, una nueva publicación que da continuidad a los esfuerzos previos de difusión científica en nuestra institución. Esta revista nace con el propósito de fortalecer el acceso a la investigación generada por nuestra comunidad académica, brindando un medio actualizado y de calidad para la publicación de trabajos que contribuyen al desarrollo del conocimiento en diversas disciplinas.

El **VII Congreso Nacional de Investigación en Ciencia e Innovación de Tecnologías Productivas** representa una evolución de aquellos primeros foros que sentaron las bases de nuestra cultura científica. En este evento, docentes, estudiantes e investigadores encuentran un espacio para compartir sus avances, consolidar colaboraciones y enriquecer sus líneas de trabajo. Ahora, con **P'UNGUARI JUÁTA**, estos aportes contarán con un canal de difusión que asegura su impacto y permanencia.

Como director del **Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano**, reafirmo mi compromiso con la investigación como eje fundamental en la formación académica. La creación de esta revista es un paso significativo para consolidar una comunidad científica más robusta, en la que tanto profesores como estudiantes puedan acceder a conocimientos de vanguardia, participar en proyectos innovadores y desarrollar habilidades que les permitan afrontar los retos del mundo actual.

El nacimiento de **P'UNGUARI JUÁTA** es una muestra de nuestra visión a futuro. No solo se trata de una nueva revista, sino de la continuación de un esfuerzo sostenido por fortalecer la investigación y su impacto en nuestra sociedad. A través de esta plataforma, aseguramos que el conocimiento generado en nuestra institución trascienda y contribuya al desarrollo académico, científico y tecnológico de nuestra región y del país.

M.C. César del Ángel Rodríguez Torres.-
Director del Instituto Tecnológico de Cd.
Altamirano

Hemos consolidado a nuestra institución como la casa de estudios más importante y de mayor prestigio de la Región Calentana.

¡Tecnológico de Ciudad Altamirano, orgullo de Tierra Caliente!





ÍNDICE

Artículos:	Página:
1. MOLUSCOS DE LA ZONA INTERMAREAL DE LA LAGUNA DE OHUIRA, AHOME, SINALOA <i>Yesenia María Patiño López; Jesús Manuel Díaz Gaxiola;</i>	1
2. SWITCH INFRARROJO UTILIZADO PARA DISMINUIR EL CONSUMO INNECESARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL HOGAR Y EMPRESA <i>José Francisco Moreno de la Fuente; María de los Angeles Robledo Arias</i>	13
3. SECADOR DE LECHO FLUIDIZADO EN EL PROCESAMIENTO DE HOJA DE BUGANVILIA <i>Urfila Victoria Peláez Estrada; Angélica Cajero Martínez; Juan Carlos Campos Cabello; José David Muñiz Elizalde; César Ponciano Adrián Reyes Mérida; Miguel Ángel Martínez Cruz</i>	27
4. USO DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (<i>Capsicum chinense jacq.</i>) EN CONDICIONES PROTEGIDAS. <i>Helbert A Mena Martin; Vicente Reyes Oregel; Ingrid S, Toloza Narvaez; Jorge A Canul Matu</i>	38
5. PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm, VARIEDAD B2 EN TRES SUSTRATOS. <i>Juan Pereyda Hernández; José Manuel Castro Salas; Cesarío Catalán Heverástico; Alejandro Sotelo Aguilar</i>	53
6. Uso de las TIC's en el desarrollo del Programa Institucional de Tutorías del IT Cuenca del Papaloapan. Caso: 3ºs semestres de Ingeniería en Agronomía <i>Emanuel Pérez-López; Yamileth Solorzano-Beltrán; Enrique Andrio-Enríquez; Rubén O. Aguirre-Alonso; Luis F. Noriega-Román, Juan C. Contreras-Cisneros.</i>	64
7. Control de Mano Robótica Usando Señales Electromiográficas Superficiales (EMG's) <i>Adrian Ibarra Fuentes; Alan Vega Espitia; Jorge L. Salazar Martínez; José L. Salcedo Ramírez; Juan Y. Becerra Montejano; María R. Camarena Vázquez.</i>	76
8. Proceso de Purificación de Agua Turbia y Mejoramiento de la Calidad del Agua Entubada <i>Nazdrick Sylvanna Flores Robledo; Christian Axel Calderón Briseño; María de los Angeles Robledo Arias.</i>	90
9. Calidad de semen con diferentes crioprotectores en verracos destinados a la inseminación artificial en condiciones de trópico <i>Wilfrido Navarrete Ríos*; Efrén Estrada Paqui; Raúl Ulloa Arvizu; Julio C. Gómez Vargas; José L. Ponce Covarrubias</i>	100



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



MOLUSCOS DE LA ZONA INTERMAREAL DE LA LAGUNA DE OHUIRA, AHOME, SINALOA.

Yesenia María Patiño López¹, Jesús Manuel Díaz Gaxiola²

¹ daphnia.yenesia@gmail.com ² jesus.dg@mochis.tecnm.mx

Laboratorio de Ecología. Instituto Tecnológico de Los Mochis, Sinaloa. Tecnológico Nacional de México.

Resumen

Los moluscos son importantes en el ámbito alimenticio, pero también en el ecológico, como bioindicadores. Se quiso conocer la estructura de la comunidad de moluscos. Por lo anterior, se realizaron muestreos en 17 sitios, desde agosto a noviembre de 2018 en la zona intermareal de las islas y su periferia en la Laguna de Ohuira, ubicada en el complejo lagunar de Topolobampo, Sinaloa, México. Los organismos se colectaron, etiquetaron y midieron con un vernier digital. Se registraron valores de oxígeno disuelto, pH, salinidad, temperatura y transparencia del agua. Se registraron 9888 organismos vivos conformando 4 clases, 23 familias, 32 géneros y 42 especies. Clase Gastropoda fue la más representativa con 8534 organismos y 24 especies (57%); seguido de clase Bivalvia con 1341 organismos y 16 especies (38%); clase Polyplacophora 12 organismos, 1 especie y clase Cephalopoda con solo 1 organismo. La estación con mayor riqueza de moluscos fue la estación 8 en Isla Patos con 18 especies. La diversidad de especies destacó en la estación 8 con 18 especies, así como también la mayor cantidad de organismos (1591) y la E12 presentó 16 especies. El análisis de similitud de Bray-Curtis basado en parámetros físico-químicos y en diversidad de especies mostró dos agrupaciones: los sitios periferia y a las islas. Se realizó el ANAVA para comparar los organismos en cada estación de muestreo, no existiendo diferencias significativas ($p= 0.9727$) en la diversidad de moluscos entre zonas de muestreo.

Palabras Clave: Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora, Cephalopoda, Ohuira.



Introducción

Los moluscos marinos son uno de los grupos mejor conocidos debido a que son considerados en estudios sobre biodiversidad marina y han sido señalados como “grupo indicador apropiado” en evaluaciones rápidas de la diversidad (Ríos-Jara E, 2015).

El término moluscos agrupa a caracoles, almejas, pulpos y calamares, entre otros organismos menos conocidos como las cucarachas de mar o poliplacóforos y los dientes de elefante, también llamados escafópodos (Ramirez, Urbano, 2014).

La laguna de Ohuira forma parte del sistema lagunar Santa María-Topolobampo-Ohuira, con 125 km² de área, era la cuenca de un antiguo canal del Río Fuerte que se prolongaba por la Bahía de Topolobampo y desembocaba en este puerto. Es un área de bajos que en época lluviosa presenta una zona profunda de localización variable dependiendo de las mareas y arrastre de sedimentos y cuenta con un ramal que la conecta a la Bahía de Navachiste. Cuenta con 6 islas: Patos, Bledos, Bleditos, Tunosa, Mazocahui I y Mazocahui II (Naturalista, 2015).

Objetivos

General

Estudiar la comunidad de moluscos de la zona intermareal en la periferia e islas Patos, Bledos, Bleditos, Tunosa, Mazocahui I y Mazocahui II de la laguna de Ohuira, Ahome, Sinaloa.

Específicos

- Analizar la estructura de la comunidad de moluscos en la laguna de Ohuira a través de métodos ecológicos.
- Analizar la ubicación espacial de los moluscos encontrados en laguna de Ohuira.

Con el objetivo de contribuir al conocimiento sobre la abundancia y riqueza de moluscos en la zona intermareal en la laguna de Ohuira se realizaron muestreos en 17 estaciones diferentes ubicados en las islas y periferia de la laguna a lo largo del periodo agosto-noviembre de 2018.



Materiales y métodos

Trabajo en campo.

Se muestrearon diecisiete estaciones durante la hora de bajamar repartidas en las islas Patos, Tunosa, Bledos, Bleditos, Mazocahui, Mazocahui 2 y periferia cerca de Campo Pesquero Paredones durante el periodo agosto-noviembre de 2018 (Figura 1). Se tomó de referencia la tabla de mareas del CICESE 2018 para saber el momento de bajamar. Las muestras se obtuvieron de diecisiete estaciones de 5m² cada una cubriendo un total de 85m².

Área de estudio.



Fig.1.-Estaciones de muestreo. Se muestran nomenclaturas de cada sitio: E1 Paredones 1, E2 Isla Bledos, E3 Isla Bleditos, E4 Isla Mazocahui, E5 Isla Mazocahui 2, E6 Isla Paredones 2, E7 Isla Paredones 1, E8 Isla Patos, E9 Isla Tunosa, E10 Paredones 1, E11 Isla Bledos, E12 Isla Bleditos, E13 Isla Mazocahui 2, E14 Isla Mazocahui, E15 Isla Mazocahui 2, E16 Isla Patos y E17 Isla Bledos.

Estaciones de muestreo.

Se realizó un recorrido para conocer la laguna y sus islas, para tener un conocimiento más amplio de su morfología como suelos y relieves para ubicar las estaciones de muestreo. Las estaciones se eligieron tomando en cuenta la bajamar respecto a la zona de la isla y sus relieves, en cuanto a la periferia se colocaron las estaciones cercanas a la comunidad de Paredones ya que se podía llegar a pie, debido al suelo fangoso y difícil acceso a otros lugares en lancha.



Muestreo.

Se utilizó un transecto de 5x1m para delimitar la estación, se realizó un conteo directo de los organismos epifaunales e infaunales, para este último se escarbaron con ayuda de una pala de 10 a 15cm de profundidad en el caso de periferia por el tipo de sustrato. Se anotaron los datos obtenidos en libreta de campo. Se colectaron 5 organismos de cada especie encontrada dependiendo su abundancia para colección y para identificación, estos se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas, posteriormente se colocaron sobre hielo para su traslado a laboratorio de ecología en ITLM donde se congelaron hasta el momento de su limpieza e identificación.

Parámetros fisicoquímicos

Se tomaron parámetros fisicoquímicos al agua conexas a la estación de muestreo tales como; oxígeno disuelto, salinidad, transparencia, pH y temperatura, utilizando como equipo un oxímetro, refractómetro, disco de secchi y potenciómetro respectivamente, la temperatura se tomó con oxímetro.

Trabajo en laboratorio y estancia

Laboratorio de ecología del Instituto Tecnológico de Los Mochis. Aquí los moluscos colectados se limpiaron para la colección, su posterior identificación taxonómica, toma de fotos para catálogo ilustrado. No fue necesario el uso de reactivos, salvo por cloro comercial solo se utilizó agua, pinzas de disección, aguja de disección y charola de disección. Para biometría de organismos solo fue requerido un vernier electrónico de la marca NEWTECLAB (nueva tecnología en laboratorios). Para la identificación de las especies de moluscos se utilizaron descripciones de moluscos en el pacífico y bahía de Navachiste, tales como las descripciones de Keen (1971) y Ortiz-Arellano (2005) respectivamente.

Colección conquiliológica.

Se congelaron los organismos para que no perdieran su tono original y para retirar de forma más limpia la parte blanda del organismo, se retiraron restos de sedimento y se limpiaron para una mejor vista al momento de montar la colección (Ortiz-Arellano, 2005).

Métodos ecológicos

Para determinar la diversidad de especies y su homogeneidad en la laguna de Ohuira, se utilizaron distintos índices ecológicos tanto para diversidad alfa como para diversidad beta.

Resultados y discusión

Parámetros físicoquímicos

Se tomaron estos parámetros a lo largo del periodo agosto-noviembre del 2018, iniciando con la primera estación en agosto y terminando en noviembre con la estación 17.

La salinidad registró valores similares a lo largo de las estaciones mostrando un aumento en las últimas estaciones, inició en el mes de agosto con 27‰ culminando en noviembre con 34.5‰, (Tabla 1) debido al marcado periodo de lluvias en verano por lo que drenes y canales aumentan considerablemente su descarga de agua dulce procedentes de la sierra y los valles (Zavala A., 2011). La media presentada en este trabajo es de 32.08‰ mientras que la media registrada por Corrales-López; Díaz-Gaxiola y Sánchez-Vargas (2014) fue de 32.54‰, son casi iguales.

A la inversa de salinidad la temperatura mostró un decremento en las últimas estaciones que corresponden al mes de noviembre, mientras en los meses de verano se observó una temperatura cercana entre sí por cada estación, registrando 24.5°C y 25.1°C las estaciones 16 y 17 respectivamente siendo estas dos únicas del mes de noviembre (Tabla 1). Manteniendo una media de 29°C que coincide con la media de 29.02°C registrada por Corrales-López; Díaz-Gaxiola y Sánchez-Vargas (2014) en el estudio sobre comunidades de invertebrados epibentónicos asociados a sustratos duros en la zona intermareal de las lagunas Ohuira y Topolobampo.

La media del potencial de hidrógeno obtenido en la laguna de Ohuira fue de 7.23 quedando por debajo del valor registrado por Díaz-Gaxiola (2012) con una media de pH de 7.9 para las lagunas de Topolobampo y Ohuira. La estación 11 se registró como la más baja de pH 5.7 respecto a las medidas tomadas en todas las estaciones, por otro lado, las estaciones uno, dos, ocho y nueve registraron 8.1 de potencial de hidrógeno como el valor más alto (Tabla 1).

El rango de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo se presentó desde 5.12 mg/l en estación 12 hasta 8.05 mg/l en estación 8 (Tabla 1), la media obtenida es de 6.56 mg/l estando muy por encima del valor registrado por Corrales-López; Díaz-Gaxiola y



Sánchez-Vargas (2014) que fue de 4.87 mg/l. Un factor de esta variabilidad podría ser la incidencia de aire el cual provoca el movimiento del agua dándole una mejor aireación, tomando en cuenta que la medida se tomó de la parte superficial. Otro factor podría ser la ubicación de la estación respecto a la isla y la fecha en que se tomó registro del parámetro, dentro de la isla también varía en el oxígeno disuelto registrado.

La transparencia registrada en las estaciones presenta valores similares para cada isla y periferia, aunque muy variadas para cada estación, la isla Mazocahui 2 presentó el valor más elevado de transparencia con 110 cm seguida por la isla Mazocahui con 105 cm de transparencia. La primera isla antes mencionada se encuentra rodeada por poco más de la mitad con un campo de macroalgas, además esta isla se localiza entre la sierra de Navachiste y la isla Mazocahui que colinda a su vez con alrededor de un cuarto de circunferencia con el campo de macroalgas. La media obtenida es de 67 cm estando dentro del rango registrado por Ortiz-Arellano (2005) para la bahía de Navachiste que va de 40 hasta 110 cm de transparencia.

Tabla 1.- Valores promedio de oxígeno, salinidad, pH, temperatura y transparencia junto a los sitios adyacentes a las zonas de muestreo en periferia (Paredones) e islas Bledos, Bleditos, Mazocahui, Mazocahui 2, Patos y Tunosa en laguna de Ohuira.

	Oxígeno (mg/l)	Salinidad (0/00)	pH	Temperatura (°C)	Transparencia (cm)
Mínima	5.12	27	5.7	24.5	8
Máxima	8.05	36	8.1	32.6	110
Sumatoria	111.61	545.5	122.91	502.76	1139
Promedio	6.565294	32.08824	7.23	29.57412	67
Varianza	0.6785765	4.851103	1.071425	6.093138	1309.125
Desviación estándar	0.8237575	2.202522	1.035097	2.468428	36.18183

Riqueza y abundancia de especies

Los moluscos tienen la mayor diversidad de todos los filos presentes en los océanos, además, la malacofauna de zonas tropicales es significativamente mayor en el Pacífico



tropical, principalmente en el Indo-Pacífico (Bouchet *et al.* 2002, citado por Ríos-Jara, E. Hermosillo-González. Galván-Villa. 2016).

En el presente estudio sobre moluscos de la zona intermareal de la laguna de Ohuira, Ahome, se obtuvo un registro de 9888 individuos vivos suma de todas las estaciones, con un total de cuatro clases, veintitrés familias, treinta y dos géneros y cuarenta y dos especies. La clase Gastropoda (Tabla 2) registró trece familias, Calyptraeidae fue la más repetitiva con riqueza de siete especies, seguida de Neritidae con cuatro especies; diecisiete géneros y veinticuatro especies, *Cerithium muscarum* (Figura 2a) fue la más abundante con 7289 organismos. La clase Bivalvia (Tabla 3) registró ocho familias, Veneridae fue la más representativa con siete especies, seguida de Carditidae y Ostreidae con dos especies cada una; trece géneros y dieciséis especies, *Leukoma grata* fue la más abundante con 289 organismos (Figura 2b).

Tabla 2.- Variedad biológica de familias, géneros y especies de la clase Gastropoda.

Familia	Género	Especie
Pisaniidae	1	1
Potamididae	1	1
Cerithidae	1	1
Calyptraeidae	2	7
Fissurellidae	1	1
Littorinidae	2	2
Muricidae	2	2
Lottiidae	1	1
Nassariidae	2	2
Neritidae	2	4
Onchidiidae	1	1
Tegulidae	1	1
Fasciolaridae	1	1

Tabla 3.- Variedad biológica de familias, géneros y especies de la clase Bivalvia.

Familia	Género	Especie
---------	--------	---------

Arcidae	1	1
Carditidae	2	2
Veneridae	4	7
Corbulidae	1	1
Ostreidae	2	2
Pteriidae	1	1
Mactridae	1	1
Mytilidae	1	1



Figura 2a (izquierda) *Cerithium muscarum* y 2b (derecha) *Leukoma grata*.

La estación con mayor riqueza de moluscos fue la estación 8 en isla Patos (E8-IPS) con 18 especies (Figura 3), Trigueros (2017) registró dieciocho especies para la estación en isla Patos antecediendo a isla Mazocahui con veintiuna especies, ambas islas pertenecen a la laguna de Ohuira.

Trigueros (2017) describe en el estudio de la malacofauna intermareal de las islas del complejo lagunar Santa María-Topolobampo Ohuira, un total de tres clases de moluscos, dieciocho familias y cincuenta y tres especies. Ocho familias de la clase Bivalvia, Veneridae, Ostreidae y Mytilidae fueron las más representativas; menciona nueve familias de clase Gastropoda; Crepidulidae, Muricidae y Naticidae fueron las más representativas; mientras que para laguna de Ohuira fueron Calyptraeidae y Neritidae.

Similar a la laguna de Ohuira, Ortiz.Arellano (2005) registró en estudio de la bahía de Navachiste a la familia Calyptraeidae de clase Gastropoda como la de mayor riqueza con diez especies seguida de Muricidae con cuatro, mientras que la familia Muricidae en este estudio solo presentó dos especies. Para clase Bivalvia presenta a familia Veneridae con



mayor riqueza de nueve especies, coincidiendo con laguna de Ohuira que presentó siete especies siendo la más rica en la laguna.

Castillo-Rodríguez (2014), Díaz-Gaxiola (2012), Ríos-Jara, E. (2015), Hendrickx y colaboradores (2014), coinciden al igual que este estudio realizado en que Gastropoda es la clase para el Pacífico, golfo de California y complejo lagunar Santa María-Topolobampo-Ohuira con mayor riqueza de especies, precedida por clase Bivalvia.

Se obtuvo una comunidad de moluscos de 43 especies identificadas, la mayoría pertenecen a la clase Gastropoda, Se considera que estos registros mayores de gasterópodos sean debido a una mayor capacidad de los gasterópodos de desplazarse y habitar la mayor cantidad de áreas posibles en este complejo lagunar (Trigueros, 2017)

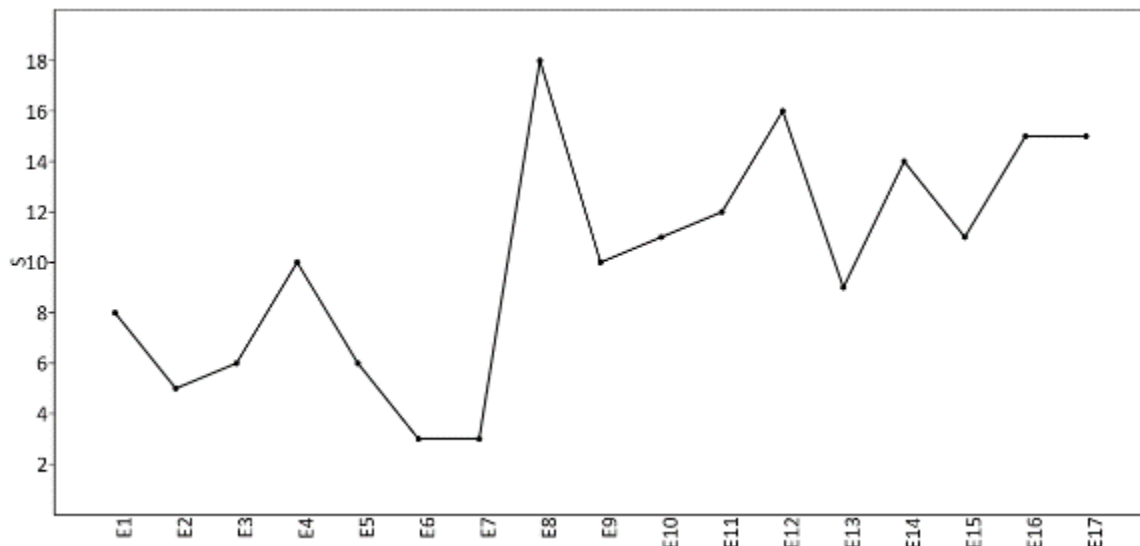


Figura 3. Especies por estación de la zona intermareal en islas de laguna de Ohuira.

En el análisis multivariado de tipo cluster (índice de Bray-Curtis) tomando en cuenta parámetros biológicos, se observa a las estaciones E6, E1 y E7 en un grupo separado de las demás estaciones (Figura 4), esto se debe a que son estaciones ubicadas en la periferia de la laguna de Ohuira cerca de la comunidad de Paredones, también presentan la transparencia más baja reportada. Se encontró una similitud baja probablemente por abundancia y riqueza variada entre estas estaciones. En el segundo grupo de este análisis se observa a las estaciones E5 y E11 como las más similares de todas las estaciones con 0.80 de similitud. Mientras la distancia sea más cercana a 1, más fuerte es la asociación de ese par de variables (Nuñez y Escobedo, 2011).

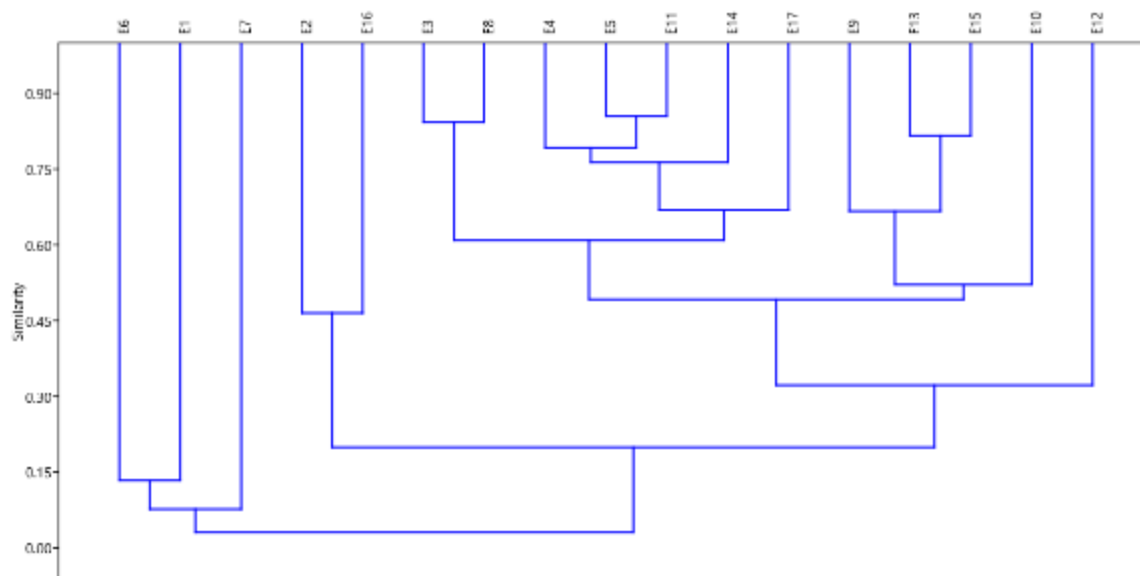


Figura 4. Agrupación de estaciones de acuerdo a similitud por el método Bray-Curtis.

Halffter, Moreno, y Pineda, (2001) mencionan que el índice de Whittaker alcanza valores entre 1 y 2, Calderón-Patrón (2012) menciona que para la diversidad beta a menor distancia entre comunidades habrá mayor similitud entre especies de comunidad y viceversa. En el presente estudio el índice de Whittaker presenta en general valores entre estaciones menores a 1, se observa a las estaciones E3 y E5 con un valor de 0.16 de distancia entre las mismas, esto quiere decir que las estaciones antes mencionadas entre sí son las más similares.

El análisis de varianza (ANOVA) para las especies entre estaciones, resultó con un $P\text{value}=0.9727 > \alpha$, lo que indica que no hay diferencias significativas en la diversidad de moluscos entre las zonas muestreadas en la laguna de Ohuira. Si el valor arrojado por el análisis de varianza (ANOVA) es $> \alpha$ no existe una diferencia entre las estaciones (Vicens, J., Herrarte, A., Medina, E. 2005).

Conclusiones

Se obtuvo una abundancia de 9 888 organismos en un área de 85m² divididos en cuatro clases de moluscos, identificando 42 especies; clase Gastropoda registró 24 especies,



clase Bivalvia registró 16 especies, mientras que las clases Polyplacophora y Cephalopoda registraron una sola especie.

La estación ocho presentó 18 especies identificadas posicionándose con la mayor riqueza de todas las estaciones. La especie *Cantharus muscarum* fue la más representativa en casi todas las estaciones.

Se registró a través de los muestreos la ubicación de cada especie de molusco identificada en la laguna de Ohuira, Ahome, Sinaloa. La riqueza de especies tuvo una variación por estación desde tres (E6 y E7) hasta dieciocho especies (E8), por isla y periferia la cantidad de especies registradas fue de diez en isla Tunosa hasta 24 especies en isla Bledos.

El análisis de varianza ANOVA mostró una similitud bastante cercana que existe entre estaciones. A su vez el análisis cluster dividió las estaciones en dos grupos con las estaciones de la periferia (excepto la estación 10) en un grupo, y poniendo al resto de las estaciones en el segundo grupo, finalmente las estaciones más similares fueron E5 respecto a E11.

Necesario continuar con investigaciones que permitan un mejor manejo de aquellas especies de moluscos de importancia comercial.

Referencias bibliográficas

- CICESE. 2018. Predicción de mareas / calendario. Sitio web predmar.cicese.mx
- Calderón-Patrón. 2012. La diversidad beta: medio siglo de avances. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 879-891pp.
- Castillo-Rodríguez Z. 2014. Biodiversidad de Moluscos Marinos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, supl.85: S419-S430.
- Corrales-López, Díaz-Gaxiola y Sánchez-Vargas. 2014. Comunidades de invertebrados epibentónicos asociados a sustratos duros en la zona intermareal de las bahías Ohuira y Topolobampo, Sinaloa. Juyyaania, Julio - diciembre, 2014/Vol. 2, Número 2 Universidad Autónoma Indígena de México Los Mochis, Ahome, Sinaloa. pp. 211 – 234
- Díaz-Gaxiola. 2012. Macroinvertebrados asociados a manglar en las bahías de Ohuira y Topolobampo, sinaloa.
- Halfpter, G., Moreno, E y Pineda, O. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 80 pp.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



- Hendrickx, E. y colaboradores. (2014) Los moluscos (Pelecypoda, Gastropoda, Cephalopoda, Polyplacophora y Scaphopoda) recolectados en el SE del golfo de California durante las campañas SIPCO a bordo del B/O “El Puma”. Elenco faunístico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 682-722pp
- Keen. 1971. *Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru*. Segunda edición, Stanford University Press.
- Naturalista. 2015. *Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira*. 30 de mayo 2018, de naturalista Sitio web: <http://www.naturalista.mx/projects/lagunas-de-santa-maria-topolobampo-ohuira>
- Núñez y Escobedo. 2011. Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal *Agronomía Mesoamericana*, vol. 22, núm. 2, julio-diciembre, 2011, pp. 415-427 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica
- Ortiz-Arellano, 2005. *Sistemática y ecología de la malacofauna de la zona intermareal de las islas de la Bahía de Navachiste, Sinaloa, México* (Tesis para obtener el grado de maestro). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa, Guasave, Sinaloa.
- Ramírez Herrera, M. B. Urbano. 2014. *Moluscos invasores de México*. CONABIO. *Biodiversitas*, 112:6-9
- Ríos-Jara, E. 2015. *Diversidad de moluscos marinos en el pacífico mexicano*. CONABIO. *Biodiversitas*, 118:12-16.
- Trigueros, J. 2017. *Riqueza específica de la malacofauna intermareal de las islas del complejo lagunar Santa María–Topolobampo–Ohuira Sinaloa, durante 2016 – 2017*. Congreso nacional de ciencia y tecnología del mar.
- Vicens, J., Herrarte, A., Medina, E. 2005. *Análisis de la varianza (ANOVA)*. 22 de diciembre de 2018. Sitio web: https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/eva/pdf/anova.pdf
- Whittaker 1972. citado por Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Zavala A. 2011. *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2012*, IPN-CIIDIR UNIDAD SINALOA



SWITCH INFRARROJO UTILIZADO PARA DISMINUIR EL CONSUMO INNECESARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL HOGAR Y EMPRESA

José Francisco Moreno de la Fuente¹; María de los Angeles Robledo Arias¹

¹Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, Tamaulipas. Autor responsable:
tenaltam@gmail.com

Área: Informática

RESUMEN

La investigación surge por la preocupación del uso innecesario de energía eléctrica en el hogar o negocio, y ayudar a personas discapacitadas a mejorar su vida y movilidad.

Importancia. El sector energético emite el 77% de emisiones de gases de efecto invernadero, del cual, el sector residencial y servicios emite el 14% incrementándose en temporada de verano e invierno. Se requiere disminuir 18% el consumo residencial y el 31% de la población mexicana presenta alguna discapacidad o es adulto mayor y tienen la necesidad de movilidad y confort en su hogar.

Objetivo. Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio para disminuir el uso innecesario de luz y mejorar la vida del discapacitado y su movilidad.

Materiales y métodos. El tipo de investigación es cuantitativa. La variable independiente es la radiación electromagnética infrarroja y las variables dependientes son la señalización de control de la función específica a realizar. Se realiza un bosquejo del switch y montaje del circuito a prueba y error. Se diseñan dos instrumentos de recolección de datos, cuestionario de necesidades del discapacitado y la hoja de registro y seguimiento. Se elige una muestra piloto de 50 hogares.

Resultados y discusiones. Desarrollo TRL-8 del prototipo, el discapacitado permite tener el control de encendido y apagado de todos los dispositivos electrónicos de su casa y el consumo de energía eléctrica se reduce 20%.

Conclusiones. Se diseñó y desarrolló un dispositivo electrónico para controlar el encendido y apagado de aparatos eléctricos del hogar y negocio, incluyendo el consumo stand-by; con la finalidad de disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica y ayuda en la movilidad y confort al discapacitado.



Palabras clave: sensor infrarrojo, fototransistor y movilidad del discapacitado.

ABSTRACT

The research arises from concerns about the unnecessary use of electrical energy in the home or business, and helping disabled people improve their life and mobility.

Importance. The energy sector emits 77% of greenhouse gas emissions, of which the residential and services sector emits 14%, increasing in the summer and winter seasons. Residential consumption needs to be reduced by 18% and 31% of the Mexican population has a disability or is an older adult and has a need for mobility and comfort in their home.

Objective. Design an infrared switch to activate any electronic device that controls the consumption of electrical energy in the home and business to reduce unnecessary use of light and improve the life of the disabled and their mobility.

Materials and methods. The type of research is quantitative. The independent variable is infrared electromagnetic radiation and the dependent variables are control signaling of the specific function to be performed. A sketch of the switch and assembly of the circuit is made by trial and error. A registration and control sheet is designed. A pilot sample of 50 homes is chosen.

Results and discussions. TRL-8 development of the prototype, the handicapped person allows the disabled to have on and off control of all the electronic devices in their home and the electrical energy consumption is reduced by 20%.

Conclusions. An electronic device was designed and developed to control the on and off of electrical appliances in the home and business, including stand-by consumption; with the purpose of reducing unnecessary consumption of electrical energy and helping the disabled with mobility.

Keywords: infrared sensor, phototransistor and movility of the disabled.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, “una persona es discapacitada si su integridad física o mental se ve afectada temporal o permanentemente, ya sea de forma congénita o como consecuencia de la edad o de un accidente, de modo que se ve



comprometida su autonomía, su capacidad para asistir a la escuela o para desempeñar un trabajo”. Y las estadísticas de personas con discapacidad tienden a aumentar debido al envejecimiento de la población, el aumento de los trastornos de la motricidad, las enfermedades crónicas y el aumento de los trastornos del estilo de vida como son la obesidad, el sedentarismo, entre otros.

La sociedad debe planificar la readaptación de la accesibilidad para las personas con discapacidad y las industriales deben diseñar equipos de alta tecnología que les proporcionen la máxima autonomía, seguridad y confort; los equipos para personas con discapacidad satisfacen múltiples necesidades, entre ellas contar con el equipo doméstico ajustable para mejorar su autonomía e independencia en su hogar y alcanzar un movimiento fluido, seguro y confortable.

1.1. OBSERVACIÓN

En el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, preocupados por mejorar el día a día del minusválido en su hogar y a la vez el consumo innecesario de la energía eléctrica en el hogar o negocio, se planteó el poder mitigar ese uso utilizando los conocimientos en electrónica, para ahorrar energía eléctrica y colaborar con el cuidado y protección al medio ambiente, y a la vez, ayudar al minusválido en su movilidad y confort.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Determinar,

¿Cuáles son las necesidades de movilidad del discapacitado en su día a día en el hogar?,

¿Cuáles son las opciones para evitar el consumo innecesario de energía eléctrica en el hogar y negocio a través de un dispositivo electrónico?,

¿Cuál sería el diseño del dispositivo electrónico?,

¿Cuál es la eficiencia y costo del dispositivo electrónico? y

¿Cuál es la efectividad del dispositivo electrónico en relación a las necesidades de movilidad y confort del discapacitado en su hogar y la reducción del consumo innecesario de energía eléctrica?

1.3. HIPÓTESIS



H₁: Al averiguar cuáles son las actividades diarias del minusválido en su hogar, se conocerán sus necesidades de movilidad y confort, así como también, las opciones de dispositivos electrónicos que a la vez disminuyan el consumo innecesario de energía eléctrica

H₂: Al averiguar cuáles son las opciones de dispositivos electrónicos que ayudan a disminuir el consumo innecesario de luz en el hogar y negocio, y a la vez cubran las necesidades de movilidad y confort del discapacitado, se conocerán los componentes electrónicos más adecuados

H₃: Al contar con los conocimientos sobre los componentes electrónicos, se diseñará un dispositivo electrónico que ayude en las necesidades de movilidad y confort al discapacitado y reduzca el consumo innecesario de energía eléctrica

H₄: Al diseñar el dispositivo electrónico, se evaluará su eficiencia en el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio y su efectividad en las necesidades de movilidad y confort del discapacitado, y determinarán costos

1.4. JUSTIFICACIÓN

- El 15% de la población mundial sufre de discapacidad y 75 millones de personas necesitan una silla de ruedas para hacer frente a un trastorno de la motricidad
- El 31% de la población mexicana presenta alguna discapacidad o es adulto mayor
- EL sector energético emite el 77% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- El sector residencial y servicios emite el 14% de GEI
- En las temporadas de frío o calor, el consumo doméstico tiene un incremento del 7%
- El CO₂ es la principal emisión de GEI emitidos por las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles
- México emite 804 millones de toneladas de bióxido de carbono
- México está el ranking de países que más contaminan por emisiones de CO₂
- Cada vez son más frecuentes y prolongadas las olas de calor, lo que ocasiona mantener encendido el aire acondicionado por más tiempo
- Se requiere des-carbonizar el sector energético, para lo cual, el consumo residencial debe disminuir 18%

2. OBJETIVOS



2.1.OBJETIVO GENERAL

Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio para disminuir el uso innecesario de energía eléctrica y mejorar la vida del discapacitado y su movilidad.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un prototipo electrónico para controlar el uso de la energía eléctrica y aparatos eléctricos en el hogar y negocio, y a la vez ayude al discapacitado en sus necesidades de movilidad y confort en su hogar
- Desarrollar un dispositivo electrónico para disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica y ayude en la movilidad y confort del discapacitado en su hogar
- Evaluar el dispositivo electrónico en función del consumo en KW para determinar su eficacia en el cuidado al medio ambiente y su eficiencia en las necesidades de movilidad y confort del discapacitado

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño metodológico (Fig. 1) se llevó en dos fases: investigación documental e investigación experimental.



Figura 1. Mapeo del diseño metodológico de "Switch Infrarrojo"

3.1. FASE I: INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL



- **Tipo de investigación:** Informativa
- **Duración:** 4 meses
- **Inicio y término de la investigación:** 1 de septiembre al 31 de diciembre de 2022
- **Lugar de la investigación:** Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México
- **Recurso Material:** laptop, memoria USB, impresora, hojas tamaño carta e internet
- **Instrumentos de recolección:** fichas bibliográficas, hemerográficas y de contenido
- **Procedimiento:**
 - ✓ Se inicia la bitácora de investigación
 - ✓ A través de las consultas se determina que dispositivos existen para controlar el consumo de energía eléctrica y cuáles ayudan al discapacitado en sus necesidades de movilidad y confort en el hogar
 - ✓ Se construye la matriz de Necesidades y Deseos del discapacitado en el hogar (Tabla 1)

Tabla 1

Matriz NeDe del discapacitado

Tipo de hogar	Necesidad de	
	movilidad	confort
Con minusválido (grupo A) y con discapacidad (grupo B)	▪ Seguridad en el desplazamiento	▪ Encender y apagar focos ▪ Abrir y cerrar persianas ▪ Encender y apagar el clima y/o calefacción ▪ Control de encendido y apagado del televisor ▪ Encendido y apagado de los aparatos electrodomésticos

- ✓ Se realiza una lluvia de ideas para seleccionar los componentes electrónicos y en base a ello, se construye la matriz integradora componente-atributo-beneficio y se muestra en la Tabla 2, el marco teórico y se elige la bibliografía más relevante

Tabla 2



Matriz integradora componente-atributo-beneficio

No.	Componente	Atributo	Beneficio
1	Sensor infrarrojo	▪ Capta el movimiento	▪ Detecta cuerpos incluso en la oscuridad ▪ No le afecta la interferencia de luz del ambiente ▪ Larga vida útil ▪ No requiere mantenimiento
2	LED rojo	▪ Indicador (apagado o falla)	▪ Se enciende cuando se apagan los focos y/o dispositivos electrónicos ▪ Parpadea cuando no recibe suficiente energía, por lo que representa falla en el aparato electrodoméstico
3	LED verde	▪ Indicador de ejecución o acción (encendido)	▪ Indica encendido de focos y/o dispositivos electrónicos
4	Conector tipo contacto	▪ Toma de corriente 110v	▪ Mas eficientes, al utilizar menos energía eléctrica

✓ Se establece la metodología del diseño electrónico (Fig. 2)

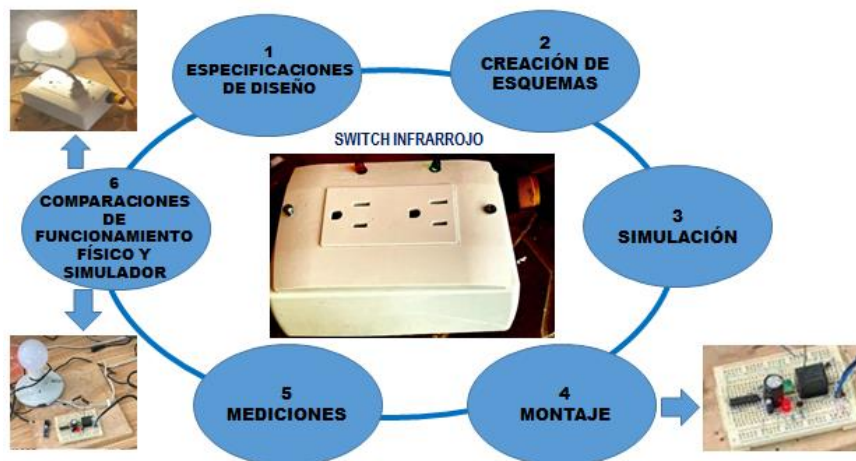




Figura 2. Metodología del diseño del prototipo

- ✓ Se inicia con la metodología para el bosquejo del prototipo
- ✓ Se consultaron las Bases de Datos Internacionales de patentes sobre los dispositivos electrónicos destinados para el control de la energía eléctrica del hogar y negocio, así como también, los equipos domésticos ajustables para discapacitados que mejoran su autonomía e independencia en el hogar. proporcionándole una movilidad fluida y segura
- ✓ Se construye el objetivo general (Fig. 3) y se valida con la metodología SMART (Fig. 4), al igual que los objetivos específicos

SWITCH INFRARROJO Construyendo el Objetivo General			
Acción	Qué o Con quién	Partes o cuándo	Para qué
DISEÑAR	☐ UN SWITCH INFRARROJO	☐ CUALQUIER DISPOSITIVO ELECTRÓNICO ☐ 1 AÑO	☐ PARA CONTROLAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR Y NEGOCIO ☐ MEJORAR LA VIDA DEL DISCAPACITADO Y SU MOVILIDAD
Objetivo General: Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica en el hogar y negocio para disminuir el uso innecesario de energía eléctrica y mejorar la vida del discapacitado y su movilidad.			

Figura 3. Construcción del objetivo general

SWITCH INFRARROJO Validación del Objetivo General SMART	
S	Diseñar un switch infrarrojo para accionar cualquier dispositivo electrónico que controle el consumo de energía eléctrica y mejore la vida del discapacitado y su movilidad
M	☐ Matriz comparativa de las necesidades de movilidad y confort del discapacitado en su hogar que cubre el dispositivo ☐ Tabla comparativa del consumo de energía eléctrica en el hogar o negocio durante los 4 meses de prueba del dispositivo ☐ Varianza promedio del consumo de energía eléctrica ☐ Calidad de vida: Tabla comparativa del cuestionario al inicio y al final de la prueba del prototipo
A	☐ Muestra piloto por conveniencia de hogares y negocios, clasificadas en 3 grupos (con minusválidos, con discapacitados y sin discapacitados) ☐ Los componentes para el dispositivo se encuentran en el mercado local y nacional, con alta disponibilidad ☐ Presupuesto \$1,000.00 ☐ Apoyo material y de equipo por parte del ITCV
R	☐ El 16% de la población mundial sufre de discapacidad y 75 millones de personas necesitan una silla de ruedas para hacer frente a un trastorno de la movilidad ☐ El 21% de la población mexicana presenta alguna discapacidad o es adulto mayor ☐ El sector energético emite el 77% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) ☐ El sector residencial y servicios emite el 14% de GEI ☐ En las temporadas de frío o calor, el consumo doméstico tiene un incremento del 7% ☐ El CO ₂ es la principal emisión de GEI emitidos por las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles ☐ México emite 804 millones de toneladas de bióxido de carbono ☐ México está el ranking de países que más contaminan por emisiones de CO ₂ ☐ Cada vez son más frecuentes y prolongadas las olas de calor, lo que ocasiona mantener encendido el aire acondicionado por más tiempo ☐ Se requiere des-carbonizar el sector energético, para lo cual, el consumo residencial debe disminuir 18%
T	☐ Fase I: 4 meses, del 1 de septiembre al 31 de diciembre de 2022 ☐ Fase II: 8 meses, del 1 de enero al 31 de agosto de 2023

Figura 4. Objetivo general SMART

■ Entregables:

- ✓ SMART del objetivo general
- ✓ Matriz NeDe del discapacitado en su hogar
- ✓ Matriz integradora componente-atributo-beneficio



- ✓ Diagrama metodológico del diseño del prototipo
- ✓ Informe de la invención más cercana al prototipo propuesto
- ✓ Marco teórico
- ✓ Referencias bibliográficas

3.2. FASE II: INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

- **Tipo de investigación:** cuantitativa
- **Duración:** 8 meses
- **Inicio y terminación de la Investigación:** 1 de enero al 31 de agosto de 2023
- **Ámbito:** Ciudad Victoria, Tamaulipas, México
- **Instrumentos de recolección:** Hojas de control y seguimiento y Matriz NeDe
- **Recurso financiero:** \$1000.00
- **Recurso humano:** los autores del proyecto
- **Recurso material:** laptop, memoria USB, impresora y hojas tamaño carta, multímetro, fuente de poder DV, conector a 110V, sensor infrarrojo, indicador led de encendido, indicador led de apagado y conector tipo contacto
- **Variables y codificación:** la variable independiente es la radiación electromagnética infrarroja y las variables dependientes son la señalización de control de la función específica a realizar. La codificación es “0” para apagado y “1” para encendido.
- **Muestra:** piloto por conveniencia, clasificados en tres grupos de estudio (minusválidos, discapacitados y sin discapacidad)
- **Tamaño de la muestra:** 20
- **Procedimiento:**
 - ✓ De acuerdo a las especificaciones del dispositivo y el bosquejo, se procede al montaje
 - ✓ Se lleva a cabo el montaje del circuito, se muestra en Fig. 5
 - ✓ Se llevan a cabo las pruebas al sensor infrarrojo, para su correcta función
 - ✓ Se adiciona un foco para hacer la prueba de funcionamiento y llevar a cabo los ajustes necesarios a prueba y error, se muestra en Fig. 6



Figura 5. Montaje del dispositivo



Figura 6. Prueba del dispositivo

- ✓ Se registran las mediciones
- ✓ Se concluye el dispositivo electrónico “Switch Infrarrojo”, se muestra en Fig. 7



Figura 7. Prototipo del dispositivo

- ✓ Se instala y prueba en un hogar con un integrante minusválido y un adulto mayor discapacitado, se registran los KW de consumo de energía eléctrica, para prueba del funcionamiento del dispositivo en un entorno real
- ✓ Se determina la ventaja competitiva y beneficios del dispositivo

Ventaja Competitiva

- Detecta cuerpos incluso en la oscuridad de manera continua y regular
- Alerta si hay fallas en el refrigerador, aire acondicionado y otros sistemas



- No le afecta la interferencia de la luz del ambiente
- Bajo costo de materiales
- El sensor infrarrojo tiene larga vida
- No requiere mantenimiento
- Capacidad de carga: superior a 2500w

Beneficios

- Contribuir con la disminución de GEI
 - Disminuir el monto por consumo de energía eléctrica
 - Para el minusválido y discapacitado, facilita el apagado y encendido de los focos y aparatos eléctricos , contribuyendo a la necesidad de movilidad y confort en su hogar
- ✓ Se prueba el dispositivo en el hogar de los dos grupos de estudio, se lleva a cabo el registro del consumo de KW, tomada del recibo, por un periodo de 4 meses
- ✓ A los minusválidos y discapacitados se les aplica un cuestionario para determinar la efectividad del dispositivo con respecto a sus necesidades de movilidad y confort en el hogar
- ✓ Se elabora el manual de uso del dispositivo, se muestra en Fig. 8



Figura 8. Instructivo de uso del dispositivo

- ✓ Se determinan los costos, estrategia del precio de venta y margen de contribución
- **Tratamiento estadístico:** varianza
 - **Análisis estadístico:** frecuencia estadística
 - Se cierra la bitácora de la investigación



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.RESULTADOS

- Nivel de maduración: TRL-7, el prototipo “Switch Infrarrojo” se ha desarrollado y probado en entorno real, así como también, evaluado el nivel de eficiencia
- Margen de contribución, se muestra en la Fig. 9

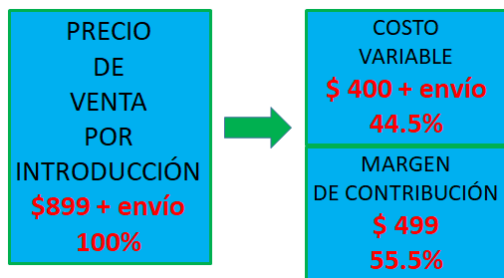


Figura 9. Distribución de costos y utilidad

- Se muestra en la Tabla 3, el comparativo del consumo promedio de energía eléctrica y su variación, por grupo de estudio

Tabla 3

Consumo promedio mensual de la energía eléctrica

Grupo	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Consumo promedio	Variación promedio	% reducción
A	6035.00	4948.70	4572.22	4803.14	4785.00	4777.26	1257.74	18
B	250.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	50.00	20
C	12077.00	10420.06	9380.05	9000.01	9120.00	9480.03	2596.97	21.5

- El dispositivo alcanza el 100% del control de los aparatos electrodomésticos, climatización, calefacción y focos conectados al switch

4.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



En relación a la **H₁**: Las opciones de dispositivos electrónicos utilizados hoy en día para controlar el consumo de energía eléctrica en la casa y negocio, permite seleccionar los componentes para el diseño del prototipo. Se seleccionó el sensor infrarrojo por su larga vida útil y fácil instalación.

En relación a la **H₂**: Se elaboró un bosquejo del switch electrónico como prototipo

En relación a la **H₃**: Se desarrolló el prototipo “switch infrarrojo” y se evaluó su eficiencia en función de del consumo en kw en un periodo de 4 meses. El consumo se redujo 20%.

5. CONCLUSIONES

Se diseñó y desarrolló un dispositivo electrónico para controlar el encendido y apagado de aparatos eléctricos del hogar y negocio, incluyendo el consumo “stand by”; con la finalidad de ayudar en las necesidades de movilidad y confort del minusválido y disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica. La eficacia del “switch infrarrojo” alcanza el 20% de disminución del consumo (KW), lo cual permite cuidar el medio ambiente al reducir las emisiones de GEI.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Censo de Población y Vivienda 2020, Prontuario de resultados de INEGI. La discapacidad en México. Recuperado de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf

DER STARK. (2020, noviembre 21). *Sensores y Transductores*. Fecha: 19 de mayo del 2021. Recuperado de: <https://guiademecatronica.com/sensores-transductores/>

Discapnet. (2022, septiembre 5). Necesidades de las personas con discapacidad. Fecha: 5 de septiembre de 2022. Recuperado de: <https://www.discapnet.es/innovacion/tecnologias-necesidades-humanas/necesidades-personas->



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



[discapacidad#:~:text=En%20primer%20lugar%2C%20%C2%BFqu%C3%A9%20en
tendemos,el%20ordenador%2C%20etc](#)

EDS/Robotics. (2021, diciembre 16). Detector infrarrojo: qué es, funcionamiento y aplicaciones. Fecha: 16 de diciembre de 2022. Recuperado de: <https://www.edsrobotics.com/blog/detector-infrarrojo-que-es-funcionamiento-aplicaciones/>

Logicbus. (2020). Sensores de temperatura de tipo infrarrojos. Fecha: 28 de diciembre de 2022. Recuperado de: <https://www.logicbus.com.mx/infrarrojos.php>



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Secador de Lecho Fluidizado en el Procesamiento de Hoja de Baganvilia

Urfile Victoria Peláez Estrada¹; Angelica Cajero Martinez¹; Juan Carlos Campos Cabello¹; José David Muñiz Elizalde¹; César Ponciano Adrián Reyes Mérida; Miguel Ángel Martínez Cruz¹

¹ TecNM/Instituto Tecnológico de Tlahuac, Tlahuac, Ciudad de México.

Autor responsable: jcarlos.camposcabello@gmail.com

Área: Conocimiento y Aprovechamiento de Sistemas Biológicos

RESUMEN

La demanda actual de productos funcionales (productos elaborados no solo por sus propiedades nutricionales sino con la finalidad de mejorar la salud y ayudar en la prevención de algunas enfermedades) ha provocado la búsqueda de nuevas fuentes naturales las cuales contienen compuestos activos que puedan ser agregados a dichos productos, los cuales pueden ser vitaminas, minerales, fenoles, flavonoides, carotenoides, betalaínas.

El secado en lecho fluidizado se encuentra entre los métodos de secado más eficientes, debido al excelente contacto entre el aire de secado y las partículas, con elevados coeficientes de transferencia de calor y masa. El tiempo de secado en este tipo de secador es menor que el tiempo requerido en secadores de bandeja o de túnel, lo que puede contribuir a reducir las pérdidas de diferentes compuestos nutricionales y bioactivos durante el secado de alimentos. Por lo tanto, el secado en lecho fluidizado parece buena alternativa para deshidratar las hojas de baganvilia. Por otra parte, el costo de operación de los secadores de lecho fluidizado es considerablemente menor que el de los liofilizadores, lo que representa una ventaja desde el punto de vista del proceso. Un sólido húmedo puede secarse por la evaporación de la humedad ya sea en una corriente de gas o sin el beneficio del gas para acarrear el vapor; Si se considera una operación de secado a aquella en la que un sólido o una solución se ponen en contacto con un gas caliente y seco, lo que provoca la evaporación del líquido contenido en el mismo.

Una serie de experimentos se llevarán a cabo con el propósito de establecer las condiciones de secado de la hoja de baganvilia con temperaturas, velocidad del aire (potencia del ventilador) como se plantea es que, al aumentar la temperatura, así como la velocidad del aire va a disminuir la actividad del agua de la muestra.

PALABRAS CLAVE: Alimentación sostenible, Cinética de secado, Hojas de baganvilia, Lecho fluidizado, Temperatura de secado.



INTRODUCCIÓN

La población humana crece a un ritmo acelerado a nivel regional, nacional y mundial, lo cual trae como consecuencia una mayor demanda de proteínas de origen animal como vegetal para satisfacer la demanda de la población, para ello es necesario utilizar todos los recursos florísticos que estén al alcance y, sobre todo, involucrar aquellos que sean endémicos de la región por su adaptabilidad a las condiciones climáticas de la región.

La demanda actual de productos funcionales (productos elaborados no solo por sus propiedades nutricionales sino con la finalidad de mejorar la salud y ayudar en la prevención de algunas enfermedades) ha provocado la búsqueda de nuevas fuentes naturales las cuales contengan compuestos activos que puedan ser agregados a dichos productos, los cuales pueden ser vitaminas, minerales, fenoles, flavonoides, carotenoides, betalaínas, entre otros. Existen estudios o investigaciones en busca de fuentes alternativas para obtener medicamento para la salud.

La bougainvillea spectabili, es una planta más conocida a nivel mundial, su expansión fue rápida desde los años de su descubrimiento en 1768 por el botánico francés Philibert Commercon; desde entonces se han realizado numerosos estudios respecto a su composición y su forma de empleo (Grace, 2009). Esta planta tiene varios nombres comunes, algunos son: Bugarvilla, Bugambilia, Bugarvilia Santa Rita, Veranera, Trinitaria, Veraneras, Flor de papel, Enredadera de papel, Bugarvilia, Bugarvil, Camelina, entre otras. Esta es una de las plantas tropicales más populares. (Campos et al., 2024) en sus investigaciones nos menciona que tiene propiedades medicinales, una de las más importantes de la Bougainvillea spectabilis es su capacidad para reducir la inflamación. La planta contiene compuestos antiinflamatorios que pueden ayudar a aliviar el dolor y la hinchazón en diversas partes del cuerpo. Esto la convierte en una opción natural como la artritis y la enfermedad inflamatoria intestinal además de tiene propiedades antioxidantes. Los antioxidantes son sustancias que protegen las células del cuerpo contra el daño causado por los radicales libres, que son moléculas inestables que pueden dañar el ADN y otras estructuras celulares.



El secado de lecho fluidizado se encuentra entre los métodos de secado más eficientes, debido al excelente contacto entre el aire de secado y las partículas, con elevados coeficientes de transferencia de calor y masa (Reyes et al., 2007). El tiempo de secado en este tipo de secador es menor que el tiempo requerido en secadores de bandeja o de túnel, lo que puede contribuir a reducir las pérdidas de diferentes compuestos nutricionales y bioactivos durante el secado de alimentos. Por lo tanto, el secado en lecho fluidizado parece buena alternativa para deshidratar las hojas de buganvilla. Por otra parte, el costo de operación de los secadores de lecho fluidizado es considerablemente menor que el de los liofilizadores, lo que representa una ventaja desde el punto de vista del proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS (PARA TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PROYECTOS PRODUCTIVOS O VINCULADOS)

1. Selección de la hoja de buganvilla

La buganvilla que se utilizará en el presente estudio, se recolectó en la delegación de Tláhuac, en la Ciudad de México; en el Instituto Tecnológico de Tláhuac, las hojas a utilizar presentan las siguientes características: Las brácteas de forma ovalada con un tamaño aproximado entre 4-6 cm de largo y 2-4 cm de ancho, con tonalidad morada. La buganvilla a utilizó recién cortada para no perder propiedades en el experimento.

Los factores de control que se tomaron en consideración: las brácteas no presentaron alteraciones físicas (cambios de color, rupturas o marchitado) e identificación de microorganismos patógenos en las mismas. Las brácteas utilizadas para este experimento serán seleccionadas de acuerdo a su color. La selección fue en que aquellas brácteas que presentaron un tono morado-pálido fueron eliminadas y las que presentan un color morado intenso, pasan a ser lavadas, para posteriormente realizar un extracto acuoso.

2. Caracterización de la hoja de buganvilla

Para poder determinar la caracterización de la materia prima en este caso la buganvilla se tomó una serie de características físicas de la hoja como lo son: espesor de la hoja, el cual se midió con un micrómetro, el color se obtuvo mediante la obtención del extracto de una muestra de buganvilla fresca y se midió con el colorímetro KONICA MINOLTA CR-



400, la longitud característica de la partícula fue obtenido mediante el promedio del espesor, ancho y largo de la hoja de buganvilia (Carvajal, 2008).

3. Cinética de Secado

Se seguirá la propuesta de Noyola-Altamirano et al. (2021). El efecto de la temperatura (T) se evaluó a los 40, 50 y 60 °C, junto con la velocidad del aire (VA), 2 y 3.5 m s⁻¹, la densidad de carga foliar de buganvilia (DC), 1.5 y 3.0 kg m⁻², para dos tipos de configuración de lecho: no empacado (LNE) y empacado (LE) (Cuadro 1). El punto final del proceso de secado se establecerá cuando el material foliar alcance una humedad de 10 % en base seca (bs). El material foliar seco se resguardará en contenedores de polietileno en condiciones de humedad relativa (HR) del 10 % a 25°C de temperatura.

Cuadro 1. Combinaciones de factores para secado en lecho fluidizado de hojas de buganvilia.

Tomado de Noyola- Altamirano et al. (2021).

†CF, combinación de factores; ¶T, temperatura; § VA, velocidad del aire de secado; þ DC, densidad de carga del material foliar; ☐ LE/LNE, tipo de lecho de secado, empacado y no empacado.

4. Diseño experimental

Se establece un diseño factorial con cuatro factores: temperatura (40°C, 50°C y 60°C); configuración del lecho del secado (empacado y no empacado); velocidad de la corriente de aire (2 y 3.5 m s⁻¹) y carga de material foliar de chipile (1.5 y 3.0 kg m⁻²) y tres repeticiones.

5. Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza y comparación de medias a través de la prueba de Tukey para determinar diferencias entre las muestras. Para evaluar las diferencias entre los valores medios de cada variable de proceso y sus interacciones se realizará la prueba de



Fisher con criterio significativo $p < 0.05$. Para los análisis estadísticos se utilizará el programa InfoStat versión 2020.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN (para trabajos de investigación, proyectos productivos o vinculados)

En un lecho fluidizado las partículas se encuentran suspendidas mediante flujo ascendente. Por lo mismo es necesario considerar las variables que intervienen en el comportamiento del lecho fluidizado, estas variables son: la velocidad mínima de fluidización, la porosidad, y la esfericidad de la partícula, también es importante saber las propiedades que tiene el fluido del cual se trabaja como la densidad, la viscosidad, la velocidad superficial y el flujo volumétrico del aire, parámetros mostrados en la Tabla 2. Mediante estos datos y las propiedades físicas de la partícula, se calculó el área transversal del lecho, la porosidad mínima de fluidización, la caída de presión, el número de Arquímedes.

De acuerdo a los datos mencionados en la Tabla 2, se puede observar que se obtuvo una velocidad mínima de fluidización 3.35 m/s determinando que, a esta velocidad de secado, las hojas de buganvilia comenzaron a suspenderse, por otra parte con base en los datos mencionados en la Tabla 1 se determinó una longitud característica de hoja de buganvilia en base a la clasificación de Geldart Figura 5 y a los resultados obtenidos de las propiedades físicas de la hoja de buganvilia, con una longitud característica de la hoja de buganvilia de 15190 mieras, le corresponde la categoría D, debido a que la longitud característica de la hoja, es mayor a 1000 mieras, estas partículas son muy grandes, densas, y forman burbujas que crecen rápidamente se levantan a una velocidad mucho más lenta que la del fluido. Esta información puede ser útil para escalar el proceso, y hacer una aproximación de las condiciones de secado que se estudiaron.

Tabla1. Caracterización de la buganvilia.

Nombre	Abreviatura	Unidad	Resultados
Espesor de la hoja	s/n	Mm	0.1478
Color	s/n	Unidades	36.61



Longitud característica	D_p	μm	15190
Esfericidad	ϕ	s/n	1.06E-01
Porosidad	ϵ	s/n	9.94E-01
Categoría	s/n	s/n	D

Tabla2. Caracterización del lecho.

Nombre	Abreviatura	Unidad	Resultados
Densidad del aire a 80 °C	p	kg/m^3	1.001
Viscosidad del aire a 80 °C	μ	$\text{kg/m}^*\text{s}$	$2.09 \times 10^*$
Velocidad superficial del aire	V	m/s	3.35
Flujo volumétrico del aire	s/n	m^3/s	0.02
Área transversal del lecho	At	m^2	6.21×10^{-03}
Porosidad del lecho	E	s/n	6.66×10^{-05}
Porosidad mínima de fluidización	E_{mf}	s/n	$6.37 \times 4M$
Caída de presión	Δp	K.Pa	1.91×10^{-01}
Velocidad mínima de fluidización	umb	m/s	3.35

CONCLUSIONES

Se determinó el contenido de betalaínas en buganvilia fresca y seca a diferentes condiciones de operación como resultado se obtuvo un 75.3 % en retención de betalaínas, en comparación con el secador de túnel, las condiciones de operación óptimas son a una presión de aire de 20 lb/pulg\ y una temperatura de 100 °C obteniendo el 99.5 % de retención

De acuerdo a la caracterización de la hoja de buganvilia se encontró que pertenece a la clasificación D, determinando que los parámetros de diseño del secador de lecho fluidizado para su posible escalamiento son la velocidad y la temperatura.

Las mejores concentraciones de betalaínas en las hojas secas a diferentes temperaturas y velocidades de aire son de $908.2 \pm 0.66 \text{ mg/g}$ a 60 °C y 3.35 m/s, $847.7 \pm 1.56 \text{ mg/g}$ a 60 °C y 3.35 m/s y $825.0 \pm 1.27 \text{ mg/g}$ a 80 °C y 3.35 m/s.

Las condiciones óptimas para el secado de hoja de buganvilia en lecho fluidizado son de una temperatura de 80 °C y una velocidad de aire de 3.35 m/s, ya que a estas condiciones se obtiene una elevada concentración de betalaínas, 825.0 mg/g, y un valor bajo de



actividad de agua de 0.23 siendo un valor apto para su conservación y asegura su conservación debido a que es un valor menor a 0.80 impidiendo el crecimiento microbiano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allegra M., Furmu Ller P G., Jantschko W, 2005. Mechanism o f interaction ofbetanin and indicaxantihin whith myeloperoxidase and hypochlorous acid, Biochemical and Biophysycal Research Communications, págs. 837- 844.

Amudarain J. 2004. Diseño y simulación de una maquina peladora de pia. Caracas : s.n.
Arria, Francisco Requena, 1976 Diseño de un prototipo de unidad deshidratadora de frutas y vegetales. Caracas : s.n.

Arriola E., Cruz Fierro C. F., Alkhaldi K. H., Reed B.P Y Jovanovic O. N. 2004. Residence Time Distributions in Staged Spouted Beds. Canadian ; J. of Chem Eng.8. 94-101 pp.

Arriola Guevara E., Guatemala Morales G.M Garcia Herrera T. Y Garcia Fajardo J.A. Mayo 2003. Diseño de un Sistema de Lechos Fuente en Multietapa para su Aplicación en Procesamiento de Granos. XXIV Encuentro Nacional de la AMID1Q. Ixtapa Zihuatanejo, Gro,: s.n. 13-16pp.

Auldridge, M.E., McCarty, D.R, and Klee, H.J. 2006. Plant caratenoid cleavage oxygenase and their apocarotenoidproducts. Curr. Opin. 315-321 pp.

Arriola Guevara E., Guatemala Morales G.M Garcia Herrera T. Y Garcia Fajardo J.A. Mayo 2003. Diseño de un Sistema de Lechos Fuente en Multietapa para su Aplicación en Procesamiento de Granos. XXIV Encuentro Nacional de la AMID1Q. Ixtapa Zihuatanejo, Gro, s.n. 13-16pp.

Arriola E., Cruz Fierro C. F., Alkhaldi K. H., Reed B.P Y Jovanovic O. N. 2004. Residence Time Distributions in Staged Spouted Beds. Canadian; J. of Chem Eng.8. 94-101 pp.

Auldridge, M.E., McCarty, D.R, and Klee, H.J. 2006. Plant caratenoid cleavage oxygenase and their apocarotenoidproducts. Curr. Opin. 315-321 pp.



A. Wilkinson, agosto. 2012. Compendium of Chemical Technology. s.l.: 2ed "the Gold Book". Azeredo, Henriette M. C. 2009. Betalains: properties, sources, applications, and stability-a review. s.l.: International Journal of Food Science and Technology. Vols. 4. 2365-2376 pp.

Bermúdez Fermín, Jorge Luis, 2004. Diseño y construcción de un secador de alimentos de origen vegetal en el estado de Amazonas, s. Caracas: s.n

Bard, A.J., Faulkner L.R. 1980. Controlled Potential Microelectrode Techniques - Potential Step Methods. In Electrochemical Methods, Fundamentals and Applications. New York, EE. UU.: John Wiley & Sons, Inc. Benali, M Y Amazouz M, 2002. Drying of Liquid Biomaterials in a Jet Spouted Bed of Teflon Particles. Canadá. Canadian Chemical Engineering Conferences, Vancouver.

Buchi., G, Filiri H, Shapiro R. 1978. Synthesis of betalains.. s.l.: Journal Organic Chemistry. 4765-4769 pp. Cai Y., Sun M., Wu H., Huang R, Corke H. 1998. Characterization and quantification of betacyanin of betacyanin pigments from diverse Amaranthus species, s.l.: Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2074- 2070 pp

Barbosa, Gustavo V. 1994. Food Engineering Laboratory Manual. Lancaster, Pa, USA: Editorial Technomic. Bermudez Fermin, Jorge Luis, 2004. Diseño y construcción de un secador de alimentos de origen vegetal en el estado de Amazonas, s. Caracas : s.n.

Benali, M Y Amazouz M, 2002. Drying of Liquid Biomaterials in a Jet Spouted Bed of Teflon Particles. Canada. Canadian Chemical Engineering Conferences, Vancouver.

Bernal, L. G. 2021. Evaluación del proceso de secado por lecho fluidizado sobre los atributos de calidad en hojas de estevia (Stevia rebaudiana). Agrociencia 55: 583-596.

Cabrera Rodríguez J., Aramas Diaz F., y Granada Carreto L. 2006, Producción de bugambilia (Bougainvillea ssp). Zacatepec, Morelos. México: Monografía. Centro de investigación regional del centro de Zacatepec. INIFAP. 2-1 1-17pp.

Campos Saldaña R. A, Prado López Miguel, Martínez Camilo Rubén, Salas Marina Miguel Á., Rodríguez

Larramendi Luis A. 2023. Uso y conocimiento tradicional de plantas medicinales en comunidades de Villa Corzo, Chiapas, México.,

Castellanos Santiago E., EM Yahia. 2008. Identification and quantification of betalains from the fruits of Mexican prickly pear cultivars by high- performance liquid



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



chromatography and electrospray ionization mass spectrometry, *Agrie Food Cem.* 5758-5764pp.

Castro-Lara, D., Basurto-Peña, F., Mera-Ovando, L. M. y Bye-Boettler, R. A. 2011. Los quelites, tradición milenaria en México. Universidad Autónoma Chapingo. ISBN: 978-607-12-0202-4.

Domenburg H., Knorr D. 1996. Generation of colores and flavors in plant cell and tissue cultures, s. 1.: Critical Review Plant Sciences

De la Cruz-Ricardes, D., Ortiz-García, C. F., Lagunes-Espinoza, L. C., Torres-de la Cruz, M. y Hernández- los fenólicos, carotenoides y capsaicinoides en frutos de *Capsicum* spp. de Tabasco, México. *Agrociencia* 54: 505-519.

Ebru, Kavack Akpiar, Yassar Bicer, Cengiz Yidiz. 2002. Thin layer Drying of red pepper. *Elazig* 23279,

Departament of Mechanical Engineering, Freat University, Turkey : *Journal of Food Engineering*. Vol. 5. 99104. FAO. 2019. El estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. ISBN: 978-92-5-131854-6.

Figueroa R., J. Tamayo, S. Gonzalez, G. Moreno y L. Vargas. 2011. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cascara de pitaya (*hylocereus undatus*). Instituto Tecnológico de Mérida, Mérida, Yucatan, México. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. Vol. 12. 44-50 pp

García, G., Quintero, R., & López, M, 2004, *Biotechnology Alimentaria*. México, s.l.: Editorial Limusa, pp. Editorial Limusa. 35-93 pp.

Geankoplis, C J. 1998. *Procesos de transporte y operaciones unitarias* (Ira.ed) México: Editorial CECSA. 578- 601.pp.

Grace I. Adebayo., O. Alabi T., B O. y A. Soladoye O., 2009. Anti-diabetic Properties of the

Aqueous Leaf Extract of *Bougainvillea glabra* (Glory of the Garden) on Alloxan- Induced Diabetic Rats. Ilorin, Nigeria : Department of Physiology, University of Ilorin.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



- Guamearos M, G, 2005. Mejoras en la operación de un sistema de secado en un lecho fluidizado al vacío con vapor sobrecalentado, experimentación con pimienta en grano. Universidad de Las Américas. Puebla, México. H.C, Kaur C. and Kapoor. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables, s .l.: the millenium's healt. F. Intemntional Journal of Food Science and Tecnology. 703-725 pp.
- Herrero G., F. Escribano, and Gercia-Carmona, F. 2009. The role of phenolic hydroxy groups in te free radical scavenging activity o f betalains. s.l.: Journal of Natural Products, 72 pp.
- H Sies. 2008. Oxidative Stees: introductory remarks in oxidative strees. 1161-1208.
- Idham Z.,Muhamad I., Stepar I y Sarmidi M. 2011. Effect o f thermal processes on roselle anthocyanins encapsulted in diferent polymer, s .l.: Journal of Food Processing and Preservation, 1745-4549 pp.
- Ivonne Carvajal, Lourdes, 2008. Estudio experimental de secado de maíz precocido en un lecho fluidizado con aire operado en condiciones de vacio. Universidad de las Americas. Puebla, México.
- Kanner J., Lapidot T. 2001. The stomach as a bioreactor: dietary lipid peroxidation in the gastric fluid and the effects o f plant-derived antioxidants, s .l.: Free Radie. Biol. Med. 1388-1395 pp.
- Kasatkin, A. 1985. Operaciones Básicas y Aparatos en la Tecnología Química.
- Maupoey, Pedro. 2001. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Valencia: Editorial de la UPV.
- Noyola-Altamirano, B., Méndez-Lagunas, L. L., Aquino-González, L. V., Rodríguez-Ramírez, J.,
- Sandoval- Torres, S. y Barriada- Preciado-Rangel, P., Andrade-Sifuentes, A., Sánchez-Chávez, E., SalasPérez, L., Fotis-Hernández, M., Rueda- Puente, E. O. y García-Hernández, J. L. 2019. Potassium influence the nutraceutical and antioxidant content of serrano hot pepper (*Capsicum annum* L.). *Agrociencia* 53: 581591.
- Piatelli M. 1981. The Betalins: Structure, Biosyntesis and Chemical Taxonomy. In Conn, E.E, Ed and the Biochemistry o f plants: A comprehensive Treatise. New Y ork: Secondary Plant Products. Academic Press. Vol.17. 557-575pp.
- Rodríguez C.J., Armas D.F y Granada C.L. 2006. Producción de bugambilia (*Bougainvillea* spp). Zacatepec, Morelos. México. Monografía. Centro de investigación
- Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-101010384800-102,
ISSN: En trámite. Año 1, No. 1, Septiembre 2024- Diciembre 2024
Fecha de Recepción: 30/09/2024 Fecha de Aceptación: 30/10/2024



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



regional del centro de Zacatepec, INIFAP. 2-11-17pp. Romero, L.M, 2006. Estudio experimental del Secado de Semillas de Cilantro en un Lecho Fluidizado al Vacío Utilizado Aire. Universidad de las Américas, Puebla, México.

Strack, D., Vogt, T. & Schliemann, W, 2003. Recent advances in betalain research. s. l.: Phytochemistry. 247- 269 pp.

Shigley, Joseph E. y Charles R.Mischke. 1990 Diseño en Ingeniería Mecánica. México: Editorial Me Gra Hill Interamericana de México, S.A.

Stintzing, F., Herbach, K., Moßhammer, M., Carle R., Yi, W., Sellappan, S., Akoh C. y Felker, P. 2005. Color, Betalain Pattern, and Antioxidant Properties of Cactus Pear (*Opuntia* spp.) Clones. s. l. : Journal of Agricultural and Food Chemistry. 442-451 pp.

Tesoriere L., Allegra, M., Butera, D., Livrea, M. 2004. Absorption, excretion, and distribution in low density lipoproteins of dietary antioxidant betalains. Potential health effects of betalains in humans. Am. J. Clin. Nutr., Vol. 8. 941-945 pp.

Thorat., B.N. November, 2008. Drying-Proceedings of the 16th International Drying Symposium. Hyderabad. India A.S Mujumdar. 9-12 pp.

Valko M, Leibfritz D. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease, Int.J Biochem Cell. 44-84 pp.

Van Weert, G. y J.B. Van Hasselt. June 1997. Countercurrent Flow of Dissimilar Solids in a Vertical Multistage, Spouting Bed Configuration, paper presented at the Richrtd Mozley. 45 pp.

Velié, Darko, y otros. 2007. Study of the drying kinetics of “Granny Smith” apple in tray drier, s.l. : Agriculturae Conspectus Scientificus. Vol. 72(4). 323-328

W Schliemnn., Kobayashi N. y Strack, D, 1999. The decisive step in betaxanthin biosynthesis is a spontaneous reaction. Plant Physiology. 119. 1217-1232 pp.

Wolf G, Henry A, Mattill. 2005. The discovery of antioxidant fundón of vitamin E. Vol. 3. 363 pp. Zaro J Maria , Zaro. 2008. Análisis de factores que afectan la acumulación, distribución y estabilidad de antioxidantes de naturaleza fenólica. Vol. 1. 111 -112 pp.



USO DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense jacq.*) EN CONDICIONES PROTEGIDAS.

Helbert A Mena Martin¹; Vicente Reyes Oregel ¹; Ingrid S, Toloza Narvaez¹; Jorge A Canul Matu¹

¹Tecnológico Nacional de México Campus Conkal helbert.mm@conkal.tecnm.mx

RESUMEN

Yucatán es uno de los estados con mayor producción de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*) Hoy en día se buscan estrategias y alternativas sustentables para la agricultura encaminadas a disminuir la contaminación, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de biofertilizantes obtenidos de residuos orgánicos en la productividad del chile habanero en condiciones protegidas, se evaluaron cuatro tratamientos: T1 agua residual de tilapia (*Oreochromis spp*), T2 lixiviado de lombriz (*Eisenia foetida*), T3 biol de cerdaza y como testigo un tratamiento químico T4 Polyfeet® (19-19-19); cada tratamiento con 12 repeticiones en un diseño experimental de bloques completamente al azar, la comparación de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro del tallo, rendimiento por planta, rendimiento total, diámetro de fruto, volumen radicular, peso radicular, temperatura máxima, mínima y humedad relativa. Los resultados más favorables se observaron en el T1 para las variables diámetro de tallo (14.16 mm), rendimiento (4107 g planta⁻¹) y diámetro de fruto (31.03 mm), encontrando diferencia significativa para las mismas variables con el T3 y T4 que mostraron similitud entre ellos, mientras que en las demás variables T1, aunque no fue el mejor mostro buenos resultados, así como la reutilización de 4224 l de agua por ciclo de cultivo.

Con respecto a las temperaturas la máxima se encontró entre 41 y 50 °C, la mínima registro un rango entre 15 y 38 °C y la humedad relativa promedio fue de 68.1 %, sin que esto representara problemas con la floración.

Los resultados indican que los biofertilizantes evaluados tienen la capacidad competir con los fertilizantes comerciales, reduciendo costos de producción y contaminación.

PALABRAS CLAVES: chile habanero, condiciones protegidas, biofertilizantes.

INTRODUCCIÓN.



Los costos de producción hortícola cada vez son más elevados comenzando con los insumos, así como problemas por el exceso de agroquímicos con el fin de generar más producción.

El uso masivo de fertilizantes químicos ha contaminado las aguas superficiales y subterráneas, ha provocado la eutrofización de ríos, lagos y mares, desequilibrado el ciclo global del nitrógeno y del fósforo y ha creado la lluvia ácida. Los principales problemas creados por el uso indiscriminado de productos fitosanitarios son la destrucción de la microfauna y microorganismos del humus, pérdida de nutrientes del suelo, contaminación de los suelos y del agua, daños a la fauna, pérdida de eficacia de los productos fitosanitarios por aparición de resistencias; contaminación de alimentos con residuos, daños a largo plazo a la salud animal y humana, pérdida de biodiversidad.

La agricultura ecológica es una alternativa que permite, además de sustituir los insumos tradicionales, mantener y mejorar la calidad del suelo, la producción de alimentos libre de trazabilidad no sostenible, dado que no incorpora en los sistemas de producción, agroquímicos que afectan los recursos agua, suelo y medio ambiente.

El uso de biofertilizantes permite el uso eficiente de nutrientes mediante prácticas de conservación y reducción de pérdidas en campo, el reciclaje de nutrientes orgánicos al aprovechar residuos de animales y vegetales y el acceso a fuentes alternas de nitrógeno que es el nutriente de mayor demanda en la agricultura.

Los biofertilizantes se obtienen de la transformación de residuos orgánicos, como estiércol y rastrojos, por la acción de bacterias, hongos, protozoarios, lombrices y otros microorganismos, incorporado al suelo ayuda a mejorar sus características. La elaboración y el uso de fuentes orgánicas para la nutrición de los cultivos, es una opción tecnológica que va en aumento por parte de productores que utilizan desechos orgánicos de su finca, estiércoles originados en sistemas de producción pecuaria estabulada o semiestabulada (Tejada de Hernández, 1992).

La elaboración y utilización adecuada de fertilizantes orgánicos, proporciona ventajas de gran importancia ambiental y económica con la transformación de remanentes contaminantes en recursos para la nutrición, protección y desarrollo de las plantas y



disminución de la dependencia del sistema de producción por recursos externos. (Martínez y Fuentes, 2008).

Usar fertilizantes como el estiércol de cerdo o de aves y la aplicación de humus sólidos y humus líquido al suelo en lugar de las aplicaciones de fertilizantes químicos disminuye el impacto negativo al ambiente. (Cruz y Medina, 2012).

La aplicación de fertilizantes orgánicos debe aplicarse conociendo las necesidades de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo, por lo que se necesita seguir estudiando los biofertilizantes para comprobar que proporcionen resultados adecuados para las plantaciones, así como considerarlo una alternativa sustentable que pueda garantizar frutos de calidad y una disminución en costos de producción que a su vez garantice una interacción adecuada para la naturaleza, en el presente trabajo se llevó a cabo el aprovechamiento de residuos para generar biofertilizantes y evaluar su efecto en el comportamiento agronómico y la productividad del cultivo de chile habanero en condiciones protegidas y brindar a los productores una alternativa económica a la fertilización química.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto, se llevó a cabo en un invernadero de dos aguas de 12 m x 40 m en la unidad de producción e investigación agrícola y pecuaria (Posta) del TECNM campus Conkal (21°04'49.1"N .89°32'15.0"W) a una altura media de 9 msnm.

Semillero. Se utilizaron plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense*. Jaq), producidas en contenedor de poliestireno de 200 cavidades.

Acondicionamiento de la estructura. Se llevó a cabo previo al trasplante y consistió en eliminar todos los residuos del cultivo anterior y la limpieza en general del invernadero. Posteriormente se desinfectó del invernadero con una solución de cloro al 10%, Para el establecimiento de las plantas se utilizaron contenedores reciclados de agua purificada de 20 l.

El sustrato utilizado fue composta elaborada a partir de residuos orgánicos vegetales, adicionando el 5% de perlita para mejorar las propiedades físicas La desinfección del



sustrato fue por el método de solarización, posteriormente se llenaron los contenedores y se dispusieron en el invernadero.

Sistema de riego. El sistema de riego utilizado fue por goteo; goteros tipo botón con un gasto de 2.0 lh⁻¹.

Trasplante. Se realizó a los 20 días después de la germinación, se establecieron un total de 136 plántulas.

Tratamientos. Se emplearon 4 tratamientos de fertilización a base de tres biofertilizantes y un fertilizante químico cada uno con 12 repeticiones (Cuadro 1). En total se realizaron 10 fertilizaciones.

Cuadro 1 *Tratamientos y Dosificación*

Tratamiento	Dosis
T1 Agua residual de Tilapia.	50% Agua + 50% Agua de tilapia
T2 Lixiviado de Lombriz	50% Agua + 50% Lixiviado de humus de Lombriz
T3 Biol de Cerdaza	50% Agua + 50% Biol de Cerdaza
T4 Fertilizante Químico. Polyfeed®	3gr . L ⁻¹ de Agua

Variables de crecimiento de la planta.

Altura de plántula (cm), Se evaluó una vez por semana a partir del establecimiento del cultivo, con un flexómetro, desde el cuello de planta hasta el dosel de la misma, diámetro de tallo (DT, mm), se obtuvo 3 cm arriba del nivel del sustrato con un vernier digital Truper® modelo CALDI-6MP; al inicio, al medio y al final del cultivo, El volumen radicular se midió por el desplazamiento de agua con una probeta graduada, se sacó una planta muestra de cada tratamiento, se lavó y se introdujo por completo la raíz fresca cortada a la altura del cuello radicular en una probeta de 2 litros y se midió por diferencia de volúmenes (Vf -Vi), siendo Vi el volumen inicial en la probeta (1 litro) y Vf el volumen final, alcanzado al introducir la raíz. Para el peso se utilizó una báscula digital Truper® modelo BASE-5EC.



la longitud con un flexómetro, ambas al final del cultivo. Volumen radicular. Se midió por el método de volumen desplazado.

Parámetros de Rendimiento.

El número de frutos, peso de fruto y rendimiento fruto por planta se determinó en tiempos de cosecha mediante el conteo y peso de los frutos producidos por tratamiento, considerando 4 cortes. El peso de fruto (PF) se registró en g y obtuvo del promedio de muestra con una báscula digital Truper® modelo BASE-5EC.

Parámetros Calidad del fruto.

Los frutos se cosecharon en verde para todas las repeticiones, se midieron las dimensiones del fruto en una muestra de 22 frutos de cada tratamiento tomadas a diferentes alturas, el diámetro ecuatorial (DE) se determinó en mm en la parte media del fruto y el diámetro polar (DP) se midió en mm desde la zona del pedúnculo hasta la zona apical con un vernier digital Truper® modelo CALDI-6MP.

Parámetros climáticos.

Con la finalidad de conocer si las variables climáticas tienen efecto sobre el comportamiento del cultivo se midió la temperatura y humedad relativa cuatro veces por semana, con un higrotermómetro marca Extech® modelo 445702.

Tutorado. El tutorado se realizó con el propósito de brindarle soporte a las plantas, se utilizó hilo de polipropileno (rafia) a lo largo de la fila, esta actividad se realizó a partir de los 20 días después del trasplante.

Floración. La fecundación floral fue monitoreada, por tratamiento, se utilizó el método de 50 % + uno, sin embargo, la primera flor de toda la plantación se observó a los 23 días después del trasplante y la floración uniforme a los 36 días después del trasplante.



Cosecha. La cosecha inicio a los 64 días después del trasplante, para ello se tomó en cuenta la coloración del fruto (verde vigoroso) así como la textura (dura), el corte se realizó con el pedúnculo para que el chile tuviera mayor vida de anaquel.

Los frutos cosechados se clasificaron por tamaño, se pesaron y les midió el diámetro polar y ecuatorial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables de importancia agrícola evaluadas fueron elegidas considerando que son de interés para el productor, así como para futuras investigaciones

Los resultados de altura no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; las dinámicas de incremento en altura se presentan en la Figura 1.

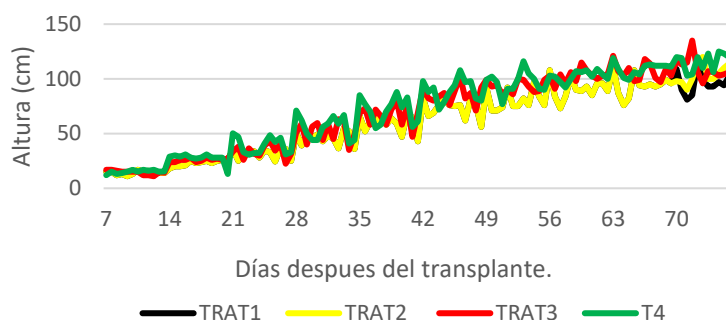


Figura 1. Altura de la planta.

El tratamiento a base de fertilizante químico tuvo la mayor altura con relación a los demás tratamientos. Al finalizar las evaluaciones el tratamiento 1 tuvo la menor altura, y el tratamiento 4 la mayor, con 98 y 119 cm respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticas significativas (cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de altura utilizando los rangos de Tukey

Tratamiento	Media	Prueba de Tukey
T1.	61	ABCD
T2	67	ABCD



T3	68	ABCD
T4	71	ABCD

Huerres y Caraballo, (1991) en el trabajo de Medina (2016) señalan que la aplicación de la infusión de estiércol y composta tienen un efecto positivo, los abonos orgánicos como la composta y la infusión de estiércol que con un mayor contenido de nitrógeno favorecen el crecimiento, dado el papel que juega el mismo en un gran número de compuestos orgánicos de importancia para las plantas. Gómez *et al.* (2008) con aplicaciones de abonos orgánicos (composta) se incrementó en 48% en la altura de la planta. Nieto Garibay *et al.*, (2002) reporta que con el uso de 50 t·ha⁻¹ de composta, el cultivo de chile habanero alcanza una mayor altura (73.2 cm) de las plantas.

Diámetro de tallo. Relación generada por la variable del tallo de acuerdo con los diferentes tratamientos (figura 2).

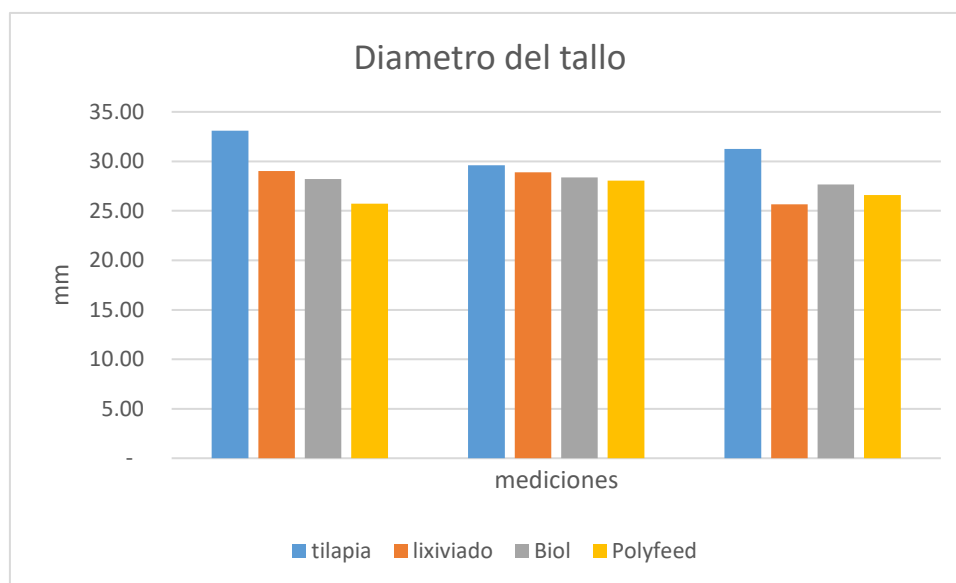


Figura 2. Diámetro de tallo.

La comparación de medias de Tukey indica que existen diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos T1 y T4 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de diámetro del tallo utilizando los rangos de Tukey.

Tratamiento	Media (mm)	Prueba de Tukey
-------------	------------	-----------------



T1.	31.33	ABC
T2	27.86	ABC
T3	28.09	ABC
T4	26.79	BCD

El tratamiento 1, tuvo el mayor diámetro 31.33 mm; el menor fue el tratamiento 4, 26.79 mm; mientras que el tratamiento 3 y 4 tuvieron 27.86 mm y 28.09 mm respectivamente.

González, *et al* (2021) comparando fertilización convencional en tomate uva encontraron diferencia significativa en el tallo del segundo al quinto mes después del trasplante; los tratamientos orgánicos presentaron un diámetro de tallo similar a una solución de Steiner.

Luna *et al* (2021) con fertilizante orgánico líquido tuvieron efecto significativo en variables de crecimiento. Altura, diámetro número de hojas y area foliar.

Los sustratos orgánicos son ricos en N, se han señalado efectos favorables al incrementar la relación NO₃⁻: aniones en la solución de Steiner para las variables altura de plántula y peso seco del vástago (Armenta, 1998).

Volumen y peso radicular. El tratamiento T3 obtuvo el mayor volumen radicular con 56 cm³, mientras que T1, T2 y T4 mostraron resultados similares con 52, 50 y 50 cm³, el mayor peso lo presento T2 con 176 g seguido por T4 con 146 g , T3 y T1 tuvieron 124 y 120 g respectivamente. Los resultados de longitud y peso radicular se presentan en la figura 3.

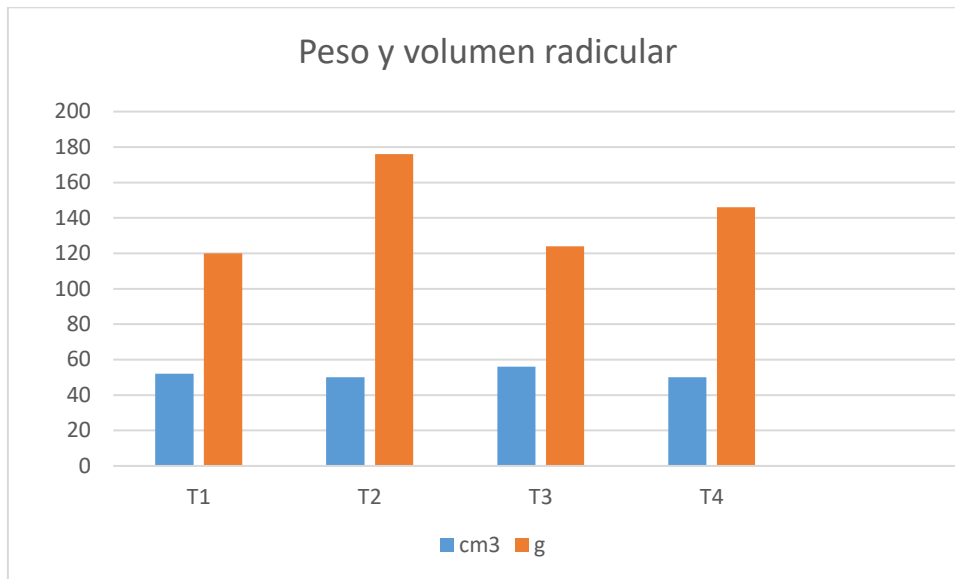


Figura 3. Volumen y peso radicular.

En longitud de raíz Preciado et al 2002 en la producción de plántulas con tratamientos de fertilización orgánica y química en volumen y peso seco de raíz, no encontró diferencias significativas, sin embargo, señalan que dosis altas de N inducen un mayor desarrollo del vástago, pero disminuyen el crecimiento de la raíz.

Numero de frutos.

Para la variable número de frutos no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 4).



Cuadro 4. Comparación de medias de numero de frutos utilizando los rangos de Tukey.

Tratamiento	Media	Prueba de Tukey
T1.	5.42	ABCD
T2	5.56	ABCD
T3	4.48	ABCD
T4	4.88	ABCD

El mejor tratamiento fue T2 con una media de 16.67 frutos seguido de T1 con 16.25, T4 con 14.65 y T3 con 13.44 frutos respectivamente (Figura 4).

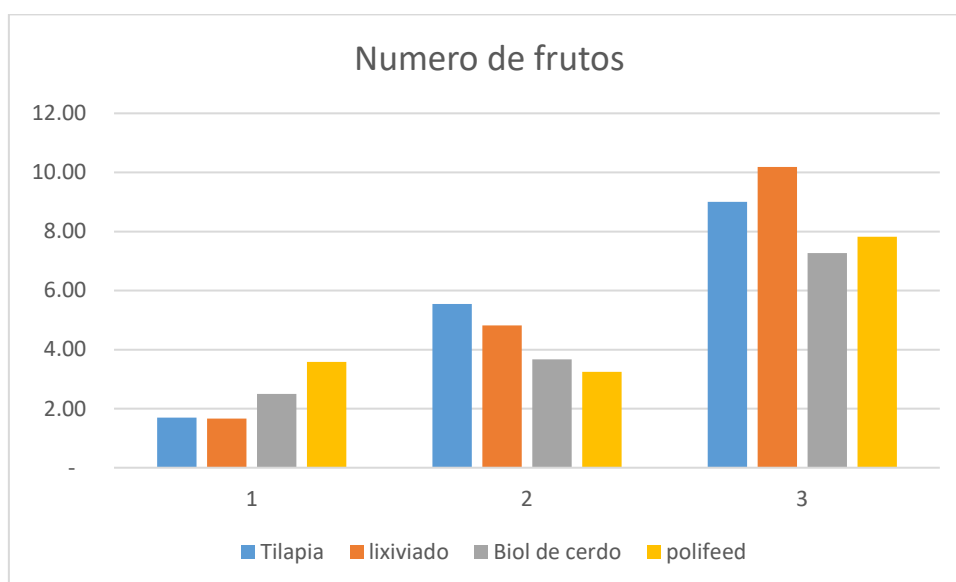


Figura 4. Numero de frutos.

González *et al*, 2021 en tomate, obtuvo el menor rendimiento total tratamientos orgánicos con la obtención de frutos de menor peso fresco y al menor número y tamaño de fruto por planta, lo que concuerda con lo reportado por (Bilalis *et al.*, 2018); los cuales señalan que el número de frutos por planta fue influenciado de manera significativa por los diferentes regímenes de fertilización, donde la aplicación de la fertilización inorgánica resultó en un mayor número de frutos por planta con respecto a la fertilización orgánica.

Diámetro de fruto.



EL diámetro del fruto es de mucha consideración en los mercados y para este estudio el tratamiento 1, presentó los frutos con un el mayor diámetro (31.01mm) y el tratamiento 2, los frutos con menor diámetro, 26.94 mm (Figura 5).

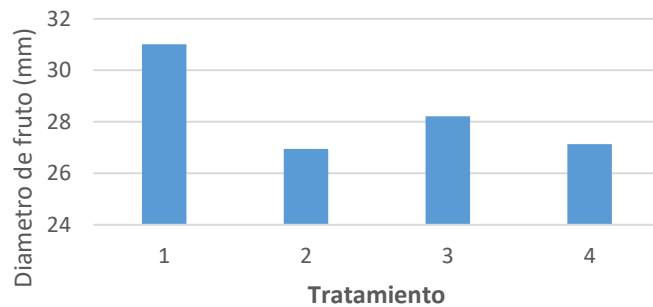


Figura 5. Diámetro de Fruto.

Rendimiento.

El tratamiento 1, (agua residual de tilapia) tuvo el mayor rendimiento, 4107 gr. planta⁻¹. Los tratamientos T2 y T3 mostraron un rendimiento similar, mientras que el tratamiento 2 correspondiente a la fertilización basada en lixiviado de humus de lombriz presento el rendimiento más bajo, con 1546 gr. planta⁻¹ (figura 6).

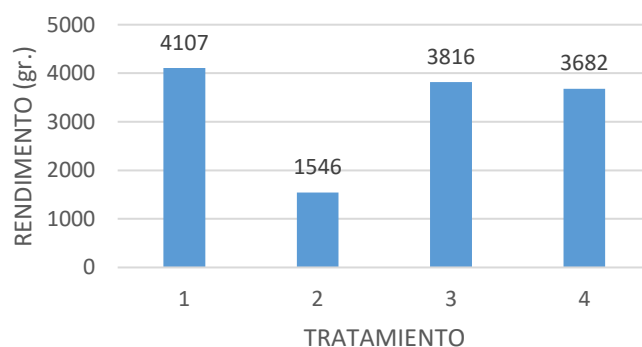


Figura 6. Rendimiento en gramos por planta⁻¹

La evolución de la producción mostro un comportamiento uniforme hasta el tercer corte. Posteriormente un marcado descenso en el tratamiento 4.



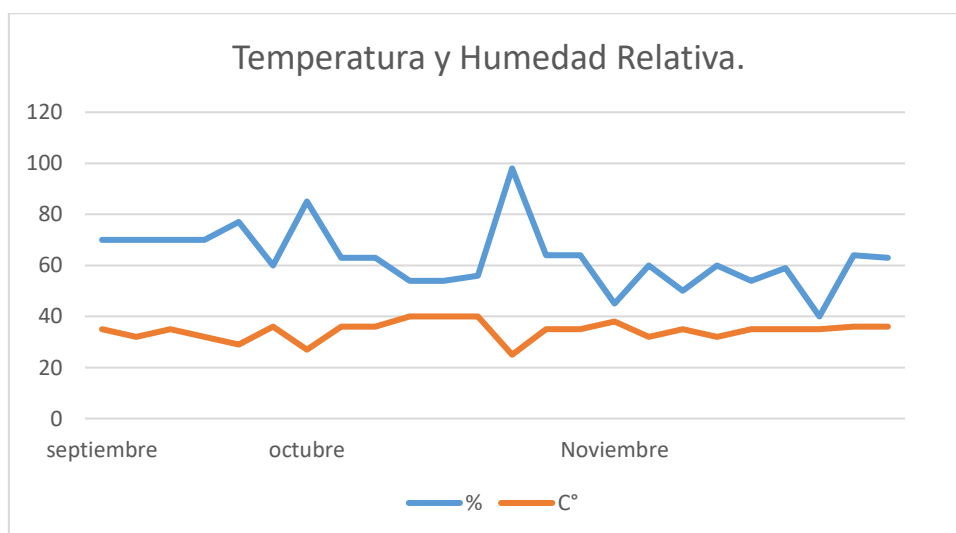
La respuesta del agua de tilapia corresponde con los resultados de Correa et al 2021 con niveles de agua residual de tilapia en el crecimiento y desarrollo del maíz (*Zea mays*, L.), encontrando diferencias significativas en la altura de la planta, í como en la longitud de la mazorca y al número de granos.

Alemán y Vallejo (2016) en la evaluación de tres biofertilizantes biomineral, biol, purina de lombriz y agua residual de tilapia sobre el crecimiento y rendimiento del tomate encontró diferencias significativas en las variables: altura de plantas, diámetro de tallo, frutos cosechados por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto, volumen, grados brix y rendimiento (kg ha^{-1}). El mejor rendimiento se obtuvo fue el agua residual de la crianza de peces ($29\,003.15\text{ kg ha}^{-1}$).

El análisis de agua presentado por Correa *et al* 2021, demuestra que las aguas residuales provenientes de piscina de tilapia aportan gran cantidad de nutriente altos porcentajes de Ca con 29.0, Na 19.2, Mg 11.4, K 1.3 y Na 25.80 %. Un pH de 7.7 los cuales son útiles para la agricultura y el suelo.

Variables climáticas.

Con respecto a las temperaturas la máxima se encontró entre 41 y 50 °C, la mínima registro un rango entre 15 y 38 °C y la humedad relativa promedio fue de 68.1 %, sin que esto representara problemas con la floración (Figura 7).





TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Figura 7. Temperatura y Humedad relativa.

Macías *et al* 2013 en condiciones de invernadero, determinaron que las condiciones ideales de temperatura y humedad relativa (HR) para la producción de habanero bajo condiciones de invernadero son respectivamente de 33 °C y de 80 %. Rodríguez *et al* (2020) reportan un alto índice de aborto floral con temperaturas por arriba de 40°C durante el día bajo condiciones de invernadero.

Evapotranspiración.

La evapotranspiración promedio para el cultivo fue de 3.52 mm lo que representa un volumen de agua utilizado de 8448l por tratamiento, si se considera que el tratamiento 1 utiliza en su requerimiento de riego 50 % de agua residual e tilapia se consigue una reutilización de 4224 l de agua por ciclo de cultivo.

Este volumen de agua utilizado se podría reducir al estimar el riego con el 80% de la evapotranspiración potencial medida en un tanque clase “A”, se genera una tensión de humedad del suelo favorable para la transpiración y la conductancia estomática de la hoja de chile habanero, se incrementa el rendimiento y se mejora el uso del agua. Pérez *et al* (2008).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, es posible obtener rendimientos satisfactorios de chile habanero bajo condiciones protegidas.

El uso de fertilizantes orgánicos puede reducir considerablemente el uso de fertilizantes químicos (inorgánicos) y obtener frutos comerciables de buena calidad.

El uso de agua residual de tilapia obtuvo los valores más altos en la mayoría de las variables evaluadas, por lo que representa una opción con alto potencial en la nutrición de cultivos hortícolas. La utilización de excretas porcinas también mostró buenos resultados con lo que se podría reducir la cantidad de estos que se vierten directamente al suelo, reduciendo la contaminación del medio ambiente.



Se recomienda hacer evaluaciones para determinar la dosis óptima, probar diferentes niveles de evapotranspiración, así como los costos de producción con el uso de estas fertilizaciones orgánicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alemán. C. M.L y Vallejo, B. T.A (2017) *Estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia (Oreochromis niloticus L.) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (solanum lycopersicum L.) Cv. SHANTY, Managua, 2016*. Ingeniería thesis, Universidad Nacional Agraria. Armenta, B. A.D. 1998. Relaciones óptimas de aniones y cationes en la solución nutritiva en riego por goteo para la producción de tomate. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. Bilalis, D., Krokida, M., Roussis, I., Papastylianou, P., Travlos, I., Cheimona, N., & Dede, A. (2018). Efectos de los productos orgánicos y Fertilización inorgánica en el rendimiento y la calidad del procesamiento tomate (*Lycopersicon esculentum* Molino). *Folia Horticulturae*, 30(2), 321-332. <https://doi.org/10.2478/fhort-2018-0027>

Borges,G, L; Cervantes, C.L; Ruiz, N.J; Soria F.M; Reyes, O.V; y Villanueva, C:E; (2010). Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana*. 28:35-41 Correa C, G. I., Fajardo E, P. G., Flores, C, C. A., & Navarrete C., A. A. (2021). Incidencia del agua de criaderos de tilapia en el riego del cultivo de maíz (*Zea mayz, L.*) en El Triunfo, Guayas. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 5(40), 11-18. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss40.2021pp11-18>

Cruz C., J. M., J. L. Medina A. (2012). Efecto de aspersiones del dimetilsulfóxido en la productividad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Rev. Mex. Ciencias Agríc.* 4 1: 785-788. González, F, J. A; Lozano, C. J; Preciado, R. P; Troyo, D. E.; Rojas, D. A. y Rodríguez,O, J. C. (2021). Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento, atributos morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-16. E897. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.897>



Huerres, C. y Caraballo, N. 1991: Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba, 193 p. Luna, F., J. A., Cruz, C. E.; Can, C. A.; Chan, C. I. W.; Luna, E. G., García, P., J. D.; & Mancilla, V. O. R. (2021). Production of habanero pepper seedlings with organic and biological fertilization. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.988>

Macías, R. H.; Villalobos, J. A. M.; Valle, M. A. V.; Talavera, M. D. C. P.; y Castorena, M. M. V. (2013). Chile habanero: descripción de su cultivo en la península de Yucatán. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 12(2), 37-43. Martínez H., E. y J. P. Fuentes E. (2008). Propiedades del suelo. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 8 (1): 68-96. Medina G, M. T. (2016) Fertilización orgánico-mineral en cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en suelo Aak'alche' (Vertisol pélico) bajo condiciones de invernadero, Reporte Preliminar de Residencia Profesional, TECNM, Instituto Tecnológico de la Zona Maya Nieto, G. A.; Murillo A. B.; Troyo D. E.; Larrinaga M. J. A. y García. H. J. L. 2002. El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27 (8): 417-421. Pérez, G. A. (2008). Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 26(1), 53-59. Recuperado a partir de <https://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/1372>

Preciado R, P.; Baca, C, G. A., Tirado, T, J. L., Kohashi, S, J., Tijerina, Ch, L., & Martínez G, A. (2002). Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra Latinoamericana*, 20(3), 267-276. ISSN: . Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57320305>

Rodríguez B, I. M.; Ramírez, S. M. O. y Ramírez, R. E. J. (2020) *Metabolómica y cultivo del chile habanero (Capsicum chinense Jacq.) de la Península de Yucatán*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. CIATEJ, México. Primera edición, 30 de junio de 2020 326 páginas. ISBN: 978-607-8734-09-2 Tejada de Hernández. (1992). *Control de calidad y análisis de alimentos para animales*. Ed. Sistema de Educación Continúa en Producción Animal, A.C. México, D.F.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, VARIEDAD B2 EN TRES SUSTRATOS

Juan Pereyda Hernández¹; José Manuel Castro Salas¹; Cesario Catalán Heverástico¹; Alejandro Sotelo Aguilar¹

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Periférico Poniente s/n, Frente a Colonia Villa de Guadalupe. Iguala, Gro. C.P. 40 015.

Autor de correspondencia: pereyda.juan@gmail.com

Temática: Agronomía

RESUMEN

En espacio acondicionado con materiales de reciclaje (tablas de madera, polines, malla sombra) se evaluó la producción de carpóforos y eficiencia biológica de hongo seta *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, variedad B2, en tres sustratos diferentes (hojas de mazorcas de maíz, madera de ramas de “cazahuate” (*Ipomoea murucoides* Roen, Et Schult.) y avena, en tres fechas de siembra (octubre 03, noviembre 21 de 2022 y enero 08 de 2023), en diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones por sustrato. Se utilizó 1.2 kg en peso seco de cada sustrato, colocado en bolsa polietileno transparente de 50 x 70 cm. Se registró el peso fresco de carpóforos en tamaño comercial en cada bolsa (unidad experimental). En la primera siembra, la producción promedio de carpóforos fue 421.2 g en avena, 402.3 g en maíz y 350 g en cazahuate, siendo estadísticamente iguales. En la segunda fecha, avena promedió 739.3 g; cazahuate, 671.6 g y maíz, 579.3 g; avena superó estadísticamente en 9.1 y 21.6% a “cazahuate” y “maíz”, respectivamente. En la tercera fecha de siembra, “cazahuate” produjo 830 g; “avena”, 710.2 g y “maíz”, 619.2 g; “cazahuate”, aportó 14.4 y 25.4% más peso de carpóforos frescos que “avena” y “maíz”. En los tres sustratos se incrementó la producción de carpóforos en noviembre y enero, debido al ambiente fresco de la estación otoño – invierno en el Valle de Iguala, Guerrero, México. La eficiencia biológica fue 51.9, 44.4 y 51.4% en paja de “avena”, hojas de “maíz” y madera de “cazahuate”, respectivamente.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, eficiencia biológica, “avena”, *Ipomoea murucoides*.

INTRODUCCIÓN

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-101010384800-102,

ISSN: En trámite. Año 1, No. 1, Septiembre 2024- Diciembre 2024

Fecha de Recepción: 30/09/2024 Fecha de Aceptación: 30/10/2024

Página 53 de 111



En México existe enorme conocimiento tradicional de los hongos comestibles desde la época prehispánica. El vocablo Nanacatl, significa “carne”, perpetuándose en nombres de lugares como Nanacatepec (cerro de los hongos), Nanacamilpa (lugar donde crecen los hongos), entre otros, en alusión directa a la importancia de especies comestibles y/o medicinales (Martínez-Carrera, *et al.*, 1991; Gaitán-Hernández, *et al.*, 2006). El género *Pleurotus* es bastante apto para colonizar y fructificar en diferentes sustratos, sin embargo, el tipo de sustrato facilita o limita el desarrollo y formación de carpóforos (García-Rollan, 2007), sea por mayor o menor dureza de la madera, cantidades de celulosa, lignina y otros nutrientes disponibles, además, de la cantidad y tiempo de retención de humedad por los sustratos, entre otros factores. La humedad del sustrato y ambiental es sumamente importante (70 % mínima), temperatura entre 20 a 25 °C, luminosidad tenue y sitios bien ventilados; siendo condiciones determinantes en el crecimiento, desarrollo y fructificación de este hongo (Soto-Velazco y Arias, 2004). La temperatura ideal en el área de fructificación es 16 a 20 °C, cuando la temperatura es menor a 16°C, la colonización del sustrato es lento; por el contrario, con temperatura cercana a 40 °C, el crecimiento se detiene y no se forman carpóforos; los escasos cuerpos fructíferos que desarrollaron poco antes, se agrietan, tienen un aspecto seco y tamaño pequeño (Martínez-Carrera, *et al.*, 1991). El oxígeno es parte del intercambio de gases y deberá existir adecuada ventilación, de lo contrario, las piezas serán alargadas y muy raquílicas (Martínez-Carrera, 2015). El cultivo de hongos comestibles, es una actividad que no afecta al medio ambiente, por el contrario, en él se utilizan materiales de origen vegetal y animal, y se simula lo que ocurre en la naturaleza (Martínez-Carrera, 2015; Gobierno de México, 2019). Los materiales que se utilizaron en la preparación del sustrato para el cultivo de hongos, fueron residuos agrícolas, pecuarios y forestales, tales como paja de cereales, aserrín, papel, cartón, estiércol de caballo, pollo, conejo, entre otros, con adición de suplementos nitrogenados ^{1/}. Este trabajo surge en la motivación de obtener alimentos de origen vegetal con elevado contenido proteico, que satisfaga necesidades de alimentos sanos, económicos y con identidad propia, apta para áreas rurales y urbanas, con miras a mejorar el nivel de vida, fomento del autoempleo y contribuir al bienestar social. La idea se sustenta en el aprovechamiento de materiales reciclables y subproductos agrícolas y forestales, por ser una tecnología fácil de implementar y alternativa como fuente secundaria de ingresos. El cultivo de hongo seta



se realiza con diferentes técnicas, consistentes en sembrar el micelio en sustrato leñoso-celulósico húmedo y pasteurizado, envuelto o introducido en bolsas de plástico e incubado a 20-25 °C. El sustrato inoculado se coloca en sitios limpios, con poca luz y frescos, idealmente con temperatura entre 20 ± 3 °C, hasta que se formen las setas. A través de los años se han experimentado distintos tipos de sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Bernabé-González *et al.*, 2004; García-Rollan, 2007). El objetivo planteado fue: Evaluar la producción y eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en tres sustratos y tres diferentes fechas de siembra en espacio con acondicionamiento rústico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en espacio con acondicionamiento rústico en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, campus Tuxpan, UAGro., en Iguala, Gro., México, Latitud 18° 20' 38.5" N., 99° 30' 05.7" W y altitud de 765 msnm. El clima de la región es Aw0 (w) (i) g, el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias de junio a octubre, precipitación media anual de 977.15 mm, mínima oscilación térmica y temperatura media anual de 27.7° C (García, 1991). La cepa utilizada de *Pleurotus ostreatus*, se obtuvo de Prodiset ^{2/} en semilla de “trigo” colonizada.

Los sustratos utilizados (= tratamientos) fueron: paja de “maíz”, ramas secas de “cazahuate” y paja de “avena”. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones, el ensayo se realizó en tres ocasiones. Se utilizó 1.2 kg de cada sustrato por bolsa. La primera siembra se realizó en octubre 03, la segunda en noviembre 21 de 2022 y la tercera en enero 08 de 2023. Las bolsas inoculadas se incubaron en oscuridad, hasta que el micelio blanco cubrió por completo el sustrato. Cuando se observaron primordios fructíferos, se incrementó la luminosidad, permitiendo más luz e hicieron pequeñas aberturas (4 cm de diámetro) alrededor de cada primordio fructífero, para facilitar la expansión y crecimiento de los carpóforos. Para garantizar alta humedad relativa en el sitio de incubación, durante el día, cada tres horas se aplicaron riegos directos al sustrato, piso y paredes. Adicionalmente, se colocaron dos cajones de madera llenos de tezontle, manteniéndolos húmedos en la fase crecimiento de los cuerpos fructíferos. La cosecha fue manual y se realizó cuando los carpóforos tuvieron el tamaño comercial. Se hizo registro del peso fresco de carpóforos (g) en cada cosecha, sumándose



las cantidades para definir el rendimiento. La eficiencia biológica (porcentaje E.B) se determinó con la cantidad de hongo fresco (g) por bolsa de sustrato, dividido entre la cantidad utilizada de sustrato seco (g) y multiplicado por 100. La tasa de producción (T.P), es el porcentaje de eficiencia biológica, dividido entre el periodo de incubación más el tiempo de fructificación y multiplicado por 100. El rendimiento se estima dividiendo los g de hongo fresco entre g de sustrato húmedo por 100. Se realizó análisis de varianza a los datos promedio de producción de hongo de cada fecha de siembra y también a la suma de las cantidades de hongo fresco de las tres fechas de siembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de hongo seta es una alternativa alimentaria ecológica, porque permite aprovechar materiales y recursos disponibles en el entorno y de bajo costo, satisface a un sector de la población gustoso de este producto, por ser ingrediente esencial en la elaboración de platillos tradicionales, es alimento sano y de calidad. Además, el hongo coloniza bastante bien todo tipo de sustrato, siempre y cuando haya sido pasteurizado adecuadamente y los requerimientos de humedad y temperatura sean óptimos.

Producción de hongo seta por fecha de siembra. En el presente ensayo, los resultados pueden considerarse aceptables, presentándose la producción de carpóforos cosechados en las tres fechas de siembra en la Figura 1.

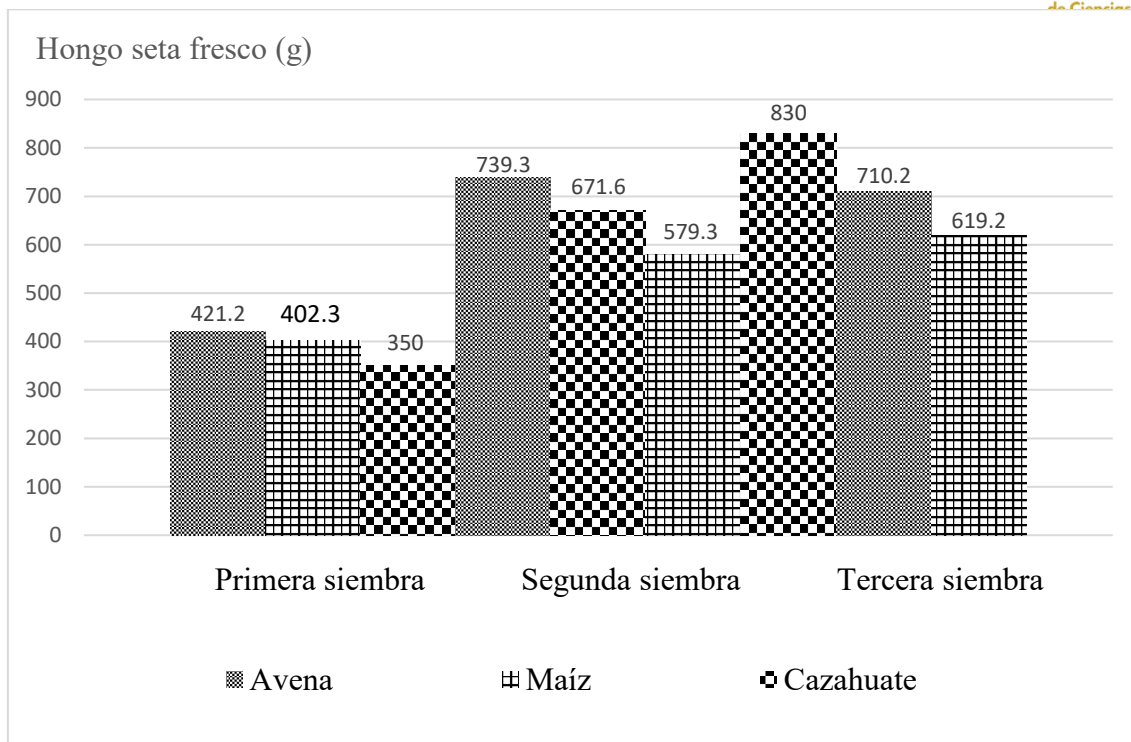


Figura 1. Cantidades de carpóforos de hongo seta fresco obtenidos en cada sustrato por fecha de siembra.

En la Figura 1, se observan ligeros incrementos en las cantidades de carpóforos cosechados en segunda y tercera fechas de siembra (21 de noviembre, 2022 y 08 de enero 2023), con tendencia semejante en cada sustrato, posiblemente por efecto de la temperatura del entorno, debido a que es natural que en ciertas horas en días soleados del mes de octubre, la temperatura supere los 30 °C.

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza de la producción de carpóforos de *P. ostreatus*.

Fecha de siembra	Sustrato	Producción (g) (promedio)	Coefficiente de determinación (R^2)	Coefficiente de variación (C.V)	F cal.	Significancia experimental $\alpha <$	Dif. Mínima significativa
	Avena	421.2	a				
	Maíz	402.3	a	0.07	31.73 %	0.65 N. S	209.46



0ct	Cazahu	350.0 a					0.4
03,	ate						4
2022							
	Avena	739.3 a					
Nov	Maíz	579.3 b	0.498	11.505	5.5	0.0198 *	128.78
21,	Cazahu	671.6 ab		%	4		
2022	ate						
	Avena	710.2 ab					
Ene	Maíz	619.2 b	0.607	10.774	9.2	0.0036**	130.85
08,	Cazahu	830.0 a		%	9		
2023	ate						

N. S, diferencia estadística no significativa.

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

*, Diferencia estadística significativa a 95% de probabilidad.

**, Diferencia estadística altamente significativa a 99% de probabilidad.

En cambio, noviembre y enero registran temperaturas más frescas. Los resultados del análisis estadístico de los datos de producción de hongo seta, se presentan en el cuadro 1.

Producción promedio de hongo fresco en tres siembras

El peso promedio fresco de hongo seta de las tres fechas de siembra mostró diferencias altamente significativas entre siembras ($P \leq 0.01$), diferencias significativas entre sustratos ($P \leq 0.05$) e interacción siembra por sustrato ($P \leq 0.05$). El coeficiente de determinación ($r^2 = 0.77$), indicó que las fechas de siembra y sustratos definieron aproximadamente en 80 % el peso fresco del hongo obtenido y el coeficiente de variación resultó moderado en 16.1 %. Cánovas y Díaz (2007) señalan que cualquier desecho vegetal o en combinaciones, son de utilidad para el cultivo de hongos, haciendo énfasis en que *Pleurotus ostreatus* necesita más carbono que nitrógeno; pero si existe excesiva cantidad de carbono, al agotarse el nitrógeno, se disminuirá el crecimiento y reproducción del hongo. El mayor peso de hongo fresco se obtuvo en la siembra de enero 08, 2023 pero



estadísticamente fue igual a la producción de la siembra de noviembre 21, 2022; ambas siembras superaron estadísticamente a la siembra de octubre 03, 2022.

Cuadro 2. Comparación de promedios (Tukey, $P \leq 0.01$) de peso fresco del hongo (g), con respecto a la siembra.

Siembra	Media (g)	Grupo de Tukey
Ene 08, 2023	719.8	A
Nov 21, 2022	663.4	A
Oct 03, 2022	391.1	B

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Diferencia mínima significativa = 85.069 g.

El análisis de varianza también indicó diferencias estadísticas entre sustratos (Cuadro 3), con mayor peso de hongo fresco en “avena”, siendo estadísticamente igual al de “cazahuate”, pero superior al de “maíz”.

Cuadro 3. Peso promedio de hongo fresco (g) de las tres siembras en los sustratos evaluados (Tukey, $p \leq 0.05$).

Sustrato	Media (g)	Grupo de Tukey
Avena	623.57	A
Cazahuate	617.20	A B
Maíz	533.60	B

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales.

La diferencia mínima significativa = 85.069 g.

En general, *Pleurotus ostreatus* se cultiva en materiales lignocelulosicos de fácil adquisición y alta disponibilidad, los cuales constituyen los compuestos orgánicos más abundantes del planeta; siendo común su cultivo en residuos agrícolas. Es extenso el listado de materiales empleados como sustrato básico para producción de *Pleurotus*



ostreatus (Cánovas y Díaz, 2007), posiblemente más de 500, cuyas relaciones carbono/nitrógeno varían de 32/1 a 600/1. En periodo de lluvias, este hongo desarrolla de manera natural en madera de ramas y troncos secos de “cazahuate”, de donde deriva el nombre “orejas de “cazahuate”. Es importante resaltar que los carpóforos adquieren aroma del sustrato en que crecen, en consecuencia, el producto obtenido en ramas y troncos del citado árbol, presentan un aroma intenso y característico a vegetación, a diferencia del ligero olor a nixtamal en producto cosechado en hojas de “maíz”. La producción de hongos seta en ramas y troncos de “cazahuate” ocurre de manera natural en lugares con poblaciones y comunidades densas de este árbol, particularmente en la temporada de lluvias, los cuales son buscados por recolectores locales para disponer de alimento y/o ingresos económicos por venta del producto. La metodología descrita en el presente documento, hace posible ampliar la disponibilidad de este producto a otras estaciones del año y también promueve el cuidado y aprovechamiento de la vegetación del entorno, porque esta alternativa, plantea continuidad al proceso natural, debido a que la producción de hongo seta en México, se inició sobre troncos de madera (Martínez-Carrera *et al.*, 1991).

Los datos promedio de producción de peso fresco de hongo (g) (Figura 2), se utilizaron en la estimación de eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento (Cuadro 4), observándose valores más altos de eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento en “avena”, con mínima diferencia respecto al sustrato “cazahuate”.

Cuadro 4. Parámetros promedio de eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento de *P. ostreatus* en tres tipos de sustrato.

Sustrato	Eficiencia biológica	Tasa de producción	Rendimiento (g)
Avena	155.9	389.75	89.1
Cazahuate	154.3	385.75	b 38.14
maíz	141.1	352.71	76.22

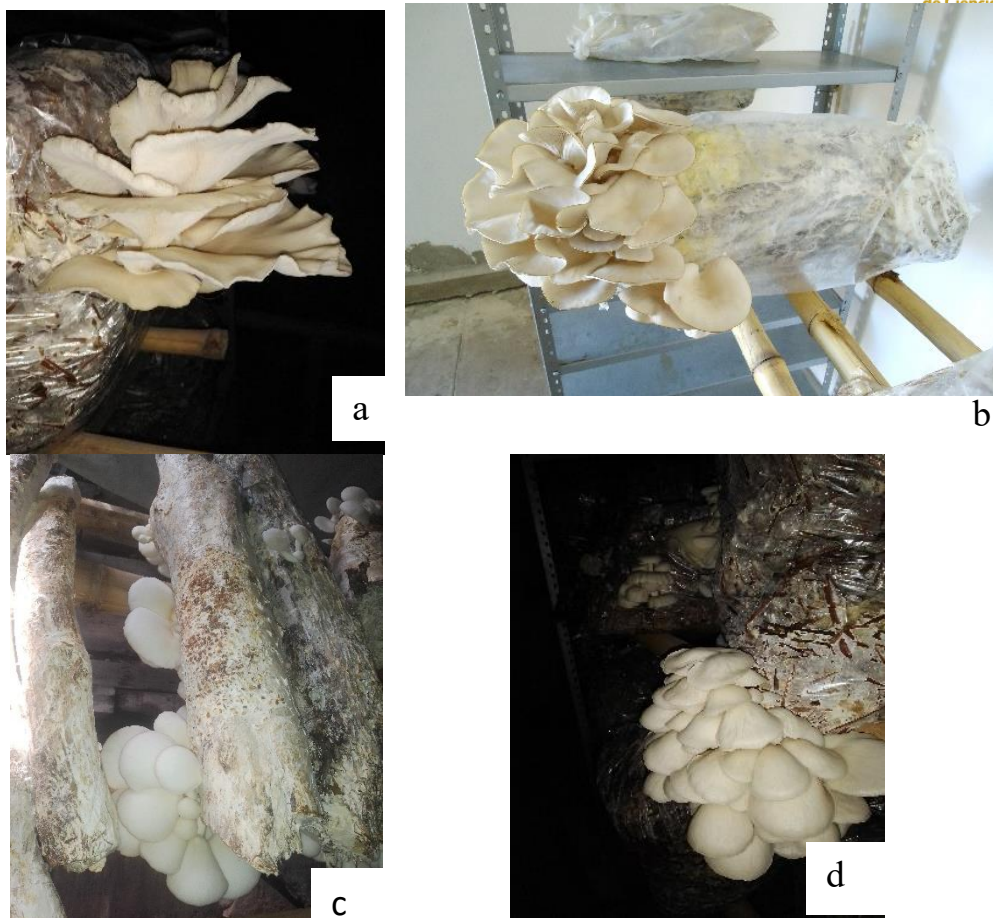


Figura 2. Carpóforos de hongo seta en paja de avena (a), madera de ramas de caahuate (b, c) y hojas de mazorca de maíz (d).

CONCLUSIONES

1. En la siembra de octubre 03, 2022, producción de hongo fresco en cada sustrato fue estadísticamente igual, aunque “avena” aportó 4.5 y 16.9 % más producto que “maíz” y “caahuate”, respectivamente.
2. En la siembra de noviembre 21, 2022, la producción más alta de carpóforos se obtuvo en “avena”, que supero en 9.15 y 21.65 % la cantidad registrada en “caahuate” y “maíz”, respectivamente.
3. La siembra de enero 08, 2023, aportó mayor peso fresco de hongo y “caahuate” superó en 14.4 y 25.4% al registrado en “avena” y “maíz”, respectivamente.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



4. En promedio final, el sustrato “avena” superó en 1.0 y 14.4 % a “cazahuate” y “maíz”, respectivamente.
5. La eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento fueron más altos en “avena”, con diferencia mínima y no significativa, respecto a “cazahuate”.
6. Los sustratos “avena” y “cazahuate” resultaron los más apropiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernabé-González, T.; Cayetano- Catarino. M.; Adán-Díaz, A. y Torres-Pastrana, M. A. (2004). Cultivo de *Pleurotus pulmonarius*, sobre diversos subproductos agrícolas de Guerrero, México. Revista Mexicana de Micología, vol. 18 (julio):77-80.

Cánovas, F y Díaz, J. (2007). Cultivos sin suelo. Curso Superior de Especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería, 165 p.

Gaitán-Hernández, R.D., D. Salmenes, R. Pérez Merlo y G. Mata. (2006). Manual práctico del cultivo de Setas. Aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología, A.C. Veracruz, México, 56 p.

García, E. (1991). Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen 3ª Ed. Corregida y aumentada. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

García-Rollan, M. (2007). Cultivo de setas y trufas. Ed. Mundi prensa. P. 107-146. Madrid, España. Disponible: <https://books.google.com.mx/books?id=k8ai248ofKsC&pg=PA255&lpg=PA255&dq=#v=onepage&q&f=false>

Gobierno de México. Secretaría de Bienestar. (2019). Cultivo de setas, una actividad agrícola con potencial. <https://www.gob.mx/bienestar/articulos/cultivo-de-setas-una-actividad-agricola-con-potencial>. Consulta: nov. 28, 2024.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Martínez-Carrera, D., R. Leven, P. Morales, M. Sobal y A. Larqué-Saavedra. (1991). Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo (CONACYT) 96:33-43.

Martínez-Carrera, D. (2015). La luz: factor detonador y regulador en la reproducción de hongos. En línea: <https://boletinboces.wordpress.com/2015/03/03/la-luz-factor-detonador-y-regulador-en-la-reproduccion-de-hongos/> Consulta: nov. 28, 2024.

Soto-Velazco C. y Arias, A. (2004). El cultivo de las setas (*Pleurotus* spp.): una tecnología de producción de alimentos. Ed. Cuellar. 89 p

Citas electrónicas

¹Inecol, <http://acervo.inecol.edu.mx/CatalogoWebInecol/Home/BusquedaSimpleEjemplares?searchString=Cultivo%20Pleurotus&nombrebib=Biblioteca%20Central&idbib=1®istros=15>, Consulta: nov. 28, 2024

^{2/} Prodiset, https://www.facebook.com/p/Prodiset-productora-y-distribuidora-de-setas-100063968655859/?locale=es_LA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Uso de las TIC's en el desarrollo del Programa Institucional de Tutorías del IT Cuenca del Papaloapan. Caso: 3^os semestres de Ingeniería en Agronomía

Emanuel Pérez-López¹; Yamileth Solorzano-Beltrán¹; Enrique Andrio-Enríquez¹; Rubén O. Aguirre-Alonso¹; Luis F. Noriega-Román¹; Juan C. Contreras-Cisneros¹.

1- Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan.

Autor responsable. rubenonofre.aa@cpapaloapan.tecnm.mx

Área: TIC's en la educación.

RESUMEN

Para el Tecnológico Nacional de México (TecNM®) la implementación del programa institucional de tutorías conlleva el alcance de importantes objetivos como la disminución de los índices de reprobación y deserción, la ampliación del campo de actividad del docente, el incremento de la calidad y la competitividad de los programas educativos. Con el objetivo de analizar la percepción de los alumnos ante este proceso y, de la efectividad del programa de tutorías, se realizó una encuesta virtual desarrollada en Microsoft Forms® a la totalidad de la población de los terceros semestres de la carrera de Ingeniería en Agronomía del I. T. Cuenca del Papaloapan (ITCP), para determinar la periodicidad de las tutorías, el manejo de la información por parte del tutor, la percepción de deserción, así como las tecnologías empleadas para el desarrollo de las tutorías, dando como resultado en la periodicidad que las tutorías se llevaron a cabo semanalmente (60%), quincenal (35%) y sin tutorías (5%); la información proporcionada fue considerada altamente relevante (45%), muy relevante (30%) y poco relevante (12%), el resto fue sin relevancia y ni poca o mucha relevancia; el 70% de los alumnos se siente respaldado por su tutor y el 86% de los estudiantes considera que la tutoría los apoya en su vida institucional formativa; con respecto a la deserción 28% respondieron que no existió, 23% de 1 a 2, 26% de 3 a 5 y 23% que más de 5 lo hicieron; Así mismo, los tutores emplearon cañón y laptop para sus sesiones, así como el correo institucional y la plataforma Teams®. Los estudiantes consideran importante el programa de tutoría y lo perciben como un apoyo para su desarrollo académico, personal y profesional. El uso de las Tic's por el docente apoya al proceso de acompañamiento que brinda el tutor al estudiante.

PALABRAS CLAVE: Agronomía, tecnologías, tutoría.



INTRODUCCIÓN

Existen instituciones de educación superior, especialmente públicas, que enfrentan significativos niveles de rezago, abandono y deserción, lo que conlleva a una considerable pérdida de recursos tanto humanos como económicos. Esto ha conducido a la implementación de programas tutoriales como herramienta estratégica destinada a abordar y mitigar esta problemática (Molina, 2004:27).

El Sistema Nacional de Instituto Tecnológicos (SNIT) señala que sus docentes deben poseer nuevas formas de divisar el proceso educativo, por lo que el acompañamiento institucional de jóvenes en formación, debe ser considerado como una parte esencial de la formación integral (SEP/DGEST, 2013:8).

La articulación de las partes integrantes de la tutoría conlleva uno de los principales retos para el óptimo funcionamiento de los diversos programas planificados, esto, con el fin de generar un bienestar en el estudiantado; entendiéndose esto como:

“Un estado de satisfacción integral de necesidades biológicas, psicológicas y sociales que permite el desarrollo integral del educando, para lo cual organiza y realiza acciones que hagan posible promover, crear ejecutar y regular las condiciones y ambientes que aseguren la mejor atención de las necesidades de los educandos, para que éstos puedan aprovechar los recursos y oportunidades educativas, laborales, familiares y sociales” (UADY, s.f.:3).

Mazabel y Tamayo (2014:1-2) clasifican los diversos tipos de tutorías:

1. De asignatura: en ella se adicionan a las horas de aula, horas de consultoría en el cubículo para apoyar el aprendizaje de la disciplina.
2. Enfocada a la orientación pedagógica: su objetivo es generar estrategias de aprendizaje para que el alumno controle el proceso de obtención de conocimiento.
3. De acompañamiento: dirigida a apoyar al alumno durante todo su itinerario escolar; incluyendo la motivación y de apoyo personal.
4. Para la formación para la sociedad del conocimiento: orientada a la creación de capital humano autorregulado, que sea capaz de desempeñarse en contextos



complejos, innovadores y con capacidad de desenvolvimiento en la era de la supercomplejidad.

México coloca la educación como la estrategia central para el desarrollo nacional (SEP/DGEST, 2013:13), el SNIT tiene como eje una nueva visión y un nuevo paradigma para la formación de los estudiantes. Todo programa educativo debe aspirar a la formación del más alto nivel de calidad, de ahí que la tutoría constituya una de las estrategias fundamentales, correspondientes con la nueva visión de la educación superior, que potencia la formación integral del estudiante con una visión humanista y responsable frente a las necesidades y oportunidades del desarrollo de México (SEP/DGEST, 2013:16).

El SNIT define a la tutoría como:

“proceso de acompañamiento grupal o individual que un tutor le brinda al estudiante durante su estancia en el Instituto Tecnológico con el propósito de contribuir a su formación integral e incidir en las metas institucionales relacionadas con la calidad educativa; elevar los índices de eficiencia terminal, bajar los índices de reprobación y deserción” (SEP/DGEST, 2013:17).

El tutorado es “un estudiante que se responsabiliza de identificar sus necesidades académicas, administrativas y personales, respondiendo comprometidamente a la acción tutorial que le ofrece la institución” (SEP/DGEST, 2013:26) y al tutor es el “individuo que orienta, asesora y acompaña al estudiante durante su proceso de enseñanza-aprendizaje, con la perspectiva de una formación integral, lo que significa estimular en él, la capacidad de hacer responsable al tutorado de su propio aprendizaje y su formación” (SEP/DGEST, 2013:20).

Ante este panorama complejo, lleno de diversidad, vocaciones, formaciones, conductas, formas de aprendizaje y demás constructos sociales y entes; surge el Programa Institucional de Tutorías, siendo cada Instituto el responsable de su aplicación y seguimiento, buscando lograr los objetivos planteados en la definición de la tutoría.

MATERIALES Y MÉTODOS



La presente investigación se consideró de corte cualitativo, no experimental transversal, puesto que, como categoría o requisito de participación, se consideró un grupo determinado de jóvenes inscritos en el instituto, durante el periodo agosto-diciembre 2024, éstos debieron concluir el segundo y estar inscritos en el tercer semestre, otro requisito fue la carrera cursante puesto que, para participar en el estudio, sólo se admitieron de Ingeniería en Agronomía; así mismo, se consideró un lapso de 5 días de aplicación de cuestionarios con el objetivo de conocer la situación/percepción de las y los jóvenes con respecto a la operatividad del Programa Institucional de Tutorías del ITCP, en ella participaron los grupos A, B, C, D, y E, de la modalidad escolarizada y mixta, con una totalidad de 166 alumnos, de los cuales cerca de un 85% participaron en la encuesta de opinión online constituida por tres secciones principales:

- I. Tutores.
 1. Conoces a tu tutor.
 2. Identifica a tu tutor.
 3. ¿Te inscribiste a tutoría en 2º Semestre?
- II. Sesiones de tutoría.
 4. Periodicidad de la sesión de tutoría.
 5. Relevancia de la información tutorial.
 6. Apoyo académico tutorial
 7. Apoyo tutorial integral.
 8. Apoyo resolutivo del tutor.
 9. Apoyo de índole personal.
- III. Percepción tutorial.
 10. Percepción del respaldo tutorial.
 11. Percepción de la tutoría como herramienta formativa.
 12. Percepción de la deserción.
 13. Opiniones a cerca del PIT.

Las preguntas fueron de selección entre múltiples respuestas, las cuales pudieron ser entre rangos o respuestas específicas.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación del cuestionario arrojó datos interesantes y que, desde la planificación del Programa Institucional de Tutorías del ITCP fueron previstas, sin embargo, también se muestran áreas de oportunidad para labor continuo, no sólo por parte de la coordinación de tutorías, sino por el o la docente que funge con el papel de tutor; los principales hallazgos se muestran de acuerdo a las secciones de aplicación.

I. Tutores

En la sección se preguntó sobre sí el/la estudiante conoce a su tutor, arrojando como resultado que un 76% de los alumnos conoce e identifica a su tutor(a) (Figura 1), sin embargo, al preguntar sí se habían inscrito a la tutoría el 82% comentó que realizó el proceso (Figura 2).

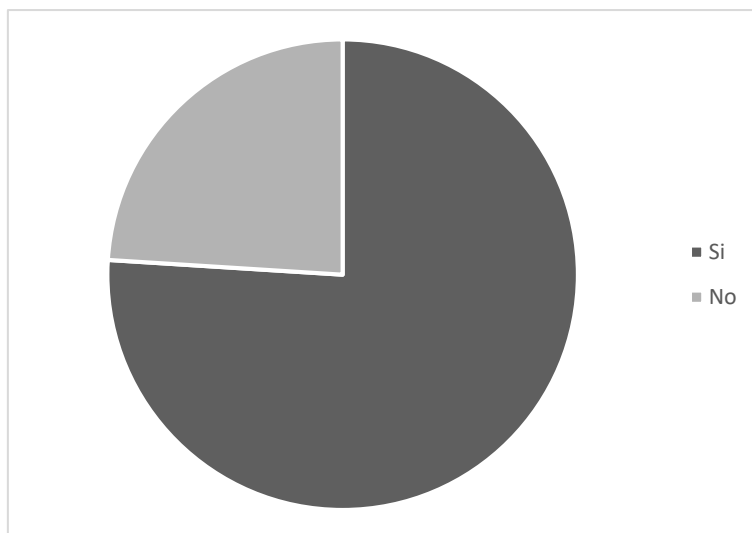


Figura 1. Porcentaje de alumnos que conocen/desconocen a su tutor.

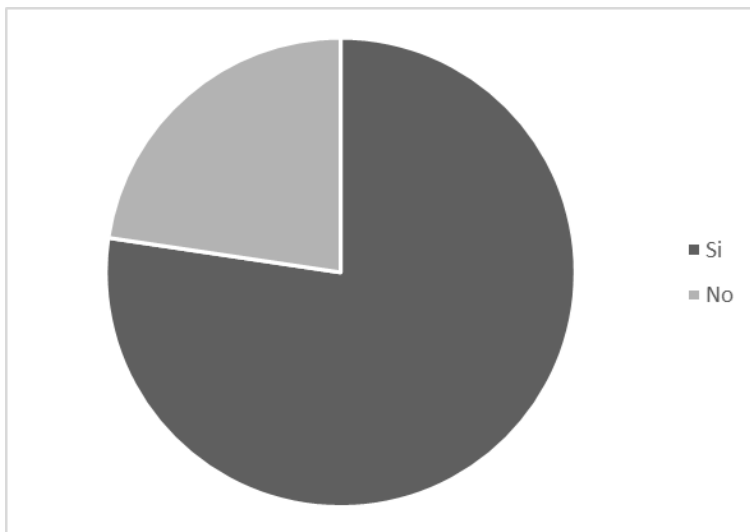


Figura 2. Porcentaje de alumnos que se inscribieron a tutoría en segundo semestre.

II. Sesiones de tutoría

En cuanto a esta sección del cuestionario las respuestas obtenidas fueron variadas, la primera pregunta fue respecto a la temporalidad de las sesiones, arrojando que 60% mantuvieron sesiones semanales; 35% señaló que tuvieron reuniones de manera quincenal; 5% respondió que su tutor(a) no se presentó a la tutoría marcada en su horario ni indicó sesiones de manera virtual y/o el alumno no se presentó a la tutoría (Figura 3). Se interrogó con respecto al tipo de tutoría establecida, donde el 55% señaló que fueron presenciales y 45% contestó que fueron virtuales, en la plataforma de Microsoft Teams. Con respecto a la relevancia de la información desplegada en las sesiones de tutoría: 45% la considera altamente relevante; 30% muy relevante; 8% ni poco ni muy relevante; 12% poco relevante y 5% sin relevancia alguna (Figura 4).

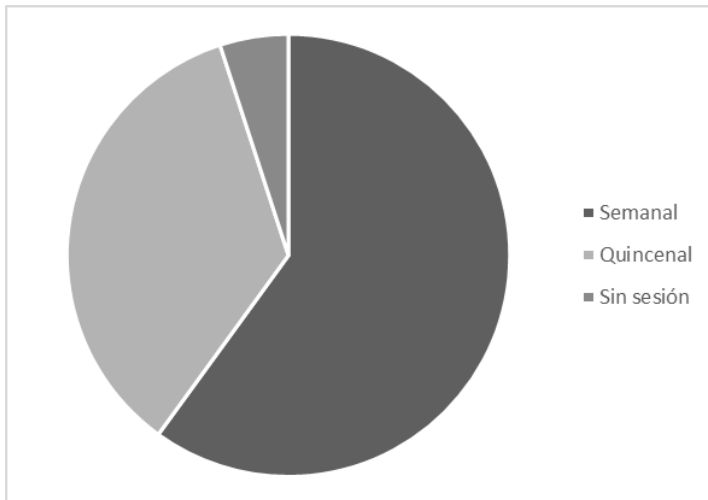


Figura 3. Periodicidad de las sesiones de tutoría durante agosto 2023 – junio 2024.

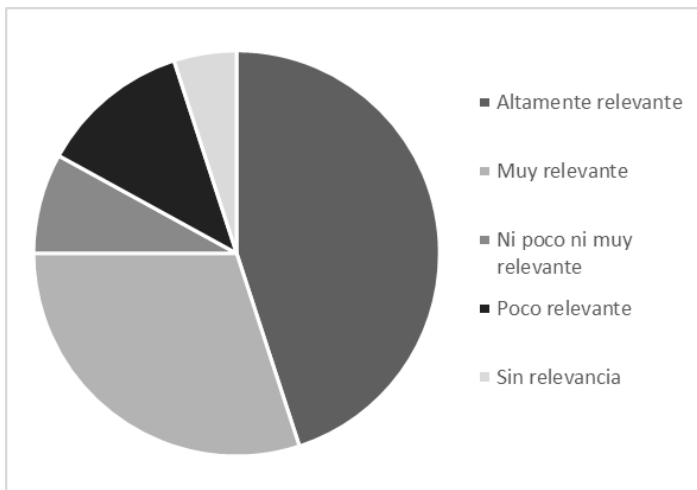


Figura 4. Relevancia de la información tutorial.

De los alumnos que integran el segmento de estudio de la población del ITCP, un 25% (42 estudiantes) ha acudido ante su tutor(a) por problemas con compañeros 28% (12 alumnos), con docentes/directivos 30% (13 estudiantes), por calificaciones incorrectas 35% (15 alumnos), son las causas principales; el 7% restante (2 jóvenes inscritos) señala otro tipo de problemas (Figura 5). Situaciones que, de acuerdo a lo contestado por los jóvenes, fue resuelto en un 92% por la intervención del tutor o tutora. Con respecto al acercamiento de los jóvenes a los tutores por situaciones de índole más personal, 20% asegura que se acercaron y que fueron apoyados por su tutor(a); 4% respondió que se acercaron al tutor(a) pero que no recibieron acompañamiento, mientras que un 76% asegura que no ha tenido esa necesidad.

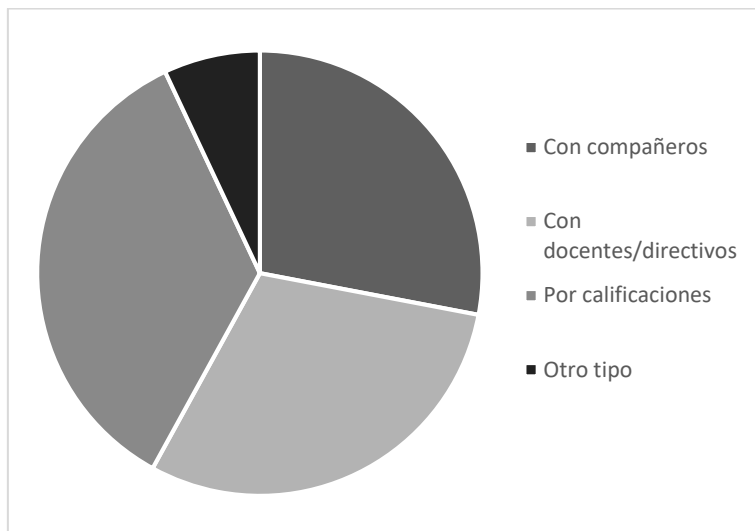


Figura 5. Principales razones de acercamiento al tutor por parte del estudiantado.

III. Percepción tutorial

Las respuestas arrojadas en el tercer segmento del cuestionario, motivo de la realización de la presente investigación, fueron, con respecto a si los alumnos se sentían respaldados por su tutor: 70% confirmó positiva la respuesta, mientras que 30% consideraron que no; a la interrogante de la percepción del apoyo de la tutoría en la formación académica y vida institucional: 86% de los encuestados resolvieron positivo y 14% de manera negativa (Figura 6); sobre la deserción: 28% expresa que en su grupo no ha existido deserción, 23% indica deserción de 1 a 2 estudiantes, 26% señala que de 3 a 5 han desertado y, 23% señala que en su salón se han salido más de 5 compañeros (Figura 7); considerando que las razones que han obligado a este suceso son: el bajo desempeño académica y problemas personales/de salud. De la Cruz (2017:56) señala que la tutoría como estrategia de intervención aporta al aprendizaje de cada estudiante, por ello puede concebirse como un mecanismo que favorece la equidad educativa orientada a la mejora de los procesos de aprendizaje, situación reflejada en la deserción de los jóvenes estudiantes durante el primer y segundo semestre de la carrera de Ingeniería en Agronomía.

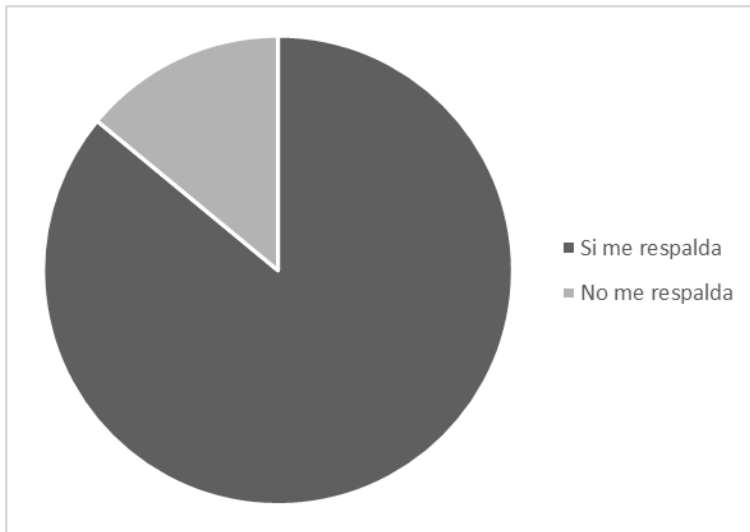


Figura 6. Percepción del respaldo del tutor hacia los estudiantes.

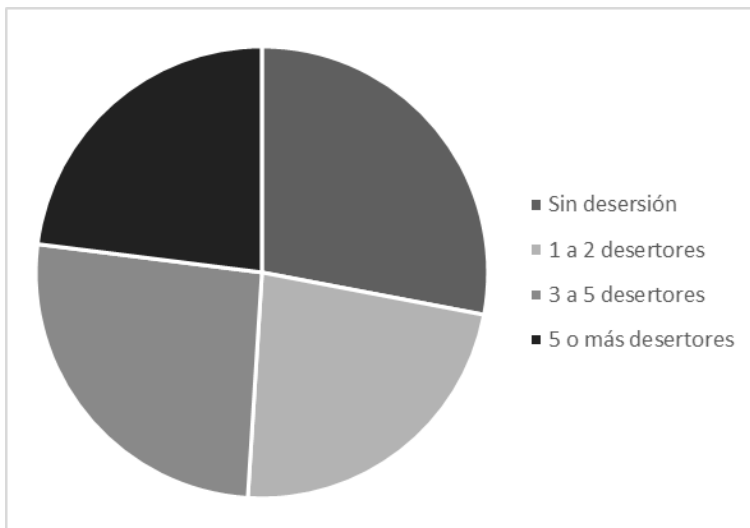


Figura 7. Percepción de la deserción por número de alumnos.

Mazabel y Tamayo (2014:5) enfatizan en que se debe tener consideraciones en la implementación de la acción tutorial, ya que ésta es afectada tanto por los tutores como por los tutorados, ya que su compromiso de cumplimiento e involucramiento se refleja en los resultados al finalizar el proceso formativo, esto se ve claramente en los resultados expuestos por los alumnos encuestados, ya que aquellos que si recibieron atención tutorial tienen la percepción que este proceso es de relevancia en su acompañamiento académico y lo consideran de gran importancia para su formación institucional.

Al finalizar la encuesta, se proporcionó un espacio de opinión para los encuestados (Figura 8), entre las principales opiniones dadas fueron que: los docentes tutores hacen un buen trabajo y desempeño de esta función; que los alumnos consideran que el PIT debe continuar con las acciones encaminadas y; que les gustan las tutorías, Llamó la atención la solicitud de algunos alumnos con respecto a que los tutores deben ser más empáticos, amables y atentos y; la solicitud de que los tutores se presenten a las tutorías.

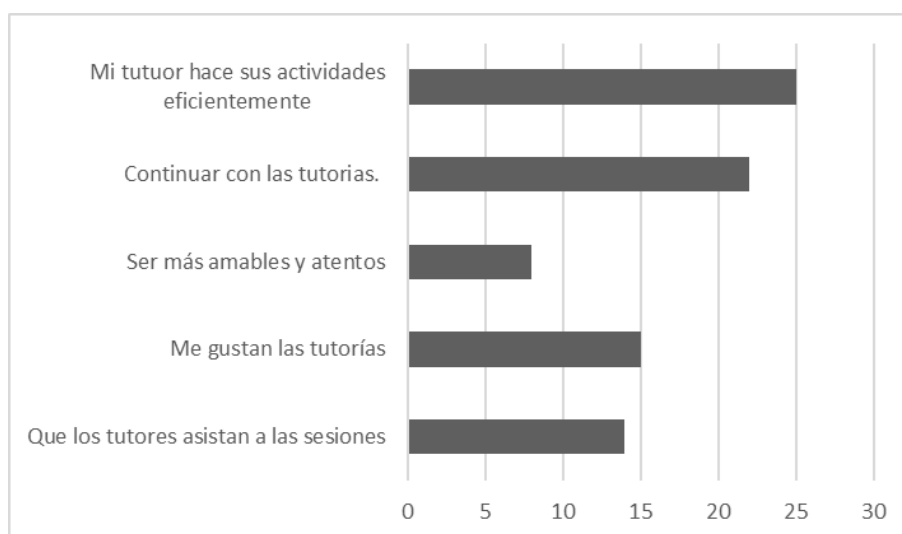


Figura 8. Opiniones de los tutorados respecto a la aplicación del PIT.

Velázquez-Pompeyo (2019:73) diserta que el establecimiento y aplicación de un programa institucional de tutoría, sin importar la modalidad de aplicación, debe ser fundamental para apoyar al estudiantado para reducir su condición de riesgo, pues no solo se deben lograr resultados cualitativos como la satisfacción por aprobación del docente o el bienestar del alumno, sino que coadyuvara en la minimización de los índices de reprobación en asignaturas consideradas como complicadas, caso del ejercicio realizado entre el bloque poblacional del ITCP, ya que en primer y segundo semestre se llevan asignaturas consideradas como difíciles, sin embargo, el índice de deserción no fue considerado muy alto.

CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a la población inscrita al ITCP en los terceros semestres de la carrera de Ingeniería en Agronomía, tanto en la



modalidad escolarizada como mixta, se observó que los alumnos observan con buena recepción el Programa Institucional de Tutorías sin importar la modalidad o herramientas empleadas para su aplicación, como el caso del uso de TIC's como Microsoft® Teams® para la entrega de actividades o pláticas virtuales con los alumnos, principalmente con el sistema mixto; que a los alumnos que sí reciben la atención tutorial ésta es agradable y, que consideran la información altamente relevante y muy relevante; así mismo, consideran que se pueden acercar a sus tutores no sólo en situaciones académicas sino también personales y que éstos responderán de manera favorable ante las circunstancias de los alumnos. Sin embargo, se debe concientizar al personal docente que actúa como tutor a cumplir con sus funciones de tutores y establecer ese acercamiento con sus grupos tutorados.

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México; al Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan; a los grupos de terceros semestres de Ingeniería en Agronomía del periodo agosto – diciembre 2024.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De la Cruz F., G. (2017). Tutoría en Educación Superior: análisis desde diferentes corrientes psicológicas e implicaciones prácticas. *Revista de Investigación Educativa*, Universidad Veracruzana. 25(1). México. 34-59. Consultado en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/cpue/n25/1870-5308-cpue-25-00034.pdf>
- Mazabel, D. y Tamayo, V. (2014). Importancia de la tutoría en la educación superior en México: favorecer espacios de proyección y libertad. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. México. 6 p. Consultado en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2014/07/tutoria-mexico.html>
- Molina A. M. (2004). La tutoría. Una estrategia para mejorar la calidad de la educación superior. *Universidades*. 28(1), México. 35-39. Consultada en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37302805>



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Secretaría de Educación Pública/Dirección General de Educación Superior Tecnológica
(SEP/DGEST). (2013). Manual del Tutor 2013. SEP. México. 147 p.

Universidad Autónoma de Yucatán (AUDY). (s.f.). Tutoría educativa. Área de
Matemáticas. UADY. México. 55 p. Consultado en:
[https://www.matematicas.uady.mx/files/documents/tutorias/TUTORIA-
EDUCATIVA.pdf](https://www.matematicas.uady.mx/files/documents/tutorias/TUTORIA-EDUCATIVA.pdf)

Velázquez-Pompeyo, R. (2019). Evaluación de programas de tutoría para estudiantes en
riesgo: el caso EBC Campus Mérida. *En: La Tutoría en las Instituciones de
Educación Superior. Revista electrónica de la Red Regional de Tutoría de la
Región Sur – Sureste. 1 (1). México. 65-70. Consultado en:*
<https://www.uv.mx/tutorias-anuies/files/2020/06/REVISTA-22052020.pdf>



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Control de Mano Robótica Usando Señales Electromiográficas Superficiales (EMG's)

Adrian Ibarra Fuentes¹; Alan Vega Espitia¹; Jorge L. Salazar Martínez¹; José L. Salcedo Ramírez¹; Juan Y. Becerra Montejano¹; María R. Camarena Vázquez¹

¹ Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de La Piedad, Av. Tecnológico, Meseta los Laureles, C.P. 59370, La Piedad, Michoacán, México

Correo de contacto: adrian.if@piedad.tecnm.mx

Área: Informática

RESUMEN

Este trabajo presenta un sistema de control para una mano robótica utilizando señales electromiográficas (EMG) una técnica utilizada en la rehabilitación y control de prótesis en Norteamérica, Europa y Asia desde los años 2000 para detectar los movimientos de la mano humana. El problema planteado es cómo replicar de manera eficiente los movimientos de abrir y cerrar la mano en una prótesis robótica, utilizando sensores de bajo costo y una configuración sencilla, así mismo el objetivo es desarrollar un método que permita controlar una mano robótica mediante la actividad muscular del antebrazo, utilizando solo tres electrodos superficiales y una unidad de medición inercial (IMU).

Los antecedentes teóricos que sustentan el uso de señales EMG se basan en la capacidad de estas señales para detectar la actividad eléctrica generada por los músculos durante la contracción. La metodología consistió en colocar dos electrodos en los músculos extensores de los dedos del antebrazo y un electrodo de referencia en el codo. Las señales EMG se capturaron a una frecuencia de 100 Hz y se procesaron para eliminar picos no deseados. Se estableció un umbral de activación que diferenciara entre los movimientos de abrir y cerrar la mano. Además, se empleó una IMU para la rotación de la mano.

Los resultados muestran que con esta configuración se pueden distinguir claramente dos gestos: mano abierta y cerrada. Al superar el umbral de señal EMG, la mano robótica replicó con precisión los movimientos de la mano humana. También se controló el giro del antebrazo con la IMU, logrando un control completo de la mano robótica.



En conclusión, el uso de tres electrodos y un umbral definido permitió replicar los movimientos básicos de la mano con un control eficiente, lo que demuestra que es posible desarrollar prótesis robóticas simples y accesibles basadas en señales EMG.

PALABRAS CLAVE: Electromiografía, Prótesis, Control

INTRODUCCIÓN

La EMG es una técnica que se utiliza para poder registrar y analizar la actividad eléctrica que se produce en los músculos esqueléticos durante la contracción, la actividad eléctrica se genera por la transmisión de impulsos nerviosos a través de las fibras musculares, lo que provoca la contracción (A. Raurale et al., 2020; Benalcazar et al., 2018), esta actividad eléctrica se conoce como potencial de acción, donde se genera un cambio de iones en las fibras musculares que alcanza un potencial de 30mV y cuando se disminuye logra alcanzar un nivel de hasta -70mV como se puede observar en la figura 1.

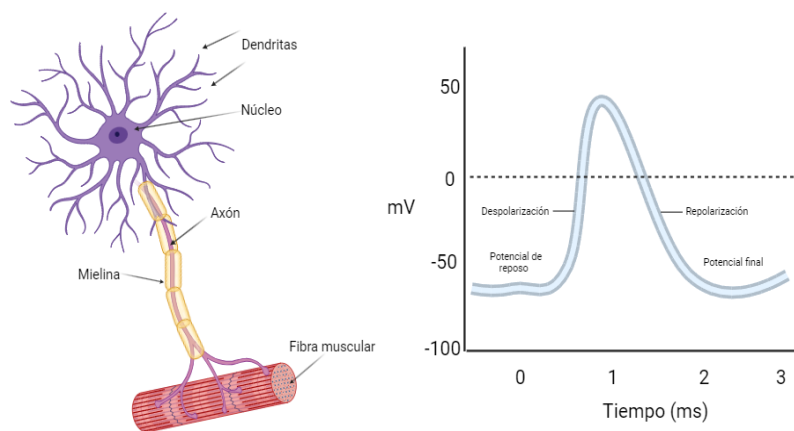


Figura 1. Unidad motora y su potencial de acción

Los músculos encargados de la flexión y extensión de los dedos de la mano se muestran en la figura 2, existen muchos otros músculos para diferentes movimientos de la mano (Torres et al., 2021; Zarco, 2005).

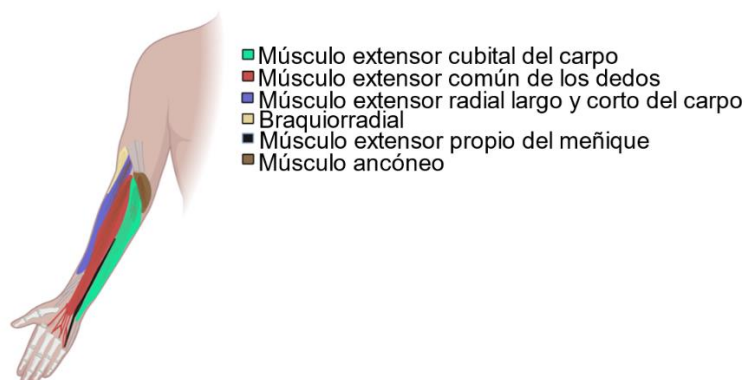


Figura 2. Músculos de la parte posterior del antebrazo.

En la tabla 1 se muestran una breve descripción de la función que tiene cada uno de los músculos que se muestran en la figura 2.

Tabla 1. Función de los músculos de la parte posterior del antebrazo.

Músculo	Función
Braquiorradial	Este músculo flexiona el antebrazo a la altura del codo
Músculo extensor radial largo y corto del carpo	Este músculo ayuda a abducir y extender la mano en la articulación de la muñeca, flexión del codo
Músculo extensor común de los dedos	Este músculo hace la extensión de los 4 dedos medios
Músculo extensor propio del meñique	Este músculo extiende el dedo del meñique y contribuye a la extensión de la muñeca
Músculo extensor cubita del carpo	Este músculo hace la extensión y aducción de la muñeca
Músculo ancóneo	Este músculo extiende y estabiliza el codo, abducción del cúbito durante la pronación del antebrazo

Las señales electromiográficas superficiales (EMG's) son ampliamente utilizadas, ya sea para poder monitorear el rendimiento de deportistas, para detectar alguna anomalía



en los músculos, para poder hacer rehabilitación de las extremidades humanas superior e inferior y también para poder hacer el control de prótesis humanas, esto representa un gran avance en lo que son las interfaces hombre – máquina (Correa-Figueroa et al., 2016; Sánchez-Velasco et al., 2020; Tavakoli et al., 2017; Visconti et al., 2018). Recientemente se han utilizado las señales electromiográficas superficiales (EMGs) para la adquisición de la actividad muscular para realizar el control de prótesis en lugar de la intramuscular debido a su facilidad de uso, ya que no se requiere de un gran conocimiento en anatomía (Anselmino et al., 2024; J. M. Dick et al., 2024).

La EMG's permite la detección de la actividad eléctrica producida por los músculos durante su contracción, pudiendo detectar las intenciones motrices del usuario que porta los sensores de EMG, dependiendo de la actividad a realizar se debería de colocar los sensores en puntos específicos del cuerpo humano (Hassan et al., 2020), para esté proyecto como se pretende realizar el abrir y cerrar los dedos de una mano robótica, así como girarla hacia la izquierda y la derecha, solo se utilizarán 3 electrodos, ya que no se requiere una alta fidelidad en los movimientos.

En este contexto, el uso de las señales EMGs para controlar una mano robótica, abre las posibilidades para que las personas con discapacidad motora puedan utilizar está tecnología para generar nuevamente las interacciones con una mayor precisión y naturalidad (Rascón-Madrugal et al., 2020)(Hassan et al., 2020), además de poder aprender a utilizar estás tecnologías y se puedan desarrollar algunos proyectos más complejos. Esté artículo explora las bases teóricas y técnicas sobre el uso de las señales EMGs, detallando el proceso de colocación de los sensores en la parte del antebrazo, adquisición, procesamiento y aplicación de estas señales para el control eficiente de una pinza robótica y la utilización de la unidad de medición inercial para el control de la base de la pinza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Existen 2 tipos de electrodos, los electrodos los intramusculares y los superficiales, dentro de estos últimos tenemos los electrodos húmedos y los secos (Merletti & Farina, 2009; Meziane et al., 2013), en la figura 3 se muestra la colocación del electrodo y el contacto que hace con la piel para poder adquirir las señales EMG.

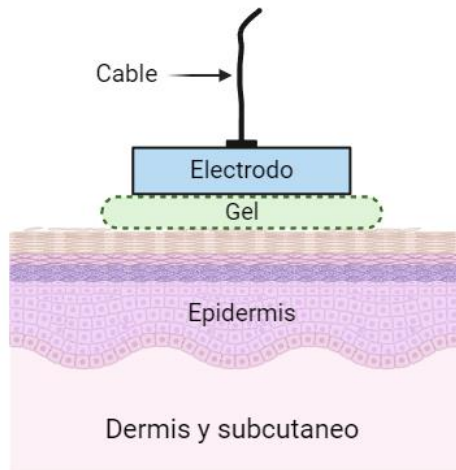


Figura 3. Colocación del electrodo en la piel.

Las señales EMG que se pueden adquirir van a depender del movimiento que se realiza, de la colocación de los electrodos, de la masa muscular de la persona, y de la impedancia de la piel, a la par estas señales son estocásticas, por lo que típicamente puede variar, aunque se realice el mismo movimiento, ya que entre más fuerza se realice la señal se puede intensificar más, en la figura 4 se puede observar una señal EMG de 8 canales del movimiento de un dedo(Reaz et al., 2006).

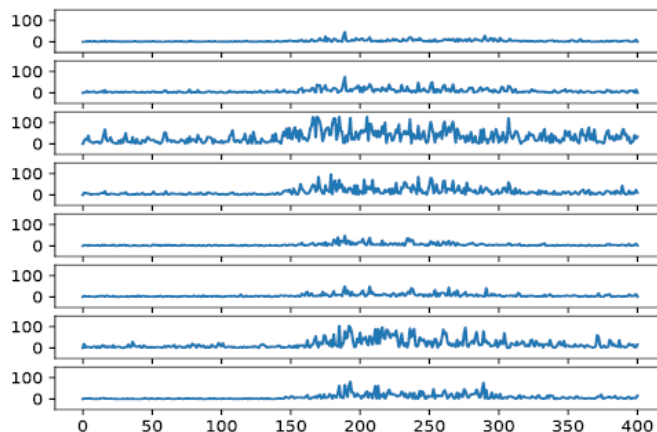


Figura 4. Señales EMG's para un arreglo de 8 electrodos.

La unidad de medición inercial (IMU) tiene en su interior un mecanismo de masa resorte con el cual es posible medir la aceleración y al mismo tiempo poder adquirir la posición en la que se encuentra el sensor, en la figura 5 se muestra un módulo IMU con sus respectivos ejes de medición.

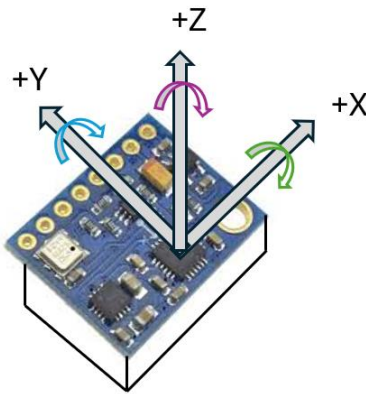


Figura 5. Unidad de medición inercial.

Para la obtención de las señales EMG's se utilizó una configuración de 3 electrodos húmedos, 2 de ellos se colocaron en la parte del antebrazo en donde se ubica el músculo extensor común de los dedos como se muestra en la figura 2, y un tercero que hace referencia al electrodo de tierra se colocó en la parte del codo ya que en ese punto no se genera tanta actividad muscular como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Colocación de los electrodos en el antebrazo.

Una vez que se colocaron los electrodos correspondientes, se procedió a mandar las señales EMG's a un microcontrolador para su adquisición, análisis y procesamiento, las señales se adquirieron a una frecuencia de 100Hz para poder obtener el tiempo de muestreo se aplica la fórmula 1.

$$T = \frac{1}{f}$$

Donde T [s] es el periodo o tiempo que tarda en realizar un ciclo completa una señal, f [Hz] es la frecuencia o número de ciclos que se repiten por segundo.

Entonces al adquirir las señales EMG's a una frecuencia de 100 Hz nos da el tiempo de muestreo de:

$$t_{\text{muestreo}} = \frac{1}{100\text{Hz}} = 10\text{ms}$$

Esto indica que cada 10 milisegundos se adquieren las señales EMG's correspondientes a los 3 electrodos en el antebrazo.

Para el procesamiento de las señales una vez adquiridas, se invirtió la parte negativa de la señal a positiva para poder realizar la sumatoria de las señales EMG's y además se suavizó para que no se generaran picos tan grandes como se muestra en la figura 7, en esta misma se muestra el tiempo transcurrido y el potencial de acción de las señales.

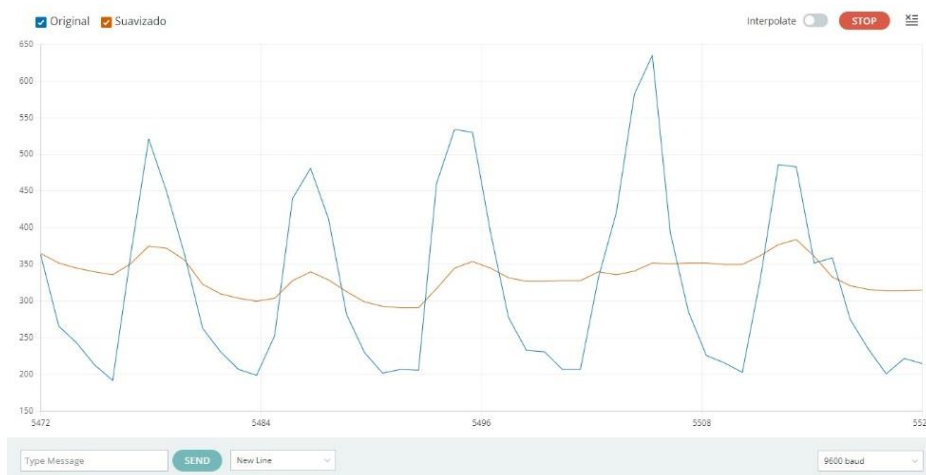


Figura 7. Señal EMG's procesada.

A través de las señales EMG's se realizó el control de una mano robótica, donde se realizaron 2 gestos, que es la mano abierta donde se genera una señal tenue y la mano cerrada donde se aplica más fuerza y por ende la señal incrementa, una vez adquiridas



estas señales se realizó una sumatoria y el resultado se compararía con un umbral que el usuario definió.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las señales EMG's se utilizaron para poder realizar el movimiento de una mano robótica, esta mano cuenta con 6 grados de libertad, donde 5 corresponden a la flexión y extensión de cada uno de los dedos y el otro grado de libertad corresponde al movimiento de la muñeca a través del IMU.

En la figura 8 se muestran las señales EMG's que se adquirieron cuando la mano se encuentra abierta, como se puede observar es una señal que está cerca de las 180 unidades de potencial de acción, por tal motivo no supera el umbral de 220 que sería el punto donde al incrementar ese valor indicaría que se está realizando otro movimiento.

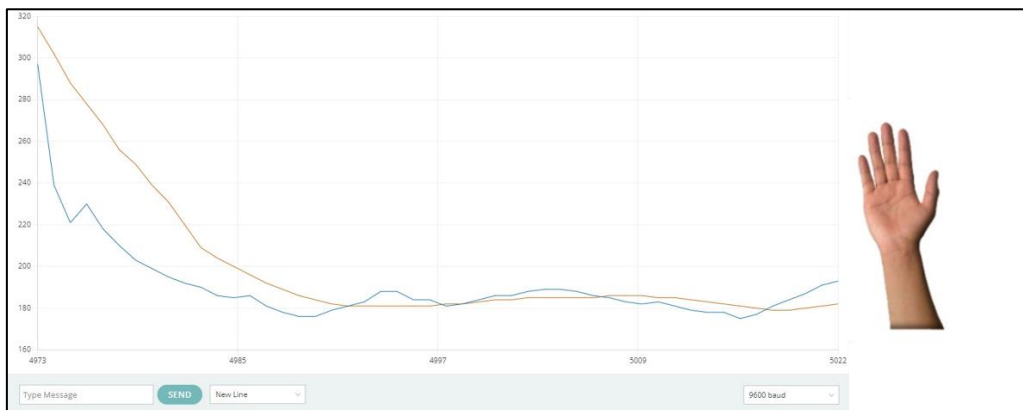


Figura 8. Señal EMG's del movimiento de la mano abierta.

En la figura 9 se muestra la señal EMG's que se generó al realizar el movimiento de puño de la mano humana, en este caso superó el umbral de 220 antes predispuesto, lo que da la pauta para que se pueda generar otro movimiento en la mano robótica.

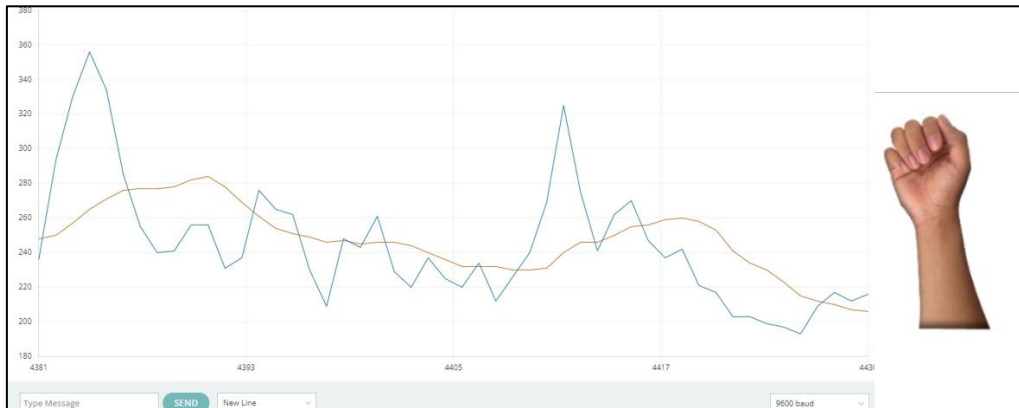


Figura 9. Señal EMG's del movimiento de la mano cerrada.

Una vez que se realizó la calibración para poder obtener nuestro límite de umbral cuando la mano está abierta y cuando está cerrada, se conectaron las salidas del microcontrolador a la mano robótica para poder reproducir los dos movimientos de la mano humana. En la figura 10 se muestran los movimientos reproducidos en la mano robótica.

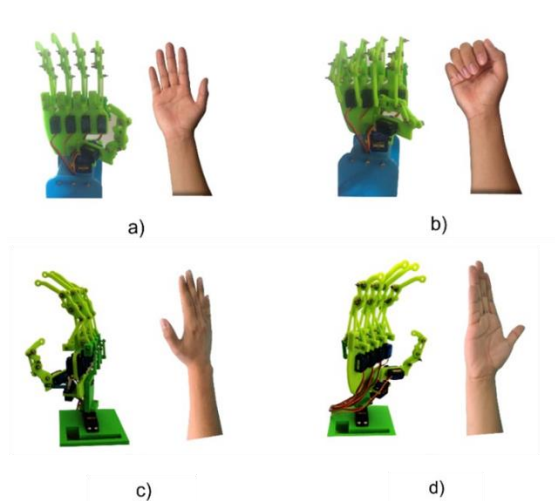


Figura 10. Movimientos reproducidos de la mano humana en una mano robótica, a) mano en reposo, b) mano cerrada, c) giro a la izquierda, d) giro a la derecha.

DESARROLLO DEL TEMA (para contribuciones de divulgación)



La tecnología ha revolucionado muchas áreas de nuestras vidas, y la robótica es uno de los campos más fascinantes y prometedores. Una de las aplicaciones más innovadoras es el uso de señales electromiográficas (EMG), que permiten a las personas controlar dispositivos robóticos a través de la actividad muscular. En este artículo, te acercamos a esta emocionante tecnología, explicada de manera accesible para todos los lectores, y cómo su desarrollo en el Tecnológico Nacional de México contribuye a un México más innovador y sostenible.

¿Qué son las señales electromiográficas?

Las señales electromiográficas (EMG) son impulsos eléctricos generados por los músculos cuando se contraen. Estas señales son captadas por sensores llamados electrodos, que se colocan sobre la piel en puntos específicos del cuerpo. A través de estas señales, se puede detectar la actividad muscular y convertirla en acciones para controlar diferentes dispositivos, como prótesis robóticas (A. Raurale et al., 2020; Benalcazar et al., 2018).

¿Cómo funcionan en el control de prótesis?

En los últimos años, el uso de EMG ha sido clave para el desarrollo de prótesis robóticas, que permiten a personas con discapacidades motoras recuperar movilidad. Mediante la colocación de unos pocos electrodos en el brazo o la pierna, es posible captar la intención del usuario y traducirla en movimientos de una prótesis, ya sea para cerrar una mano robótica o mover un brazo. Esto mejora la calidad de vida de muchas personas, permitiéndoles realizar actividades cotidianas de manera más autónoma (Correa-Figueroa et al., 2016; Sánchez-Velasco et al., 2020; Tavakoli et al., 2017; Visconti et al., 2018).

Innovación accesible: prótesis robóticas de bajo costo

Uno de los mayores retos es hacer esta tecnología accesible para la mayoría de las personas. Aunque las prótesis robóticas comerciales pueden ser costosas, el uso de sensores EMG y componentes de bajo costo ha permitido desarrollar soluciones más económicas sin sacrificar la funcionalidad. Estas prótesis, controladas con la actividad

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-101010384800-102,
ISSN: En trámite. Año 1, No. 1, Septiembre 2024- Diciembre 2024
Fecha de Recepción: 30/09/2024 Fecha de Aceptación: 30/10/2024



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



muscular, permiten a las personas realizar movimientos básicos de la mano, como abrir y cerrar los dedos, de manera sencilla.

Tecnológico Nacional de México y la Agenda Estratégica

El Tecnológico Nacional de México (TecNM), institución que lidera la innovación en tecnología y educación en el país, está comprometido no solo con la formación de ingenieros, sino también con el desarrollo de tecnologías que contribuyan al bienestar social. Los proyectos relacionados con el uso de señales EMG y la robótica, desarrollados en sus laboratorios, son un ejemplo de cómo el TecNM está a la vanguardia en el avance de tecnologías de rehabilitación.

Contribución a la autosuficiencia alimentaria y el rescate del campo mexicano

El trabajo del TecNM también juega un papel importante en la Agenda Estratégica de Autosuficiencia Alimentaria y Rescate del Campo Mexicano. La investigación en robótica y señales EMG, aunque inicialmente dirigida a prótesis, tiene aplicaciones que pueden beneficiar a la agricultura. Por ejemplo, robots controlados por señales EMG podrían utilizarse para desarrollar maquinaria adaptable para personas con limitaciones físicas que trabajan en el campo. Así, se facilita su integración en actividades productivas, promoviendo la inclusión y mejorando la eficiencia en la producción agrícola.

Además, el desarrollo de tecnologías accesibles y de bajo costo tiene el potencial de generar herramientas que optimicen el trabajo en el campo, haciendo el proceso más eficiente y menos dependiente de insumos externos, contribuyendo directamente a la autosuficiencia alimentaria del país.

Un futuro más inclusivo gracias a la robótica y el TecNM

La robótica, impulsada por señales EMG, no solo ofrece soluciones para la movilidad de personas con discapacidades, sino que también abre puertas a nuevas posibilidades en diversos campos, como la agricultura. El Tecnológico Nacional de México se mantiene a la vanguardia en el desarrollo de estas tecnologías, buscando siempre mejorar la vida de las personas y contribuir al desarrollo sostenible de México.

CONCLUSIONES

Con la configuración de 3 electrodos en la parte del antebrazo se pueden clasificar 2 movimientos de la mano humana, siempre y cuando se coloquen en la parte del antebrazo, ya que ahí es donde se encuentran los músculos encargados de realizar el movimiento de los dedos de la mano. También hay que tomar en cuenta el umbral ya que se debe de analizar bien la fuerza que se aplica al realizar los movimientos quedando entre el esfuerzo con mucha fuerza y el de menor fuerza. Todo esto para poder proporcionar un buen control de la prótesis robótica, ya que dependerá de cada uno de los usuarios el umbral que se requiera, debido a que cada una de las señales EMG's son diferentes en cada persona y éstas al ser estocásticas deben de capturarse para cada usuario.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento al Tecnológico Nacional de México, cuyo apoyo y recursos fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Agradezco profundamente a mis profesores y compañeros por su invaluable guía y colaboración en el desarrollo de este proyecto. Asimismo, extendiendo mi gratitud a mis familiares y amigos por su constante aliento y apoyo incondicional, que me han motivado a lo largo de este camino. Sin su confianza y respaldo, este logro no habría sido posible, y a Brenda Paola Valadez Zendejas por siempre estar a mi lado en las buenas y en las malas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Raurale, S., McAllister, J., & Del Rincon, J. M. (2020). Real-Time Embedded EMG Signal Analysis for Wrist-Hand Pose Identification. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 68(April), 2713–2723. <https://doi.org/10.1109/TSP.2020.2985299>
- Anselmino, E., Mazzoni, A., & Micera, S. (2024). EMG-based prediction of step direction for a better control of lower limb wearable devices. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 254, 108305. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2024.108305>
- Benalcazar, M. E., Motoche, C., Zea, J. A., Jaramillo, A. G., Anchundia, C. E., Zambrano, P., Segura, M., Benalcazar Palacios, F., & Perez, M. (2018). Real-time hand gesture recognition using the Myo armband and muscle activity detection. *2017 IEEE 2nd*



Ecuador Technical Chapters Meeting, ETCM 2017, 2017-Janua, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/ETCM.2017.8247458>

Correa-Figueroa, J. L., Morales-Sánchez, E., Huerta-Ruelas, J. A., González-Barbosa, J. J., & Cárdenas-Pérez, C. R. (2016). Sistema de adquisición de señales SEMG para la detección de fatiga muscular. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomedica*, 37(1), 17–27.
<https://doi.org/10.17488/RMIB.37.1.4>

Hassan, H. F., Abou-Loukh, S. J., & Ibraheem, I. K. (2020). Teleoperated robotic arm movement using electromyography signal with wearable Myo armband. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 32(6), 378–387.
<https://doi.org/10.1016/j.jksues.2019.05.001>

J. M. Dick, T., Tucker, K., Hug, F., Besomi, M., van Dieën, J. H., Enoka, R. M., Besier, T., Carson, R. G., Clancy, E. A., Disselhorst-Klug, C., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Holobar, A., Kiernan, M. C., Lowery, M., McGill, K., Merletti, R., Perreault, E., ... Hodges, P. W. (2024). Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Application of EMG to estimate muscle force. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 102910. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2024.102910>

Merletti, R., & Farina, A. (2009). Analysis of Intramuscular electromyogram signals. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 367(1887), 357–368. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0235>

Meziane, N., Webster, J. G., Attari, M., & Nimunkar, A. J. (2013). Dry electrodes for electrocardiography. *Physiological Measurement*, 34(9). <https://doi.org/10.1088/0967-3334/34/9/R47>

Rascón-Madrigal, L. H.; Sinecio-Sidrian, M. A.; Mejía-Muñoz, J. M.; Díaz-Román, J. D.; Canales-Valdiviezo, I.; Botello-Arredondo, A. I. (2020). *View of Estimación en la Intención de Agarres_ Cilíndrico, Esférico y Gancho Utilizando Redes Neuronales Profundas.pdf*. 41(1), 117–127.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322020000100117



- Reaz, M. B. I., Hussain, M. S., & Mohd-Yasin, F. (2006). Techniques of EMG signal analysis: Detection, processing, classification and applications. *Biological Procedures Online*, 8(1), 11–35. <https://doi.org/10.1251/bpo115>
- Sánchez-Velasco, L. E., Arias-Montiel, M., Guzmán-Ramírez, E., & Lugo-González, E. (2020). A Low-Cost EMG-Controlled Anthropomorphic Robotic Hand for Power and Precision Grasp. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 40(1), 221–237. <https://doi.org/10.1016/j.bbe.2019.10.002>
- Tavakoli, M., Benussi, C., & Lourenco, J. L. (2017). Single channel surface EMG control of advanced prosthetic hands: A simple, low cost and efficient approach. *Expert Systems with Applications*, 79, 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.03.012>
- Torres, J. A. G., Fuentes, A. I., Sánchez, E. M., & Zavala, A. H. (2021). Prediction of flexion and extension movements of 4 fingers of the hand using a new labeled method. *Journal of Physics: Conference Series*, 2008(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2008/1/012015>
- Visconti, P., Gaetani, F., Zappatore, G. A., & Primiceri, P. (2018). Technical features and functionalities of Myo armband: An overview on related literature and advanced applications of myoelectric armbands mainly focused on arm prostheses. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 11(1), 1–25. <https://doi.org/10.21307/ijssis-2018-005>
- Zarco, L. A. (2005). Bases neurofisiológicas de la conducción nerviosa y la contracción muscular y su impacto en la interpretación de la neuronografía y la electromiografía. *Guía Neurológica* 7, 1–7.



Proceso de Purificación de Agua Turbia y Mejoramiento de la Calidad del Agua Entubada

Nazdrick Sylvanna Flores Robledo¹; Christian Axel Calderón Briseño¹; María de los Angeles Robledo Arias²

¹Colegio Americano Victoria, ²TecNM-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Autor responsable: nazdrickflores@cav.edu.mx

Área: Desarrollo Sustentable

RESUMEN

El proceso de purificación de agua turbia y mejoramiento del agua entubada utiliza un granulado de cilantro, semilla de tamarindo y flor de jamaica denominado JaCiTa.

Problemática. Alto consumo de agua embotellada provocando más botellas plásticas desechables rodando por las calles y contaminando el medio ambiente, y el alto volumen de agua utilizada para su manufactura.

Objetivo. Definir una propuesta alternativa al consumo de agua embotellada basada en un proceso de purificación de agua turbia y mejoramiento de la calidad del agua entubada utilizando plantas para mitigar el daño al medio ambiente que ocasionan las botellas plásticas desechables.

Metodología. Tipo de investigación cuantitativa y se desarrolla en tres fases (documental-experimental-aplicada). Las variables dependientes son PH, conductividad, turbidez y patógenos; las independientes son alcalinidad, solidos totales, coliformes y cloruros. Se diseñan dos instrumentos de recolección. Se selecciona una muestra piloto por conveniencia de 33, clasificadas en tres grupos (agua turbia, agua de río y agua entubada). Se lleva a cabo el experimento, aplicando el granulado a las muestras. Se realizan análisis fisicoquímicos y prueba microbiológica a las muestras recolectadas y con JaCiTa; se toman las lecturas de las variables con el multiparámetro digital de PH (pH), EC (us/cm), cloruros (mg/L Cl⁻), turbiedad (NTU) y alcalinidad, dureza total y TDS (ppm). Se testaron 500 muestras gratis de agua JaCiTa.

Resultados. Elimina la salmonela y E.Coli, nivela el PH en 7.0, alcanza los parámetros de la pureza del agua, disminuye el 57% del consumo de agua embotellada y 95% prefieren el agua JaCiTa.



Conclusiones. El granulado JaCiTa purifica agua turbia y mejora el agua entubada, es una opción alternativa al consumo de agua embotellada, mitigando el daño al medio ambiente que ocasionan uso y manufactura de las botellas desechables.

PALABRAS CLAVE: cilantro, coagulación, jamaica, purificación, semilla de tamarindo.

INTRODUCCIÓN

México es primer lugar mundial en consumo de agua embotellada, estimando 310 litros por persona anual y ocasiona 1420 Kg de desechos plástico (Shellman, 2022).

Planteamiento del problema:

¿Cuáles plantas cuyas propiedades químicas y biológicas ayudan en la purificación del agua turbia y mejora la calidad del agua entubada?

¿Cuál sería la propuesta de un proceso para la purificación de agua turbia y entubada que sustituya el agua embotellada?

¿Cuál es la eficiencia e impacto ambiental del proceso propuesto para el agua turbia y entubada de Victoria, Tamaulipas?

Las hipótesis planteadas son:

H₁: Al averiguar cuáles son las propiedades químicas y biológicas de las plantas, se seleccionará aquellas que ayudan en la purificación del agua turbia y mejoran la calidad del agua entubada.

H₂: Al contar con las plantas seleccionadas, se definirá la propuesta de un proceso de purificación de agua turbia y mejorar la calidad del agua entubada que sustituya el agua embotellada.

H₃: Al definir el proceso de purificación de agua turbia y mejoramiento de la calidad del agua entubada, se evaluará su eficiencia e impacto en el medio ambiente al sustituir el agua embotellada.

Mathews & Van Holde en 2003 publican que la semilla de tamarindo presenta proteínas constituidas principalmente por aminoácidos (ácidos glutámico y aspártico) los cuales tienen carácter ácido y son solubles en agua, lo anterior haría suponer que las sustancias responsables de la coagulación en la semilla de tamarindo son las terminaciones de ácido glutámico y aspártico.



Douglas Schauer en 2013 publica que la quelatación es la habilidad de un compuesto químico para formar una estructura en anillo con un ion metálico, impidiendo que el metal siga sus reacciones químicas normales; el cilantro tiene un agente quelato en su estructura celular que permite secuestrar los metales pesados del agua. El potencial del cilantro como filtrado para convertir el agua contaminada en agua potable es debido a la presencia de varios contenidos bioquímicos (**Bindhu, 2023**). Sus polifenoles eliminan las bacterias patógenas como *staphylococcus aureus*, *streptococcus pneumoniae*, *helicobacter pylori* y *escherichia coli* (**Rodríguez, Méndez, Gutiérrez & Reyes, 2021**).

Javier Castro en 2017 informa que la jamaica actúa contra bacterias dañinas (800-900) con un mayor espectro que el cloro (400-500), es capaz de matar el doble de bacterias que el cloro; su eficacia es del 99.99% sobre bacterias, hongos y virus, por encima del hipoclorito de sodio que elimina entre 80-90%, gracias a su componente ácido hibiscus; contiene quercetina, (floculante).

En el estado de Hidalgo, México prueban un filtro natural de cilantro para reusar las aguas residuales y de lluvia, con la finalidad de eliminar ciertos metales como el plomo, el cobre y el mercurio, perjudiciales para la salud humana. En los países subdesarrollados esta opción es más barata y más eficaz que el carbón activado (**Schauer, 2013**).

En Ecuador se utiliza el polvo de la semilla de tamarindo para coagulación-floculación-depuración de aguas residuales domésticas; evitando así focos de infección por la contaminación de agua para consumo. (**Rendón et. al., 2016**).

En Estocolmo implementaron un ecodistrito sostenible con un proceso de tratamiento de aguas residuales y todas las aguas pluviales son purificadas a través de filtros de techos verdes que ha aumentado la eficiencia de la planta.

Un método de descontaminación ha sido experimentado por la Universidad de Sao Paulo, utilizando nanocompuestos de semillas de papaya o cascaras de plátano.

El objetivo general es definir una propuesta alternativa al consumo de agua embotellada basada en un proceso de purificación de agua turbia y mejoramiento de la calidad del agua entubada utilizando plantas para mitigar el daño al medio ambiente que ocasionan las botellas plásticas desechables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales



Laptop, celular, memoria USB, impresora, hojas tamaño carta. 33 frascos, 33 muestras de agua, etiquetas, cilantro seco, semillas de tamarindo, flor de Jamaica, báscula de gramos, 1 machacador, guantes desechables, 1 tabla de soporte, 1 martillo, 1 toalla de cocina, 1 palito de madera, 1 bola de molcajete, 1 multiparámetro digital de agua, 1 turbidímetro de agua, 30 test de E.Coli, 1 molino y contenedores desechables de agua.

Muestra

Se elige una muestra piloto por conveniencia de tamaño 33, clasificadas en tres grupos de estudio (agua de río, agua turbia y agua entubada).

Variables

Las variables dependientes son PH, conductividad, turbidez y patógenos; las independientes son alcalinidad, sólidos totales, coliformes y cloruros.

El diseño metodológico se realiza en tres fases:

Fase I: Investigación documental

- A través de las consultas se determina causas, consecuencias e impacto ambiental del consumo de agua embotellada, en base a ello, se construye el marco teórico y se elige la bibliografía
- Se elaboró la diagramación del planteamiento del problema, el esquema metodológico general y el esquema causa-efecto del problema
- De las bases de datos de la FAO, se seleccionó las plantas y semillas cuyas propiedades químicas y biológicas actúan como coagulante, floculante y desinfectante de aguas turbias, se seleccionaron para la fórmula JaCiTa (semilla de tamarindo, hoja seca de cilantro y flor de jamaica)
- Se realizaron entrevistas con la nutrióloga Kaely Pantoja, la bióloga Daniela Báez y un epidemiólogo Orlando Borjas
- Se inició con la metodología para el desarrollo de JaCiTa, construyendo la matriz NeDe
- Se consultaron las DBI de patentes sobre los productos y procesos para el tratamiento de potabilización del agua elaborados a base de plantas
- Se determinan las preguntas de investigación y las hipótesis
- Se construye y validan el objetivo general SMART y se establecen los específicos

Fase II: Investigación experimental

- Se ajusta a prueba y error la fórmula JaCiTa



- Se elige “el granulado en sobre” como presentación comercial de 10 g, construyendo la matriz integradora elemento-atributos-beneficios
- Se determinaron los costos de JaCiTa y el presupuesto para la prueba experimental
- Se diseñan dos instrumentos de recolección de datos: Hoja de datos y Prueba sensorial
- Se determinaron los procedimientos para la prueba de JaCiTa en las muestras
- Se definieron los indicadores de evaluación del prototipo
- Se realizó la experimentación con una muestra piloto por conveniencia de 3



Muestra A

1/11/2023

Río San Marcos



Muestra B

2/11/2023

Colonia Mainero



Muestra C

1/11/2023

Fracc. Magisterial

- Se realiza análisis del agua y prueba de PH, con las muestras y con JaCiTa



REPORTE DE RESULTADOS DE PRUEBA MICROBIOLÓGICA

Recepción de muestras: 3 de noviembre de 2023
Inicio de análisis: 3 de noviembre de 2023
Finalización del análisis: 4 de noviembre de 2023
Entrega del reporte de resultados: 9 de noviembre de 2023

Tabla: 1 Resultados de Microbiología.

Muestras.	Especificaciones de E.Coli presencia o ausencia
Etiquetada como A	Presencia (3,4)
Etiquetada como B	Ausencia
Etiquetada como C	Presencia (2,6)

Tabla: 2 Resultados de análisis fisicoquímicos. Muestra A.

PH	STD	NTU	CLORO	CLORUROS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL
8.0	600	7.23	-	53	280	550

Tabla: 3 Resultados de análisis fisicoquímicos. Muestra B.

PH	STD	NTU	CLORO	CLORUROS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL
7.50	345.7	4.22	0.1	16	200	287

Tabla: 4 Resultados de análisis fisicoquímicos. Muestra C.

PH	STD	NTU	CLORO	CLORUROS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL
6.0	600	4.32	-	12	92	188

REPORTE DE RESULTADOS DE PRUEBA MICROBIOLÓGICA

Recepción de muestras: 6 de noviembre de 2023
Inicio de análisis: 7 de noviembre de 2023
Finalización del análisis: 8 de noviembre de 2023
Entrega del reporte de resultados: 14 de noviembre de 2023

Tabla: 1 Resultados de Microbiología. MoritAm.

Muestras.	Especificaciones de E.Coli presencia o ausencia
Etiquetada como A	Ausencia
Etiquetada como B	Ausencia
Etiquetada como C	Ausencia

Tabla: 2 Resultados de análisis fisicoquímicos. Agua con MoritAm en la muestra A.

PH	STD	NTU	CLORO	CLORUROS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL
8.0	100.5	1.00	-	10	120	100

Tabla: 3 Resultados de análisis fisicoquímicos. Agua con MoritAm en la muestra B.

PH	STD	NTU	CLORO	CLORUROS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL
7.53	159.1	4.38	0.1	16	140	290

Tabla: 4 Resultados de análisis fisicoquímicos. Agua con MoritAm en la muestra C.

PH	STD	NTU	CLORO	CLORUROS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL
7.74	105.3	0.00	-	8	110	88

- Se invitó a familiares y conocidos de la familia CAV para ser parte de la prueba experimental del prototipo y firmaron su consentimiento
- Se llevó a cabo reunión informativa virtual, en la cual, se les explicó los beneficios del prototipo y sus indicaciones de uso
- En la entrega del prototipo, se registraron los datos y se entrega un díptico
- Al término del experimento, se generan frecuencias estadísticas para su análisis e interpretación
- Se diseña la etiqueta

Fase III: Investigación aplicada

- Se construye la radiografía del valor agregado del prototipo
- Se elige una muestra piloto por conveniencia de 30
- El período de estudio y la recolección de información fue del 1 de enero al 30 de junio de 2024, en el cual se monitoreó las pruebas del prototipo en los tres grupos de muestra y se recabaron los datos; así como también, se detectaron áreas de oportunidad de mejora del prototipo.
- Con cada grupo de estudio se siguió el mismo procedimiento de entrega del prototipo
- Al final del experimento, se le aplicó la encuesta de prueba sensorial del granulado JaCiTa
- Se generan frecuencias estadísticas para su análisis e interpretación de los resultados de la calidad del agua de las muestras
- Se elaboraron 500 muestras gratis del agua JaCiTa para testear

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

La prueba microbiológica de la muestra A, B y C, se muestran los resultados en la Tabla 1.

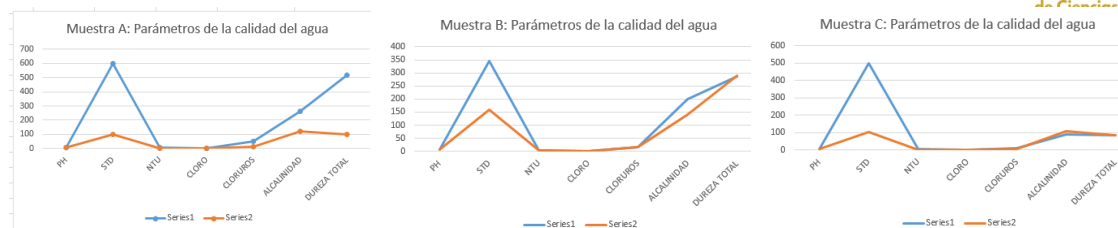
Tabla 1

Resultados de Microbiología

Muestras.	Especificaciones de E.Coli presencia o ausencia
Etiquetada como A –río–	Presencia (3.4)
Etiquetada como B –entubada–	Ausencia
Etiquetada como C –turbia–	Presencia (2.6)

Los resultados comparativos de los parámetros de la calidad del agua de las muestra y el granulado JaCiTa, se muestran en las siguientes gráficas.

a) Muestra A y JaCiTa b) Muestra B y JaCiTa c) Muestra C y JaCiTa



Gráficas comparativas de la calidad del agua de cada muestra y con JaCiTa.

En la Tabla 2, se muestra la reducción de las botellas plásticas desechables.

Tabla 2

Botellas plásticas en el consumo de agua embotellada vs agua JaCiTa y costos

Agua	Botellas/ciclo_escolar presentación 500 ml	Litros de agua manufactura	% disminución en botellas desechables plásticas	Costo
Embotellada	185	370	57	2.70
JaCiTa	0	92.5	0	0.94

Discusión

En relación a la **H₁**: Las propiedades químicas y biológicas de la semilla de tamarindo, cilantro y flor de jamaica alcanzan una coagulación del 100%, una floculación mayor en agua turbia de nivel alto y 99% de eliminación de bacterias. No produce efectos secundarios.

En relación a la **H₂**: Se definió un proceso de purificación de agua turbia y mejoramiento de la calidad del agua entubada como propuesta para suplir el agua embotellada.

En relación a la **H₃**: La evaluación de eficiencia en los parámetros bacteriológicos, PH, conductividad y turbidez arroja un resultado negativo a bacterias y alcanza un PH promedio de 7.0 y su impacto en el medio ambiente al disminuir las botellas plásticas desechables.

DESARROLLO DEL TEMA

El consumo indiscriminado de agua embotellada y garrafones en México está trayendo consigo un importante deterioro al medio ambiente, y buscando contribuir a la solución de esta problemática, se propone una alternativa eficaz y sustentable que brinde seguridad, calidad, frescura y sustentabilidad.

Propuesta de solución



JaCiTa es un proceso natural de purificación de agua turbia y mejoramiento del agua entubada para consumo humano y a la vez es alcalina como alternativa al consumo del agua embotellada para quienes atraviesan un desabasto y/o mala calidad de agua para su consumo, disminuyendo el alto índice de padecimientos gastrointestinales de origen hídrico.

Para el proceso, se utilizan la flor de jamaica, las semillas de tamarindo y la hoja seca del cilantro, con las que se elabora “JaCiTa, Purificando tu Vida”.

Etapas del proceso de purificación de agua turbia y mejoramiento del agua entubada: adsorción-coagulación-floculación-alcalinidad-filtrado-desinfección (Fig. 1).



Figura 1. Proceso de purificación JaCiTa

Ventajas

- Amigable al medio ambiente
- No utiliza energía eléctrica en el proceso
- Re-usa el agua turbia para consumo humano
- Mejora la calidad del agua entubada
- No se utilizan sustancias químicas que ocasionan efectos secundarios en el organismo
- La semilla de tamarindo absorbe sustancias tóxicas de manera biológica y regula el PH
- Es biodegradable

En un ciclo escolar de 185 días para estudiantes de preescolar a primaria, si un estudiante consume agua o jugo embotellado de 500 ml al día, estaría desechando 185 botellas plásticas en el ciclo escolar se estaría destinando 370 litros de agua para su manufactura (400% para la presentación de 500 ml).



CONCLUSIONES

La utilización de la semilla de tamarindo y la hoja seca de cilantro en combinación con la flor de jamaica, ofrece un proceso natural de purificación para reusar aguas turbias, mejoramiento del agua entubada y eliminan las bacterias salmonela y E Coli, así lo demuestran los análisis de laboratorio y parámetros de calidad del agua. El proceso casero y natural tiene un costo de 75 centavos por litro. La semilla de tamarindo al ser ácida logra darle un nivel promedio de 7.0 de PH. Por lo que se concluye que el granulado JaCiTa potencia su capacidad de coagular y flocular el agua turbia, así como también, la desinfecta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bindhu, K.B.; Keerthana, T.P.; Betty, K.P; Rekha, P.S y Adya, S. (2023). Potencial de purificación del agua de plantas medicinales seleccionadas. Revista de riesgos químicos para la salud. 13(4). https://jchr-org.translate.goog/index.php/JCHR/article/view/1112? x_tr_sl=en& x_tr_tl=es& x_tr_hl=es& x_tr_pto=rq#:~:text=The%20greatest%20option%20for%20thoroughly,drink%20are%20moringa%20and%20coriander
- Castro, J. (8 de marzo de 2017). Flor de jamaica, mejor desinfectante del cloro. Notimex. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/flor-de-jamaica-mejor-desinfectante-que-el-cloro/
- García, B. (2017). Metodología de extracción in situ de coagulantes naturales para la clarificación de agua superficial y aplicación en países en vía de desarrollo. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12458/Tesis%20de%20Master_BEATRIZ%20GARCIA%20FAYOS.pdf?sequence=1
- Guardián, R. & Coto, J. M. (2011). Estudio preliminar del uso de la semilla de tamarindo (*Tamarindus indica*) en la coagulación-floculación de aguas residuales. 24(2), 18-26.
- Ospina, O.E. & Ramírez, H. (2011). Tratamiento casero alternativo de agua para consumo humano por medio de fitoquímicos. Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería. 84(4), 7-17. ISSN 0121-5132. <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>
- Ramírez, L. (2019). Evaluación de la semilla de tamarindo (*Tamarindus indica*) como coagulante para disminuir la carga contaminante en el tratamiento de aguas, en relación a un coagulante comercial. [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Salesiana

Sede

<file:///G:/ADATA%20UFD/COTACYT%202024/EVALUACION%20DE%20LA%20SEMILLA%20DE%20TAMRINDO%20COMO%20COAGULANTE.pdf>

Rodríguez, J.A.; Méndez, R.O.; Gutiérrez, R. y Reyes, C.A. (2021). Evaluación del efecto antibacteriano del extracto de cilantro (*coriandrum sativum*) sobre bacterias patógenas gastrointestinales. II Seminario de Investigación en Economía: Sustentabilidad y Nanotecnología. Memoria Universitaria. Universidad Autónoma de Zacatecas. 3(2).

<https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/MemUni/article/view/1290>

Salamanca, A.P.; Alejandro, D.; Cardozo, J.; Rojas, F.; Meléndez, J.C.; & Borda, L.S. (2023). Fitorremediación con Brassicaceae y Apiaceae en suelos contaminados con metales pesados. Revista de Biología Tropical. 71(1).

<http://dx.doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.51493>

Salgado, M.A. (2018). Evaluación de las semillas de tamarindo (*Tamarindus indica*) en la remoción de turbidez de aguas superficiales. [Tesis de licenciatura, Universidad de Sucre].

Sellman, S. (22 de julio de 2022). México, mayor consumidor de agua embotellada per cápita en el mundo. Mexico Industry.

<https://mexicoindustry.com/noticia/mexico-mayor-consumidor-de-agua-embotellada-per-capita-en-el-mundo>



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Calidad de semen con diferentes crioprotectores en verracos destinados a la inseminación artificial en condiciones de trópico

Wilfrido Navarrete Rios^{1*}; Efrén Estrada Paqui²; Raúl Ulloa Arvizu³; Julio C. Gómez Vargas²;
José L. Ponce Covarrubias⁴

¹Maestría en Ciencias de la Producción Animal, Universidad Autónoma de Guerrero

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Guerrero

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México

⁴Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero

Correo electrónico: 12500842@uagro.mx

Área: Pecuaria.

Resumen

El objetivo fue determinar el efecto combinado de crioprotectores sobre los parámetros seminales. Se utilizaron 10 eyaculados de 3 verracos híbridos, en la Región de Tierra Caliente. No se cuenta con una investigación con esta combinación de aditivos para criopreservación de semen porcino. Se tomaron muestras semen de 40 mL (30×10^6 espermatozoides/mL). El diseño experimental fue completamente al azar con mediciones repetidas. Se formaron tres tratamientos: T1: 6 % Glicerol y 1.5 % SDS; T2: 3 % Glicerol, 0.25 % miel de abeja, trehalosa 100 mM y 1.5 % SDS; T3: 1.5 % Glicerol, 0.25 % miel de abeja, trehalosa 100 mM y 1.5 % SDS. Se utilizaron 500×10^6 espermatozoides en pajillas de 0.5 mL, posteriormente se congelaron y almacenaron en termo criogénico. Se descongelaron dos pajillas por tratamiento a 38° C por agitación durante 20 s y se diluyeron con VITASEM®. Las variables seminales evaluadas fueron movilidad y viabilidad con tinción de eosina-nigrosina a los 0 y 15 minutos posdescongelación. El porcentaje de movilidad espermática a la descongelación para los tratamientos 1, 2 y 3 fueron 35 ± 2.2 , 37 ± 2.1 ; 33 ± 1.5 , 39 ± 1.2 ; 36 ± 1.6 , 37 ± 1.5 y el porcentaje de viabilidad fue 54 ± 1.1 , 54 ± 0.7 ; 53 ± 2.4 , 53 ± 2.3 ; 51 ± 2.9 , 55 ± 2.5 a los 0 y 15 minutos respectivamente, no se encontraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$). En conclusión, las diferentes combinaciones de crioprotectores fueron efectivos manteniendo la calidad del semen, sin embargo, la viabilidad espermática fue diferente entre verracos destinados a la inseminación artificial en el trópico de Guerrero.

Palabras clave: trehalosa, miel de abeja, verraco.

Introducción

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-101010384800-102,

ISSN: En trámite. Año 1, No. 1, Septiembre 2024- Diciembre 2024

Fecha de Recepción: 30/09/2024 Fecha de Aceptación: 30/10/2024

Página 100 de 111



La inseminación artificial (IA) es la tecnología reproductiva más empleada en la especie porcina, siendo utilizada de manera rutinaria en las granjas de producción porcina. Así, a finales del 2020, más del 80 % de las hembras reproductoras a nivel mundial eran inseminadas. De ellas, el 98 % se llevan a cabo con semen diluido conservado a 17 °C durante 1 - 5 d (Roca *et al.*, 2011). En los últimos años los protocolos de criopreservación e inseminación han sido mejorados sustancialmente con nuevos sistemas de envasado, optimizado del protocolo de congelación y mejores diluentes de congelación repercutiendo positivamente en la mejor calidad espermática después de la descongelación que asociado a las técnicas de inseminación como la post-cervical han permitido alcanzar excelente fertilidad y prolificidad empleando solo dosis espermáticas de 500 a 1 000x10⁹ de espermatozoides (Flowers, 2002). Conjuntamente con una buena detección de estro de la hembra puede ofrecer resultados similares a los obtenidos con semen diluido a 17 °C, con tasas de parto superiores al 80 % (Estrada-Paqui y Martínez, 2017).

El glicerol es el crioprotector de primera elección, ya que penetra dentro de la célula espermática y evita la formación de cristales de hielo intracelulares y la concentración de electrolitos. Así mismo, las concentraciones de glicerol que se utilizan debe ser de no más del 6.5 % pues resulta tóxico para el espermatozoide ya que afecta la viscosidad citoplasmática, la síntesis y utilización del ATP (Holt, 2000). En la actualidad se ha investigado otros agentes crioprotectores menos dañinos al espermatozoide, tales como los agentes no permeables dentro de estos, los azúcares como la trehalosa y sacarosa, ya que estos favorecen la excreción de agua fuera de la célula, a fin de disminuir la formación de cristales de hielo intracelulares (Cerrutti *et al.*, 2000). La trehalosa es un disacárido no reductor. Además, es un estabilizador de biomoléculas, incluyendo proteínas. A la trehalosa se le adjudican diferentes propiedades fisicoquímicas como son la antioxidación, crioprotector y su participación en la glucólisis (Jafaroghli *et al.*, 2011). Athurupana *et al.* (2015) mencionan que al utilizar 100 mM de trehalosa para la criopreservación del espermatozoide de verraco tuvieron mejores resultados de movilidad, viabilidad e integridad del acrosoma, esto disminuyendo la concentración de glicerol al 3 y 1.5 %. Tonieto *et al.* (2010) probaron niveles de glicerol de 3 % y 1.5 % combinado con trehalosa 100 mM, obteniendo resultados positivos en la calidad del



semen criopreservado de ovino. En este contexto, Zhang et al. (2020) reportaron que la utilización de trehalosa en combinación con glicerol mejora la calidad del semen criopreservado. También, a la trehalosa se le atribuye un efecto a nivel osmótico sobre la célula espermática muy parecido al glicerol y puede mejorar la calidad del semen criopreservado (Athurupana *et al.*, 2015).

Así mismo, la trehalosa participa en la glucólisis la cual es la principal ruta por medio de la cual el espermatozoide produce energía para su desplazamiento y otras funciones, teniendo de esta forma la trehalosa un efecto positivo sobre la calidad del semen criopreservado (Bittencourt *et al.*, 2018; Jia *et al.*, 2021). Otro aditivo de reciente utilización como fuente energética para el espermatozoide de verraco es la miel de abeja deshidratada con un porcentaje de inclusión del 0.25 %, la cual tiene efecto sobre el gasto energético a nivel glucolítico y por tanto mejora los parámetros de movilidad, viabilidad e integridad del acrosoma de acuerdo a Balogun et al. (2021) y Balogun et al. (2023). El objetivo fue determinar el efecto combinado de crioprotectores sobre los estimadores seminales.

Metodología

Se utilizaron tres verracos de línea genética híbrida del centro de transferencia genética (CTG) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), perteneciente a la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). De 30 a 36 meses de edad, los cuales están alojados en corrales de 4 x 2 m. La alimentación de 2.5 Kg/ día, basada con 14 % de proteína, 3.1 Mcal/ EM y 0.6 % de lisina. La colección de semen se realizó por la técnica de la mano enguantada, una vez por semana alternando cada verraco (Estrada *et al.*, 2014). Se utilizaron 10 eyaculados y la evaluación de semen se llevó a cabo en el laboratorio de reproducción de monogástricos, donde se evaluaron los estimadores macroscópicos y microscópicos del semen de acuerdo a la técnica descrita por Estrada-Paqui y Martínez (2017). Para la dilución de semen se utilizó el diluyente de mediana conservación VITASEM® y el almacenamiento en cámara de temperatura controlada de 17 °C. Se tomaron muestras de semen completo de 40 mL (30×10^6 espermatozoides/ mL) después de la colección y se diluyó 1:3 (v/v), 40 mL semen y 120 mL diluyente. 24 horas



después del almacenamiento se procedió a la analítica seminal de referencia (movilidad y viabilidad) del semen. Brevemente se procedió a realizar el protocolo de enfriamiento y congelación descrito por Estrada et al. (2014), iniciando con la centrifugación del semen a 2400 rpm/ 5 minutos, posteriormente se reconstituye el pellet con 335 μ L de medio LEY por cada tubo graduado cuidando la temperatura del medio LEY y semen. Se realizó la analítica seminal (movilidad, viabilidad y concentración) para posteriormente el reajuste de la concentración depositando 1990 μ L solución espermática y 10 μ L de semen reconstituido. Se agregó el LEY restante al semen reconstituido. Se pasó a refrigeración durante 120 minutos (tasa de enfriamiento de 0.1 °C/ minuto) hasta 5 °C.

El diseño experimental fue completamente al azar con mediciones repetidas y se formaron los tratamientos: T1 testigo: Glicerol 6 % (648 μ L) y lauril sulfato de sodio (SDS) 1.5 % (10 mg); T2: Glicerol 3 % (324 μ L), miel de abeja deshidratada (MAD) 0.25 % (25 mg), trehalosa 100 mM (342 mg) y SDS 1.5 % (10 mg); T3: Glicerol 1.5 % (162 μ L), MAD 0.25 % (25 mg), trehalosa 100 mM (342 mg) y SDS 1.5 % (10 mg) y se procedió al llenado de pajillas de 0.5 mL con 500×10^6 de espermatozoides y fueron expuestas a vapores de nitrógeno líquido durante 10 minutos y depositadas en termo criogénico para su almacenamiento.

Se descongelaron dos pajillas por tratamiento a 38 °C por agitación durante 20 segundos y posteriormente el vaciamiento de la pajilla en diluyente VITASEM® 1:3 (v/v) en tubo graduado y se mantuvo en incubación durante 15 minutos a 38 °C. Las variables seminales evaluadas fueron movilidad por microscopia óptica directa a 10x y viabilidad con tinción de eosina-nigrosina a los 0 y 15 minutos posdescongelación por medio de microscopio óptico efectuando un conteo de 200 espermatozoides, realizando dos replicas para las dos variables. El análisis estadístico se llevó a cabo por comparación de medias y análisis de varianza (ANOVA) entre tratamientos y entre verracos con una significancia de $P < 0.05$, en el paquete estadístico SPSS ver. 27.

Resultados

El porcentaje de movilidad espermática a la descongelación para los tratamientos 1, 2 y 3 fueron 35 ± 2.2 , 37 ± 2.1 ; 33 ± 1.5 , 39 ± 1.2 ; 36 ± 1.6 , 37 ± 1.5 y el porcentaje de viabilidad



fue 54 ± 1.1 , 54 ± 0.7 ; 53 ± 2.4 , 53 ± 2.3 ; 51 ± 2.9 , 55 ± 2.5 a los 0 y 15 minutos respectivamente, no se encontraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$, Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la combinación glicerol, miel de abeja deshidratada y trehalosa sobre la movilidad y viabilidad del espermatozoide porcino (media, error a la media, $n = 10$).

Tratamiento	MD %	MI %	VD %	VI %
1	35 ± 2.2^a	37 ± 2.1^a	54 ± 1.1^a	54 ± 0.7^a
2	33 ± 1.5^a	39 ± 1.2^a	53 ± 2.4^a	53 ± 2.3^a
3	36 ± 1.6^a	37 ± 1.5^a	51 ± 2.9^a	55 ± 2.5^a
Valor P	0.44	0.52	0.26	0.75

1: Convencional testigo; 2: Glicerol 3 %, MAD 0.25 %, trehalosa 100 mM y SDS 1.5 %; 3: Glicerol 1.5 %, MAD 0.25 %, trehalosa 100 mM y SDS 1.5 %. MD: Movilidad/descongelación, MI: Movilidad incubación 37 °C/ 15 min, VD: Viabilidad/descongelación, VI: Viabilidad incubación 37 °C/ 15 min.

Literales (a, b) en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$).

En cuanto al porcentaje de movilidad espermática a la descongelación entre verracos fueron 34 ± 1.7 , 38 ± 1.1 ; 35 ± 2.4 , 38 ± 2.0 ; 34 ± 1.4 , 35 ± 1.4 respectivamente, no observando diferencias a 0 y 15 minutos ($P > 0.05$, Cuadro 2). En el caso del porcentaje de viabilidad se obtuvieron los porcentajes de 49 ± 1.7 , 49 ± 1.6 ; 51 ± 1.6 , 53 ± 1.5 ; 56 ± 2.3 , 58 ± 2.1 , en el que se observó diferencias significativas en la viabilidad a 15 minutos para el verraco 3 comparada con los verracos 1 y 2 ($P < 0.05$, Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del verraco sobre la movilidad y viabilidad del espermatozoide porcino (media, error a la media, $n = 10$).

Verraco	MD %	MI %	VD %	VI %
1	34 ± 1.7^a	38 ± 1.1^a	49 ± 1.7^a	49 ± 1.6^a



2	35±2.4 ^a	38±2.0 ^a	51±1.6 ^a	53±1.5 ^a
3	34±1.4 ^a	35±1.4 ^a	56±2.3 ^a	58±2.1 ^b
Valor P	0.94	0.26	0.09	0.01

1: Convencional testigo; 2: Glicerol 3 %, MAD 0.25 %, trehalosa 100 mM y SDS 1.5 %; 3: Glicerol 1.5 %, MAD 0.25 %, trehalosa 100 mM y SDS 1.5 %. MD: Movilidad/descongelación, MI: Movilidad incubación 37 °C/ 15 min, VD: Viabilidad/descongelación, VI: Viabilidad incubación 37 °C/ 15 min.

Literales (a, b) en la misma columna muestran diferencias significativas ($P < 0.05$).

Discusión

La combinación de glicerol a diferentes niveles con miel de abeja deshidratada y trehalosa mantuvieron los parámetros de calidad del semen de verraco a la criopreservación de la misma forma que con el protocolo convencional. Así mismo, se ha descrito que la adición de azúcares al medio de congelación tiene efectos positivos sobre la integridad de la membrana del espermatozoide después de la descongelación, ya que estas moléculas proveen energía para el espermatozoide durante la criopreservación, mantiene la presión osmótica evitando la deshidratación celular (Malo *et al.*, 2010). En el presente estudio no se mostró ninguna diferencia en los parámetros de calidad del espermatozoide de verraco criopreservado en respuesta a la combinación de glicerol con miel de abeja deshidratada y trehalosa, mantuvieron el mismo valor de movilidad e integridad de la membrana plasmática (viabilidad). Estos resultados fueron superiores a los encontrados en este estudio para estos parámetros en combinación de glicerol, miel de abeja deshidratada y trehalosa con una movilidad a 0 y 15 minutos de 35±2.2, 37±2.1; 33±1.5, 39±1.2; 36±1.6, 37±1.5 y viabilidad del 54±1.1, 54±0.7; 53±2.4, 53±2.3; 51±2.9, 55±2.5 respectivamente. Al comparar estos resultados con los reportados Jhamb *et al.* (2021) utilizando diferentes niveles de trehalosa en el medio de congelación encontrando los mejores resultados con 50 mM en semen criopreservado de equino el cual obtuvo una movilidad del 54 % y viabilidad del 60 %. Por su parte, Domínguez *et al.* (2023) al utilizar diferentes crioprotectores demostraron que con 375 mM de trehalosa se obtuvieron los mejores resultados con una movilidad total y viabilidad de 22.21 y 69 % respectivamente en semen de verraco criopreservado, mientras Silva *et al.* (2015) probaron diferentes



concentraciones de dimetilformamida y glicerol en combinación con tres diferentes tipos de azúcar (agua de coco en polvo, lactosa y trehalosa) en el medio de enfriamiento, en donde la combinación de glicerol al 3 % y trehalosa 250 mM tuvieron mejores resultados de movilidad total de 36 % y viabilidad del 40 % en semen criopreservado de verraco. Así mismo, Athurupana et al. (2015) mencionan que al utilizar 100 mM de trehalosa para la criopreservación del espermatozoide de verraco tuvieron mejores resultados de movilidad, viabilidad e integridad del acrosoma, esto disminuyendo la concentración de glicerol al 3 y 1.5 %. Mendoza-Viveros et al. (2022) al utilizar 300 mM de trehalosa y un 10 % de liposomas en el medio de congelación reportaron una motilidad progresiva de 18.92 % y 28.22 % de viabilidad en semen criopreservado de verraco.

Se ha descrito que la suplementación del medio de congelación con una concentración de 10 % de miel de abeja mejoró la movilidad a la descongelación teniendo 52.82 %, lo que optimizó la calidad del semen criopreservado de humano (Fakhrildin y Alsaadi, 2014). De manera similar, Yimer et al. (2015) mencionan que la adición de 2.5 % de miel de abeja al medio Tris durante la congelación de semen de toro se mejoró la movilidad y viabilidad del espermatozoide a la descongelación obteniendo 44.4 ± 1.0 y 43.5 ± 1.5 % respectivamente. Por su parte, Chung et al. (2019) al probar diferentes niveles de inclusión de miel de abeja en el medio de enfriamiento y congelación para semen de toro, encontró los mejores resultados con el 1 % con movilidad total y viabilidad de 61 % y 65 % respectivamente. Balogun et al. (2023) al utilizar diferentes niveles de inclusión de miel de abeja en el medio de congelación obtuvieron los mejores resultados con 0.25 % teniendo una movilidad total de 17.87 % en el semen criopreservado de verraco.

En el presente estudio cabe mencionar que se observó diferencia significativa entre verracos en la variable de viabilidad espermática a 15 minutos de incubación, observando que el verraco 3 fue mejor en viabilidad en respuesta al proceso de criopreservación, situación que ha sido documentado por Estrada et al. (2014) quienes indican que existen diferencias individuales entre verracos clasificándolos como buenos y malos congeladores.

Conclusiones



Las diferentes combinaciones de crioprotectores fueron efectivos manteniendo la calidad del semen a la criopreservación. Por otro lado, la asociación de glicerol, trehalosa y miel de abeja deshidratada puede ser una nueva opción para la criopreservación del espermatozoide porcino. Sin embargo, son necesarios otros estudios que demuestren su potencial de fertilización del semen criopreservado por medio de la inseminación artificial en la cerda, con la finalidad de determinar su capacidad fecundante y parámetros productivos en granjas bajo condiciones de trópico.

Referencias bibliográficas

Athurupana, R., Takahashi, D., Loki S., y Funahashi, H. (2015). Trehalose in glycerol-free freezing extender enhances post-thaw survival of boar spermatozoa. *Journal Reprod Dev*, 61(3), 205-10. [https://doi: 10.1262/jrd.2014-152](https://doi.org/10.1262/jrd.2014-152).

Balogun, K. B., Nicholls, G., Sokunbi, O. A., y Stewart, K. R. (2021). PSV-9 Effects of Natural Honey Inclusion in Dilution and Freezing Extenders on Frozen-thawed Semen Quality in Boars. *Journal of Animal Science*, (99), 211. <https://doi.org/10.1093/jas/skab054.346>

Balogun, K. B., Nicholls, G., Sokunbi, O. A., y Stewart, K. R. (2023). Cryoprotectant effects of natural honey on spermatozoa quality of pre-freezing and frozen-thawed boar semen. *Journal of Animal Science*, (101), 1-12. doi: [10.1093/jas/skac384](https://doi.org/10.1093/jas/skac384).

Bittencourt, R. F., Oba, E., de Almeida Biscarde, C. E., Azevedo, H. C., Bittencourt, M. V., de Menezes, G. F., da Silva Lima, A., da Mata Fuchs, K., y de Lisboa Ribeiro Filho A. (2018).

Dimethylacetamide and trehalose for ram semen cryopreservation. *Cryobiology*, (85), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2018.10.266>

Cerrutti, P., Segovia de Huergo, M., Galvagno, M., Schebor, C., y del Pilar Buera, M. (2000). Commercial baker's yeast stability as affected by intracellular content of trehalose, dehydration procedure and the physical properties of external matrices. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 54(4), 575-580. doi: [10.1007/s002530000428](https://doi.org/10.1007/s002530000428).



Chung, E.L., Nayan, N., Nasir, N.S., Hing, P.S., Ramli, S., Rahman, M.H., & Kamalludin, M.H. (2019). Effect of honey as an additive for cryopreservation on bull semen quality from different cattle breeds under tropical condition. *Journal of Animal Health and Production*, 7(4), 171-178. doi:[10.17582/journal.jahp/2019/7.4.171.178](https://doi.org/10.17582/journal.jahp/2019/7.4.171.178)

Domínguez, R. Á., Herrera, H. J., Ramón, U. J., Aguilar, U. E., Loeza, C. H., y Sanginés, G. J. (2023). Efecto de diferentes crioprotectores sobre la criopreservación del semen de cerdo Pelón Mexicano. *Abanico Veterinario*. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.23>

Estrada-Paqui y Martínez R. (2017). Tendencias actuales de reproducción en porcino. Editorial Académica Española.

Estrada, P. E., Rodríguez-Gil, J. E., Rocha, L. G., Balasch, S., Bonet, S. and Yeste, M. (2014). Supplementing cryopreservation media with reduced glutathione increases fertility and prolificacy of sows inseminated with frozen-thawed boar semen. *Andrology*, (2), 88- 99. doi: [10.1111/j.2047-2927.2013.00144.x](https://doi.org/10.1111/j.2047-2927.2013.00144.x)

Fakhridin, M. M., & Alsaadi, R. A. (2014). Honey Supplementation to Semen-Freezing Medium Improves Human Sperm Parameters Post-Thawing. *Journal of Family y Reproductive Health*, 8(1), 27 - 31. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4064758/>

Flowers, W. L. (2002). Increasing fertilization rate of boars: influence of number and quality of spermatozoa inseminated. *Journal of Animal Science*, (80), 47–53. <https://doi.org/10.2527/animalsci2002.0021881200800ES10008x>

Holt, W. V. (2000). Basics aspects of frozen storage of semen. *Anim Reprod Sci*, (62), 2-32. doi: [10.1016/s0378-4320\(00\)00152-4](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00152-4).

Jafaroghli, M., Khalili, B., Farshad, A., y Zamiri, M. J. (2011). The effect of supplementation of cryopreservation diluents with sugars on the post-thawing fertility of ram semen. *Small Ruminant Research*, 96, 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.11.010>

Jhamb, D., Sharma, S., Talluri, T. R., Nirwan, S. S., Juneja, R., Kumar, V., Tanwar, A., Pargi, K., Deepak, Nandan, D., Kumar, P., Gaur, M., and Gautam, L. K. (2021). Effect of Trehalose Supplementation to Semen Extender on Quality of Cryopreserved Stallion



Semen. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 10(01): 1342-1350.
doi:[10.20546/ijemas.2021.1001.160](https://doi.org/10.20546/ijemas.2021.1001.160)

Jia, B., Memon, S., Liang, J., Lv, C., Hong, Q., Wu, G., y Quan, G. (2021). Trehalose modifies the protein profile of ram spermatozoa during cryopreservation. *Theriogenology*, (171), 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.05.004>

[Malo, C., Gil, L., Gonzalez, N., Cano, R., de Blas, I., y Espinosa, E. \(2010\). Comparing sugar type supplementation for cryopreservation of boar semen in egg yolk based extender. *Cryobiology*, \(61\), 17–21. doi: \[10.1016/j.cryobiol.2010.03.008\]\(https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2010.03.008\)](#)

Mendoza-Viveros, C. D., Gutiérrez-Pérez, O., Bernad-Bernad, M. J., Medina-Torres, L., Monroy-Barreto, M., Gimeno, M., y Trujillo-Ortega, M. E. (2022). Boar semen cryopreserved with trehalose-containing liposomes: disaccharide determination and rheological behaviour. *Zygote*. 30(6), 895-902. doi: [10.1017/S0967199422000442](https://doi.org/10.1017/S0967199422000442)

Roca, J., Parrilla, I., Rodriguez-Martinez, H., Gil, M. A., Cuello, C., Vázquez, J. M., and Martínez, E. A. (2011). Approaches towards efficient use of boar semen in the pig industry. *Reprod Dom Anim*, (46), 9-83. doi: [10.1111/j.1439-0531.2011.01828.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01828.x)

Silva, C. G., Cunha, E. R., Blume, G. R., Malaquias, J. V., Bão, S. N., y Martins, C. F. (2015). Cryopreservation of boar sperm comparing different cryoprotectants associated in media based on powdered coconut water, lactose and trehalose. *Cryobiology*, (70), 90–94. doi: [10.1016/j.cryobiol.2015.01.001](https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2015.01.001).

Tonieto, R. A., Goularte, K. L., Gastal, G. D. A., Schiavon, R. S., Deschamps, J. C., y Lucia J. R. T. (2010). Cryoprotectant effect of trehalose and low-density lipoprotein in extenders for frozen ram semen. *Small Ruminant Research*, (93), 206-209. doi:[10.1016/j.smallrumres.2010.05.003](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.05.003)

Yimer, N. N., Muhammad, K., Sarsaifi, Y., Rosnina, A., Khumran, M., and Kaka, A. (2015). Effect of honey supplementation into tris extender on cryopreservation of bull spermatozoa. *Journal Animal Science*, 18(2), 47–54.

Zhang, T. Y., Tan, P. C., Xie, Y., Zhang, X. J., Zhang, P. Q., Gao, Y. M., Zhou, S. B., and Li, Q. F. (2020). The combination of trehalose and glycerol: an effective and non-



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



toxic recipe for cryopreservation of human adipose-derived stem cells. *Stem Cell Research & Therapy*, (11), 460. doi: [10.1186/s13287-020-01969-0](https://doi.org/10.1186/s13287-020-01969-0)