

TECNOLOGÍAS VERDES PARA LA INNOVACIÓN AGROSUSTENTABLE

HERRAMIENTAS EN EQUILIBRIO CON EL PLANETA



COORDINADORES

MERCEDES MURAIRA SOTO - ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS - ENRIQUE ANDRIO ENRÍQUEZ



ISBN: 978-607-5893-54-9



9 786075 893549

COORDINADORES

Mercedes Muraira Soto, Roberto Panuncio Mora Solis, Enrique Andrio Enríquez

AUTORES

Abigail Vázquez García, Adriana Elena Rivera Meza, Alberto Ceballos, Alfonso Barbosa Moreno, Alfredo Díaz Criollo, Alfredo Rubio Galván, Ana Griselda Hernández Vallejo, Antelmo Prado Leal, Arturo Barbosa Olivares, Brandon Joel Gómez Acosta, Brianda Mendoza Milla, Carlos Eusebio Mar Orozco, Cesar Estrada Urbina, Cristina Guerrero Rodríguez, Daniel Bello Parra, Daniel Montiel López, Daniel Tejeda Córdoba, Daniel Utrera López, Emanuel Pérez López, Enrique Andrio Enríquez, Erika Dolores Ruiz, Félix David Murillo Cuevas, Félix Murrieta Domínguez, Flor Virginia León, Gabriela Barbosa Moreno, Jacel Adame García, Jesús Eduardo Hernández Cortes, Jesús Herrera Alarcón, Johana Vásquez Procopio, José Antonio Fernández Viveros, Juana Fabiola Jiménez Flores, Julio Fernando Salazar Gómez, Leira Carol Escudero Ramírez, Luis Alberto Montes Gutiérrez, Manuel Hernández Cárdenas, María de Jesús Valdivia Rivera, Marvin Ruiz Vargas, Mercedes Muraira Soto, Miqueas González Zárate, Montserrat Acosta Cadenas, Ramiro Sánchez Uranga, Ricardo Fabian Alvarado Mar, Roberto Anibal Flores Guerrero, Roberto Panuncio Mora Solís, Rubén Onofre Aguirre Alonso, Salvador Paredes Rincón, Sofía Flores Muñoz, Susana del Carmen Mina, Ulises de Jesús Orozco Cuervo, Verónica Hernández Morales, Vicente Villar Zarate

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2025



EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.
CEL 2282386072
www.redibai.org
redibai@hotmail.com

ISBN: 978-607-5893-54-9



Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.
(978-607-5893)
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.
No. de ejemplares: 2
Presentación en medio electrónico digital
Formato PDF 10 MB
Fecha de aparición 28/11/2025
ISBN 978-607-5893-54-9

DICTAMEN EDITORIAL

La presente obra fue arbitrada y dictaminada en dos procesos; el primero, fue realizado por el **COMITÉ EDITORIAL RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.** con sede en México; que sometió a los capítulos incluidos en la obra a un proceso de dictaminación a doble ciego para constatar de forma exhaustiva la temática, pertinencia y calidad de los textos en relación a los fines y criterios académicos de la misma, cumpliendo así con la primera etapa del proceso editorial. El segundo proceso de dictaminación estuvo a cargo del **COMITÉ CIENTÍFICO RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.**; donde se seleccionaron expertos en el tema para la evaluación de los capítulos de la obra y se procedió con el sistema de dictaminación a doble ciego. Cabe señalar que previo al envío a los dictaminadores, todo trabajo fue sometido a una prueba de detección de plagio. Una vez concluido el arbitraje de forma ética y responsable y por acuerdo del Comité Editorial y Científico de la Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. (REDIBAI), se dictamina que la obra **“TECNOLOGÍAS VERDES PARA LA INNOVACIÓN AGROSUSTENTABLE. HERRAMIENTAS EN EQUILIBRIO CON EL PLANETA”** cumple con la relevancia y originalidad temática, la contribución teórica y aportación científica, rigurosidad y calidad metodológica, actualidad de las fuentes que emplea, redacción, ortografía y calidad expositiva.

Dr. Daniel Armando Olivera Gómez

Director Editorial

Sello Editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.
(978-607-5893)

Dublín 34, Residencial Monte Magno

C.P. 91190. Xalapa, Veracruz, México.

Cel 2282386072

CERTIFICACIÓN EDITORIAL

RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. (REDIBAI) con sello editorial **No. 978-607-5893** otorgado por la Agencia Mexicana de ISBN, hace constar que el libro **“TECNOLOGÍAS VERDES PARA LA INNOVACIÓN AGROSUSTENTABLE. HERRAMIENTAS EN EQUILIBRIO CON EL PLANETA”** registrado con el **ISBN 978-607-5893-54-9** fue publicado por nuestro sello editorial con fecha de aparición del 28 de noviembre de 2025 cumpliendo con todos los requisitos de calidad científica y normalización que exige nuestra política editorial.

Fue evaluado por pares académicos externos y aprobado por nuestro Comité Editorial y Científico.

Todos los soportes concernientes a los procesos editoriales y de evaluación se encuentran bajo el poder Editorial de **RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. (REDIBAI)**, los cuales están a disposición de la comunidad académica interna y externa en el momento que se requieran.

La normativa editorial y repositorio se encuentran disponibles en la página **<http://www.redibai-myd.org>**

Doy fe.

Dr. Daniel Armando Olivera Gómez

Director Editorial

Sello Editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.

(978-607-5893)

Dublín 34, Residencial Monte Magno

C.P. 91190. Xalapa, Veracruz, México.

Cel 2282386072

TECNOLOGÍAS VERDES PARA LA INNOVACIÓN AGROSUSTENTABLE

HERRAMIENTAS EN EQUILIBRIO CON EL PLANETA

Prólogo

En un mundo cada vez más interconectado, el sector agrícola enfrenta desafíos sin precedentes: desde el cambio climático y la escasez de recursos, hasta la creciente demanda de alimentos para una población global en constante expansión. Es en este contexto donde la innovación se convierte en la clave para un futuro más sostenible y responsable, tanto para la agricultura como para el planeta.

El concepto de tecnologías verdes surge como una respuesta estratégica a estas crisis globales. No solo se trata de herramientas avanzadas que optimizan los procesos productivos, sino de una visión integradora que busca equilibrar el progreso humano con la preservación del medio ambiente. A lo largo de estas páginas, se exploran diversas herramientas tecnológicas que no solo mejoran la eficiencia y competitividad de la agricultura, sino que también refuerzan el compromiso con la sustentabilidad.

Desde el uso de energías renovables en la producción agrícola hasta la implementación de sistemas de riego inteligente, cada innovación descrita en este libro tiene como objetivo un agro más resiliente, respetuoso y responsable. Pero más allá de la tecnología en sí, lo que se plantea es un cambio de paradigma en cómo entendemos la relación entre el ser humano y la tierra.

Las tecnologías verdes no son solo un conjunto de soluciones aisladas, sino un modelo integral que busca armonizar el progreso económico y la preservación del medio ambiente. Este enfoque no solo promueve la competitividad, sino también la justicia social y la equidad, aspectos fundamentales para la sostenibilidad del sector agrícola a largo plazo.

Se presenta una guía práctica y un llamado a la acción para todos los actores del sector agroalimentario: productores, empresarios, técnicos y gobiernos. Todos ellos deben ser parte de este proceso de transformación, aprovechando las herramientas disponibles para lograr un futuro donde la innovación y la sostenibilidad vayan de la mano, contribuyendo a la construcción de un agro competitivo, responsable y en equilibrio con el planeta.

En sus páginas, se ofrecerán conocimientos, ejemplos y casos de éxito que demuestran que es posible producir más con menos, cuidando nuestro entorno y asegurando el bienestar de las generaciones futuras. Porque, como bien sabemos, la innovación verde no es solo una opción, sino una necesidad imperiosa para la agricultura del mañana.

ÍNDICE

TÉCNICAS PARA INDUCCIÓN A LA FLORACIÓN EN EL CULTIVO DE LIMÓN (Citrus latifolia)

Roberto Panuncio Mora Solís

Cesar Estrada Urbina

Vicente Villar Zarate

Emanuel Pérez López

Mercedes Muraira Soto

1

PARTICIPACIÓN DE LAS MUJERES EN EL MANEJO DE PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN LA GANADERÍA TROPICAL

Jesús Herrera Alarcón

Brianda Mendoza Milla

Sofía Flores Muñoz

Luis Alberto Montes Gutiérrez

9

DIVERSIDAD DE ÁRBOLES HOSPEDEROS DE EPÍFITAS VASCULARES, INDICADORES AMBIENTALES PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

Miqueas González Zárate

Rubén Onofre Aguirre Alonso

Antelmo Prado Leal

15

SIEMBRA DE HORTALIZAS EN ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ

Luis Alberto Montes Gutiérrez

Leira Carol Escudero Ramírez

Abigail Vasquez Garcia

27

COBERTURA Y MATERIA SECA DE SEIS PASTOS FORRAJEROS EN TRES LOCALIDADES DEL CENTRO DE VERACRUZ

Salvador Paredes Rincón

Luis Alberio Montes Gutiérrez

Ana Grisel Hernández Vallejo

41

TEMPORADA DE ANIDACION DE TORTUGAS MARINAS (Lepidochelys kempii) 2023

Alfredo Rubio Galván

Brandon Joel Gómez Acosta

Luis Alberto Montes Gutiérrez

Salvador Paredes Rincon

56

EMPREDIMIENTO SOSTENIBLE CON CERVEZA DE SOYA EN MÉXICO: INNOVACIÓN AGROINDUSTRIAL Y APORTES A LA AGENDA 2030

Belén Susana del Carmen Mina

65

ÍNDICE

MODELO DE INTERVENCIÓN SOCIAL: PLAN ESTRATÉGICO PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO DE HONGO COMESTIBLE GÉNERO: Pleurotus

Ramiro Sánchez Uranga
Juana Fabiola Jiménez Flores
Daniel Utrera López
Montserrat Acosta Cadenas

78

DESARROLLO DE UN PROTECTOR SOLAR ORGÁNICO.

Verónica Hernández Morales
Ma. Cristina Guerrero Rodríguez
Ulises de Jesús Orozco Cuervo
Ricardo Fabian Alvarado Mar

85

ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ORGÁNICOS, ERGONÓMICOS EN VIVIENDAS SOSTENIBLES

Carlos Eusebio Mar Orozco
Alfonso Barbosa Moreno
Gabriela Barbosa Moreno
Ulises de Jesús Orozco Cuervo

92

REDISEÑO DE UN CONTENEDOR DE RESIDUOS DOMESTICOS

Arturo Barbosa Olivares
Roberto Anibal Flores Guerrero
Gabriela Barbosa Moreno
Ricardo Fabian Alvarado Mar

101

CULTIVATEC, TALLER DE CAPACITACIÓN COMO PRÁCTICA SOLIDARIA DE HONGOS COMESTIBLES

Montserrat Acosta Cadenas
Juana Fabiola Jiménez Flores
Daniel Utrera López
Ramiro Sánchez Uranga

109

LA NEOFOBIA ALIMENTARIA Y SU EFECTO EN EL CONSUMO DE PRODUCTOS E IMPACTO AMBIENTAL

Jerika Dolores Ruiz
Julio Fernando Salazar Gómez
María de Jesús Valdivia Rivera
Daniel Tejeda Córdoba
Manuel Hernández Cárdenas

116

ÍNDICE

PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO CON SEMILLA DE MAIZ

Daniel Bello Parra

Félix Murrieta Domínguez

Alberto Ceballos

Jesús Eduardo Hernández Cortes

129

TÉCNICAS PARA INDUCCIÓN A LA FLORACIÓN EN EL CULTIVO DE LIMÓN (*Citrus latifolia*)

Roberto Panuncio Mora Solís¹

Cesar Estrada Urbina²

Vicente Villar Zarate³

Emanuel Pérez López⁴

Mercedes Muraira Soto⁵

RESUMEN

La inducción a la floración con diferentes tratamientos es una de las practicas que se han estado manejado en los últimos años, con el objetivo de asegurar un mayor porcentaje de frutos en el cultivo de limón. El cultivo de limón se ha dado mucho énfasis en el rendimiento del cultivo, ya que en los últimos años su producción se ha vuelto de suma importancia, por lo que buscan obtener mayor porcentaje de producción por hectárea. En el cultivo de limón los productores han aplicado productos y paquetes sin ningún estudio o investigación previa que garantice la productividad de este.

El presente proyecto de investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan en el área agrícola de este ultimo, en donde se evaluó el % de floración del cultivó de limón con dos tratamientos, con la finalidad de comparar y determinar cual es el mejor tratamiento.

Palabras claves: Floración, producción, limón persa

ABSTRACT

Induction of flowering with different treatments is one of the practices that have been managed in recent years, with the aim of ensuring a higher percentage of fruits in lemon cultivation. The cultivation of lemon has placed a lot of emphasis on the yield of the crop, since in recent years its production has become of utmost importance, which is why they seek to obtain a higher percentage of production per hectare. In lemon cultivation, producers have applied products and packages without any prior study or research to guarantee its productivity.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. robertopanuncio.ms@cpapaloapan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. L20810088@cpapaloapan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. vicente.vz@cpapaloapan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. emanuel.pl.@cpapaloapan.tecnm.mx

⁵ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan.

The present research project was carried out in the orchard of the Technological Institute of the Papaloapan Basin, where the % flowering of the lemon crop was evaluated with two treatments, with the purpose of comparing and determining which is the best treatment.

Keywords: flowering, production, Persian lemon

INTRODUCCIÓN

El cultivo de limón persa en los últimos años se ha vuelto de suma importancia debido a sus características nutricionales, su uso en la gastronomía, en la farmacéutica e industria agroalimentaria. Considerando que en la fruticultura mexicana es considerada una de las actividades agrícolas más redituables en el sector agropecuario mexicano.

En los últimos años la producción fruticultura en México se ha duplicado, llegando a posicionarse en el segundo lugar, como uno de los mayores productores de limón, destacando que México exporta cerca de un cuarto de la producción citrícola nacional, siendo su principal mercado Estados Unidos de América.

El limón persa ha mostrado ser uno de los principales cultivos a nivel nacional, dentro de los principales estados productores son: Veracruz, Oaxaca y Tabasco. Oaxaca se ha posicionado como el segundo estado productor de limón persa a nivel nacional, la dinámica del cultivo en este estado aumento en más del 70%. La región que tiene la mayor cantidad de producción es la cuenca del Papaloapan, la cual está conformada por dos distritos 1) Choapam (bajo mixe) y San Juan Bautista Tuxtepec. Según SIAP la producción en esta región asciende a 136,859.93 toneladas (Guajardo Quiroga & Villezca Becerra , 2004).

De acuerdo con su importancia a nivel regional es importante el desarrollo de trabajos de investigaciones enfocados en el cultivo de limón persa, desde el manejo del cultivo y cosecha. Por tal motivo, el presente trabajo de investigación se realizó con respecto a la floración del cultivo de limón persa, comparando 3 tratamientos (urea desbiuretizada, ácido naftanealctico y un testigo que consistió en la poda del árbol, se realizaron aplicaciones semanales, durante 49 días de los tratamientos 1 y 2. Obteniendo resultados favorables con la urea desbiuretizada, contabilizando un mayor número de hojas. Por lo que se recomienda seguir realizando pruebas en cuanto al porcentaje de floración del cultivo.

En la cuenca del Papaloapan uno de los principales cultivos es el limón, debido a las condiciones climáticas que son favorecedoras para este cultivo en la zona. Es importante destacar que el cultivo de limón genera miles de empleos, así como a la contribución a la economía local. Por tal motivo, el enfocarse en la producción de limón es de suma importancia, además de que se buscan nuevas

alternativas para tener una mayor producción de esta. Por tal motivo, los trabajos de investigación enfocados a este cultivo traerán beneficios tanto a los productores como aquellas instituciones que realicen dichos trabajos de investigación.

METODOLOGÍA

El presente proyecto de investigación se realizó en el Área del huerto escuela del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan en las siguientes coordenadas latitud: 18°.0901182" N., Longitud de 96°.1009841" W, en Av. Tecnológico No. 21. Ejido San Bartolo, Tuxtepec, Oax., C.P. 68446. Durante el periodo Agosto-septiembre 2024.

Ilustración 1. Ubicación de la parcela huerto escuela del ITCP, Google maps



Diseño experimental.

El diseño de bloques completos al azar es un método muy empleado en el estudio de campo en cultivo, ya que, la selección aleatoria es una forma de seleccionar de manera al azar cierto número de individuos en un grupo representativo.

El diseño se estableció en una parcela con una medición total de 387 m², con un total de 30 árboles, de los cuales se seleccionaron al azar 6 para los tratamientos, los cuales fueron asignados dos árboles a los tratamientos T1 (Testigo), T2 (Urea), T3 (ácido naftanelacetico).

Ilustración 2 Croquis del Diseño Experimental



Aplicación de los tratamientos

Se mezclan 70 g de urea desbiuretizada en 7 litros de agua por árbol, aplicándolo de manera foliar a cada uno de los árboles seleccionado. Para el tratamiento 2, se mezclan 63 ml de ácido Rootindol por cada 7 litros de agua. Todas las plantas seleccionadas.

El tratamiento

Ilustración 3 Selección de los árboles de limón persa



Ilustración 4 Urea desbiuterizada



Primera aplicación de los tratamientos: nuestra muestra control se realizó el despunte de los árboles seleccionados, para el caso de las otras muestras se aplicaron los tratamientos con urea y ácido.

Sexta aplicación: los tratamientos se siguieron aplicando cada 7 días, en la séptima aplicación se realizó un conteo de los numero de flores y el conteo de flores.

RESULTADOS

A continuación, en la tabla 1 se muestran los datos obtenidos en el huerto del cultivo de limón (tratamiento, testigo) que se recabaron en el periodo de los 49 días. En la tabla 3 se muestran los resultados de la prueba de normalidad de los tratamientos y en la tabla 4 Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas.

Ilustración 5 Floración de Los árboles de limón persa



Tabla 1 Datos del obtenidos de a investigación

Árbol	Tratamiento		
	T1	T2	T3
1	4	78	0
2	2	27	0
	3	52.5	0

Tabla 1 Prueba de Normalidad

	W	p
Floración	0.854	0.170

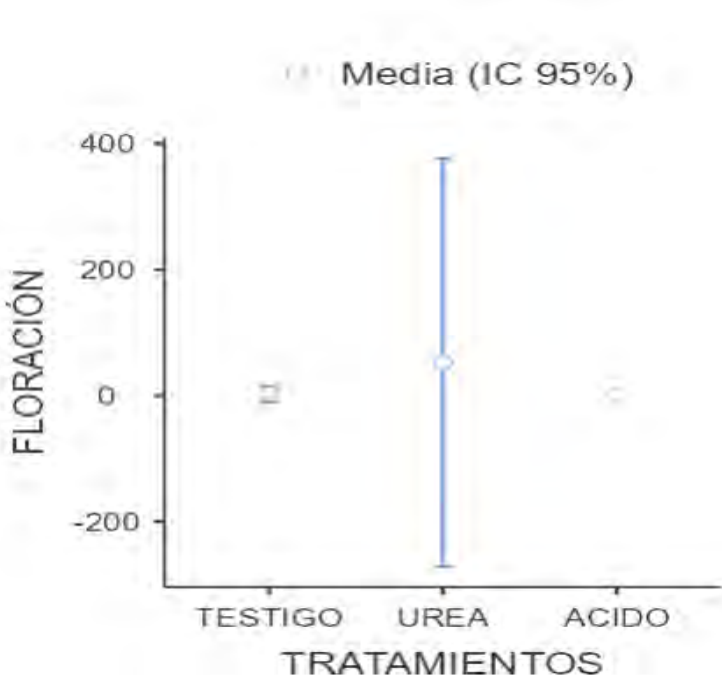
Tabla 3 Pueba de homogenidad

	F	gl1	gl2	p
Floración	2.84e+32	2	3	<.001

Tabla 4 Descriptivas de grupos

	Tratamientos	N	Media	DE	EE
Floración	Testigo	2	3.00	1.41	1.00
	Urea	2	52.50	36.06	25.50
	Acido	2	0.00	0.00	0.00

Ilustración 6 Representación gráfica de la media de los tratamientos



El resultado obtenido al realizar dicho proyecto se demuestra que los tratamientos aplicados, el que mostros mayores resultados en cuanto a la incidencia de floración fue la urea desbiuretizada, en la cuarta semana de aplicar el tratamiento; durante el trascurso de los 49 días se obtuvo un promedio de floración del 6.56%.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos no fueron deseados debido a la temporada de lluvias, lo cual interfirieron en el conteo de las flores.

Los resultados obtenidos en este trabajo se asocian a los obtenidos por Magaña Sandoval , 2016, quien realizo su trabajo de investigación relacionado con la inducción de floración fuera de temporada en el cultivo de limón persa, mediante la aplicación de fertilizantes especializados, teniendo resultados buenos en aquellas plantas tratadas con los fertilizantes utilizados, mostrando una respuesta significativa respecto al número de flores.

REFERENCIAS

- De los Santos Morales , I. (2013). *Morfología del Huanglongbing (Candidatus liberibacter spp) de los cítricos* . Xalapa Enrique .
- Escobar de Leon , J., De Jesus Vanegas , M., & Antonio Alas , F. (2002). *Guia técnica del cultivo de limón persa* (Vol. 1). Nueva San Salvador: Editorial Maya.
- Flores Sanchez , J. L., Mora Aguilera , G., & Loeza , E. (2015). pérdidas en producción inducidas por Candidatus Liberibacter asiaticus en limón persa, en Yucatán, México. *Revista mexicana de fitopatología* , 1-18.
- Guajardo Quiroga , R., & Villezca Becerra , P. A. (01 de Octubre de 2004). impacto de la apertura comercial de México y su integración en bloques comerciales en el mercado mundial del limón . *Ciencia UANL*, págs. 497-507.
- Magaña Sandoval , E. A. (2016). inducción de la floración fuera de temporada en el cultivo de lima persa (citrus Latifolia Tan.) mediante aplicación de fertilización especializada en Morcoy Quintana Roo. *inducción de la floración fuera de temporada en el cultivo de lima persa (citrus Latifolia Tan.) mediante aplicación de fertilización especializada en Morcoy Quintana Roo*. Tecnológico nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Juan Sarabia.
- Maldonado T., R. A. (2008). Diagnóstico nutricional y validación de dosis de fertilización para limón persa. *terra latinoamericana*, 26(4), 341-349
- De los Santos Morales , I. (2013). *Morfología del Huanglongbing (Candidatus liberibacter spp) de los cítricos* . Xalapa Enrique .
- Escobar de Leon , J., De Jesus Vanegas , M., & Antonio Alas , F. (2002). *Guia técnica del cultivo de limón persa* (Vol. 1). Nueva San Salvador: Editorial Maya.
- Flores Sanchez , J. L., Mora Aguilera , G., & Loeza , E. (2015). pérdidas en producción inducidas por Candidatus Liberibacter asiaticus en limón persa, en Yucatán, México. *Revista mexicana de fitopatología* , 1-18.

- Guajardo Quiroga , R., & Villezca Becerra , P. A. (01 de Octubre de 2004). impacto de la apertura comercial de Mexico y si integracion en bloques comerciales en el mercado mundial del limon . *Ciencia UANL*, págs. 497-507.
- Magaña Sandoval , E. A. (2016). induccion de la floracion fuera de temporada en el cultivo de lima persa (citrus Latifolia Tan.) mediante aplicacion de fertilizacionn especializada en Morocoy Quintana Roo. *inducccion de la floracion fuera de temporada en el cultivo de lima persa (citrus Latifolia Tan.) mediante aplicacion de fertilizacionn especializada en Morocoy Quintana Roo*. Tecnologico nacional de Mexico Intitututo tecdnologico de la zona Maya, Juan Sarabia.
- Maldonado T., R. A. (2008). Diagnostico nutrimentasl y validacion de dosis de fertilizacion para limon persa. *terra latinoamericana*, 26(4), 341-349.
- Manzanilla Ramirez , M. A., Joaquin Velasquez , J., & Robles gonzalez , M. (2018). *Manejo integral del cultivo de limon mexicano en un escenario de alta incidencia de HLB*. Tecoman, Colima , Mexico : instituto nacional de investigaciones forestales agricolas y pecuarias.
- Rodriguez Cedillo , M. (2002). *Guia Tecnica para el cultivo de limon persa* . El Salvador : Centro Nacional de tecnologia Agropecuaria y forestal .
- Sanchez Pereyra , R. (2018). Cultivo del Limón Persa (Citrus latifolia L) y sus Principales Plagas y Enfermedades. *Cultivo del Limón Persa (Citrus latifolia L) y sus Principales Plagas y Enfermedades*. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Buena Vista, Saltillo.
- Recuperado el Mayo de 2023

PARTICIPACIÓN DE LAS MUJERES EN EL MANEJO DE PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN LA GANADERÍA TROPICAL

Jesús Herrera Alarcón¹

Brianda Mendoza Milla²

Sofía Flores Muñoz³

Luis Alberto Montes Gutiérrez⁴

RESUMEN

El presente artículo describe el desarrollo de un proyecto de residencia profesional enfocado en el manejo de programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en hatos bovinos del trópico veracruzano. El presente trabajo fue llevado a cabo por dos estudiantes mujeres, destacando la participación femenina en un ámbito tradicionalmente masculino. Se abordan aspectos académicos, técnicos y sociales relacionados con su participación activa, resaltando el papel emergente de las mujeres en actividades agropecuarias y zootécnicas, particularmente en reproducción animal. La experiencia permitió a las residentes aplicar conocimientos adquiridos, fortalecer competencias prácticas y contribuir significativamente al mejoramiento genético del hato ganadero, al tiempo que se promovió la equidad de género en el medio rural.

Palabras clave: inseminación artificial, ganadería tropical, equidad de género, reproducción bovina, mujeres en el campo.

ABSTRACT

This article describes the development of a professional residency project focused on the management of fixed-time artificial insemination (FTAI) programs in cattle herds in the Veracruz tropics. The project was carried out by two female students, highlighting the participation of women in a traditionally male-dominated field. Academic, technical, scientific, and social aspects related to their active participation are addressed, highlighting the emerging role of women in agricultural and zootechnical activities, particularly in animal reproduction. The experience allowed the residents to apply their acquired knowledge, strengthen practical skills, and contribute significantly to the genetic improvement of cattle herds, while promoting gender equity in rural areas.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. jesus.ha@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. L20884644@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. L20884745@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. luis.mg@ugalvan.tecnm.mx

Keywords: artificial insemination, tropical livestock farming, gender equity, bovine reproduction, women in the field.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en zonas tropicales enfrenta múltiples desafíos relacionados con la eficiencia reproductiva, el manejo sanitario y el mejoramiento genético. La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) representa una estrategia biotecnológica eficaz para sincronizar celos y optimizar la fertilidad de los hatos (Baruselli et al., 2017). La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) es una de las prácticas reproductivas más relevantes y avanzadas en la ganadería moderna. Su implementación ha revolucionado el manejo reproductivo en animales de producción, particularmente en bovinos, permitiendo la mejora genética, el aumento de la eficiencia productiva y la optimización de los recursos. Según Sáez et al. (2014), la IATF contribuye significativamente a la mejora de la eficiencia reproductiva, pues permite un control preciso sobre el momento de la inseminación, lo que reduce el tiempo entre partos y mejora el uso de los recursos reproductivos disponibles.

Tradicionalmente, las labores asociadas a estas tecnologías han sido desempeñadas por varones; sin embargo, en los últimos años se ha incrementado la participación de mujeres en este campo, reflejo de los avances en materia de inclusión y equidad de género en las ciencias agropecuarias (FAO, 2021).

Este reporte tiene como objetivo documentar la experiencia de dos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Agronomía, de la especialidad en producción animal durante su residencia profesional, enfocada en el manejo de protocolos de IATF, destacando el papel de la mujer en la ganadería tropical, desde una perspectiva académica, técnica y social.

El presente artículo forma parte de un extracto del informe de residencia profesional realizada en el semestre agosto a diciembre del 2024, en ranchos ganaderos particulares, localizados en las Localidades de Ídolos, perteneciente al Municipio de Actopan y Barra de Chachalacas, del Municipio de Úrsulo Galván, Veracruz. En este se describe la evidencia realizada en el área ganadera, implementándose protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en razas de ganado de carne, registrándose datos sobre las condiciones corporales y reproductivas del ganado, se llevó a cabo la sincronización e inseminación en las hembras, por último, se realizó un análisis de los factores que influyen en el éxito de la inseminación, considerando a estos en la calidad del semen y la experiencia del operador.

La experiencia de las alumnas que realizaron su residencia profesional en actividades ganaderas estuvo enfocada en la adquisición de conocimientos, habilidades y competencias en el manejo de las biotecnologías reproductivas en bovinos, específicamente en el uso de la IATF.

Las prácticas obtenidas en este tipo de residencia fortalecieron las competencias técnicas de las estudiantes, poniéndolas en el contexto real del manejo reproductivo y nutricional de la ganadería del trópico cálido húmedo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como parte del proyecto de la residencia se detectó como problema que existe una alta variación en cuanto a la tasa de éxito de la inseminación artificial a tiempo fijo, toda vez que esta puede variar significativamente dependiendo de varios factores como la raza, la edad de los animales, el manejo, las condiciones ambientales, entre otros. Por lo tanto, se determinó como solución la evaluación de la tasa de fertilidad y la eficiencia del proceso en diferentes condiciones, para proponer mejoras en las prácticas de manejo o protocolos para maximizar la tasa de éxito.

Considerando la problemática se determinaron objetivos específicos, que intentaran resolverla, priorizándolos en el siguiente orden: poner en práctica un programa de inseminación artificial y manejo reproductivo, realizar un análisis económico a través de la comparación de los costos y beneficios de la inseminación a tiempo fijo con métodos de reproducción natural en sistemas de producción tropical, identificando la opción más rentable y analizando la relación entre la salud reproductiva del ganado y las tasas de éxito en la inseminación a tiempo fijo, para la posterior propuesta de estrategias para mejora de la salud reproductiva.

La residencia se llevó a cabo en dos ranchos ganaderos ubicados en los municipios de Actopan y Úrsulo Galván, Veracruz, durante un periodo de cuatro meses. Se trabajó con un hato de 50 vacas, de raza o cruza cárnica. Se aplicó un protocolo de IATF basado en el uso de dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR), Benzoato de estradiol, factor liberador de gonadotropinas (GnRh), Cipionato de estradiol, Cloprostenol sódico (prostaglandina F2 α) y gonadotropina coriónica equina (eCG o PMSG), considerando el protocolo de 9 días, siendo la inseminación en este último día, a tiempo fijo sin detección de celos o calores.

Las actividades que realizaron las alumnas, durante el período de la residencia, acompañadas en todo momento de un asesor externo (Médico Veterinario Zootecnista), incluyeron:

1. Acudir a los ranchos ganaderos para conocer el hato y ver el manejo que se les estaba realizando.

2. Llevar a cabo el diagnóstico reproductivo por palpación rectal y ultrasonografía, para corroborar el estado del aparato reproductor y determinar si eran factibles de responder al tratamiento.
3. Considerar el estado o condición corporal de las vacas (según la escala del 1 al 5), para ser seleccionadas o descartadas del protocolo.
4. Atendidos los puntos anteriores se llevó a cabo la Selección del ganado a trabajar en el protocolo de IATF.
5. Las vacas seleccionadas no presentaban problemas reproductivos previos como infecciones uterinas o enfermedades ováricas. Para esta actividad se seleccionaron 50 vacas en dos ranchos diferentes, 22 y 28 en cada uno respectivamente (Actopan y Úrsulo Galván).
6. Se llevo a cabo la aplicación de los tratamientos hormonales, antes descritos, en dos momentos diferentes, de acuerdo con el hato del rancho a atender.
7. Se realizo la Inseminación artificial con semen congelado de toros de registro.
8. A los 35 días post-inseminación se realizó la evaluación de tasa de preñez mediante ultrasonografía, para poder determinar la tasa de concepción del protocolo de la IATF.

RESULTADOS

Uno de los parámetros clave para evaluar el éxito de un protocolo IATF es la tasa de preñez (número de vacas preñadas en relación con el número total de vacas inseminadas).

Se inseminaron 50 vacas, de las cuales se confirmó por ecografía que quedaron gestantes 27 vacas, lo que arrojó una Tasa de preñez del 56% en promedio de ambos ranchos, 57% y 55%, en Actopan y Úrsulo Galván, respectivamente. Estos resultados corroboran la participación, grado de conocimientos y habilidades de las estudiantes junto al asesor externo, cumpliendo los aspectos técnicos y académicos que demanda la realización de la residencia profesional, ya que para llevar a cabo todo este protocolo debieron de contar con conocimientos en fisiología, reproducción y producción bovina. La IATF en bovinos es una técnica ampliamente utilizada en la ganadería para mejorar la genética del ganado, aumentar la eficiencia reproductiva y controlar mejor los procesos de cría. Los costos de la IATF en bovinos pueden variar dependiendo de factores como la región, el proveedor de semen, la preparación de la hembra, el tipo de semen (semen convencional o sexado), y los servicios adicionales. Para el caso del presente reporte los costos ascendieron a \$1,850.00 por vaca, en los que se incluyen los costos de los hormonales, mano de obra veterinaria (diagnóstico del estado reproductivo, aplicación de hormonas, inseminación) y semen. Lo cual la hace una biotecnología aceptable desde el punto de vista económico, considerando la perdida que se ocasiona por los amplios períodos interparto que suceden dentro del manejo de la ganadería tropical.

Con respecto a su participación social, el intervenir en estas actividades les permitió desafiar los roles de género tradicionales y la promoción de la igualdad de oportunidades para hombres y mujeres en la ganadería.

CONCLUSIONES

Las residentes a manera de conclusión recomiendan un monitoreo continuo de la salud reproductiva del rebaño, así como de la condición corporal de las vacas antes de la inseminación. Las vacas con condición corporal deficiente tienen menores probabilidades de concebir, por lo que el manejo nutricional debe ser ajustado según sea necesario. Así mismo mantener un programa preventivo de salud reproductiva, que incluya vacunaciones, control de parásitos y manejo adecuado de enfermedades reproductivas comunes como brucelosis, leptospirosis y metritis. La limpieza adecuada de los equipos de inseminación y el manejo sanitario del hato son esenciales.

Las estudiantes durante el desarrollo de la residencia tuvieron la oportunidad de familiarizarme con herramientas tecnológicas para el manejo reproductivo, como lo fue el uso del Ultrasonido para monitorear la respuesta ovárica, especialmente para verificar la ovulación y el desarrollo de los folículos en las vacas inseminadas. Así también realizar la inseminación en vacas, utilizando las técnicas adecuadas y el equipo especializado como pipetas y pistolas de inseminación. Aprendieron la importancia de la asepsia, la precisión y el tiempo en la IA, seleccionar el semen de toro, entendiendo su conservación, almacenamiento y manejo, lo cual es esencial para asegurar una fertilización efectiva.

La inclusión de las profesionistas mujeres en las actividades agropecuarias, aun es baja, su participación se desarrolla sobre estructuras históricamente masculinizadas y con desigualdades de género persistentes en el sector agropecuario, pero cada día han ido ganando reconocimiento por su compromiso, capacidad y desempeño.

La experiencia que tuvieron las alumnas residentes dentro del área reproductiva en bovinos, demuestra que es posible realizar actividades dominadas por los varones, además de la coordinación y relación que tuvieron con los ganaderos. Algunos autores como Arias, Portilla y Flores (2007), mencionan que la enseñanza por competencias permite que los contenidos curriculares puedan ser aprobados en situaciones reales; de igual manera Álvarez et al. (2018) establecen que la formación por competencias acerca a las Universidades a los contextos reales.

REFERENCIAS

- Álvarez, M., De Prada, E, Pino, M. (2018). Estudio sobre la capacidad técnica y las competencias transversales desarrolladas en las practicas externas universitarias. Revista estudios Pedagógicos, 44 (3), 137-155. <https://www.doi.org/10.4067/S0718-07052018000300137>.
- Arias, L. Portilla, L. Flores, M. 2007. Competencias y empleabilidad. Scientia et Technica, 13 (37) 379-392. <https://www.doi.org/10.22517/23447214.4125>.
- Baruselli PS, Ferreira RM, Colli MHA, Elliff FM, Sá Filho MF, Vieira L, Gonzales de Freitas B. 2017a. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. Anim Reprod, 14:558-571.
- FAO (2021). El papel de la mujer en la agricultura: hacia una equidad productiva en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/publications>.
- Sáez, R., et al. (2014). "Eficiencia reproductiva en bovinos mediante inseminación artificial a tiempo fijo: Un estudio de campo", Revista de Reproducción Animal, 29(1), 25-31.

DIVERSIDAD DE ÁRBOLES HOSPEDEROS DE EPÍFITAS VASCULARES, INDICADORES AMBIENTALES PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

Miqueas González Zárate¹

Rubén Onofre Aguirre Alonso²

Antelmo Prado Leal³

RESUMEN

Los bosques y selvas funcionan como corredores biológicos que proveen servicios ecosistémicos y resguardan especies endémicas. En ellos, la estructura vertical y horizontal permite el desarrollo de una gran diversidad de epífitas vasculares y lianas, favorecidas por la humedad y la luz disponibles. Sin embargo, la fragmentación causada por actividades humanas altera la estructura de los ecosistemas, modifica las condiciones ambientales y afecta la simbiosis entre epífitas y árboles hospederos. Con el fin de evaluar la diversidad de epífitas vasculares y sus hospederos, se realizó un estudio en la cuenca del Papaloapan, Oaxaca, México, entre septiembre de 2022 y septiembre de 2023. El muestreo se efectuó mediante transectos lineales de 100 m, separados entre 20 y 30 m, en tres zonas: urbana, semiconservada y silvopastoril. La biodiversidad de epífitas se estimó con el índice de Shannon-Weiner, complementado con la consulta de ejemplares de referencia. Se registraron 190 árboles y se identificaron 150 especies pertenecientes a 14 familias y 21 géneros, destacando *Gliricidia sepium* (cocuite) como especie representativa. En cuanto a las epífitas vasculares, la familia Orchidaceae presentó la mayor riqueza, con 11 géneros y 15 especies. Los valores del índice de Shannon indicaron mayor diversidad en la zona semiconservada (2.78), seguida de la urbana (2.51) y la silvopastoril (1.95). Estos resultados reflejan el impacto de las actividades antropogénicas en la cobertura vegetal y su efecto directo sobre las comunidades de árboles hospederos y epífitas.

Palabras clave: epífitas vasculares, biodiversidad, fragmentación, árboles hospederos, cuenca del Papaloapan.

ABSTRACT

Forests and jungles function as biological corridors that provide ecosystem services and protect endemic species. Within them, the vertical and horizontal structure allows for the development of a

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. miqueas.gz@cpapaloapan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. rubenonofre.aa@cpapaloapan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. antelmo.pl@cpapaloapan.tecnm.mx

great diversity of vascular epiphytes and lianas, favored by the available moisture and light. However, fragmentation caused by human activities alters the structure of ecosystems, modifies environmental conditions, and affects the symbiosis between epiphytes and host trees. To evaluate the diversity of vascular epiphytes and their hosts, a study was conducted in the Papaloapan River Basin, Oaxaca, Mexico, between September 2022 and September 2023. Sampling was carried out using 100-m linear transects, spaced 20–30 m apart, in three zones: urban, semi-conserved, and silvopastoral. Epiphyte biodiversity was estimated using the Shannon-Weiner index, supplemented by consulting reference specimens. A total of 190 trees were recorded, and 150 species belonging to 14 families and 21 genera were identified, with *Gliricidia sepium* (cocuile) standing out as a representative species. Regarding vascular epiphytes, the Orchidaceae family showed the greatest richness, with 11 genera and 15 species. Shannon index values indicated greater diversity in the semi-conserved area (2.78), followed by the urban area (2.51) and the silvopastoral area (1.95). These results reflect the impact of anthropogenic activities on vegetation cover and its direct effect on host tree and epiphyte communities.

Keywords: vascular epiphytes, biodiversity, fragmentation, host trees, Papaloapan Basin.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del Papaloapan, ubicada en la Sierra Norte del estado de Oaxaca, se distingue por su exuberante vegetación conformada por selvas altas perennifolias y bosques mesófilos de montaña. En la región predomina un clima húmedo-tropical que favorece las actividades agrícolas y pecuarias, principales sustentos económicos de las comunidades de la Chinantla. La diversidad florística incluye especies arbóreas de alto valor ecológico y cultural, como *Cedrela odorata* L. (cedro), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Quercus robur* (roble), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Liquidambar styraciflua* L. (liquidámbar), *Ficus insipida* (amate), *Bursera simaruba* (palo mulato), *Plumeria rubra* (cacalosúchitl) y *Dioon* sp. (cícada), asociadas a relictos de *Pinus ayacahuite* (pino bretado) y *Pinus chiapensis*. Por sus características bioclimáticas, los bosques de niebla de esta región son considerados de alta diversidad biológica y poseen gran relevancia biocultural. Además, proporcionan servicios ecosistémicos esenciales, como la captación de agua, el almacenamiento de CO₂ y la conservación de flora endémica.

La cobertura arbórea también funciona como hospedero de plantas epífitas vasculares, entre las que destacan las familias Orchidaceae, Piperaceae, Araceae y Bromeliaceae (Merino, L., 2008; Trejo Cruz, I., et al., 2021). Estas especies son elementos clave en los ecosistemas forestales, ya que contribuyen significativamente a la diversidad vegetal y alcanzan su mayor riqueza en regiones tropicales y templado-húmedas (Krömer, T., et al., 2014). Por su sensibilidad a cambios ambientales, las epífitas

son consideradas bioindicadores de la calidad ecológica y del estado de conservación de los bosques. Asimismo, cumplen un papel fundamental como hábitat para invertebrados, sitios de anidación y fuente de material para aves. Su aporte a la biodiversidad incluye también la acumulación de biomasa y el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas (Sánchez, D., et al., 2003).

Oaxaca es uno de los estados con mayor biodiversidad en México (Cruz-Angón, A., et al., 2022); sin embargo, cuenta con un bajo porcentaje de áreas protegidas. La expansión agropecuaria, el establecimiento de cercos vivos para el pastoreo de ganado y los incendios forestales recurrentes han sustituido extensas áreas de bosque, ocasionando la pérdida de hábitats y el deterioro de la biodiversidad (Villar-Hernández, B. d. J., et al., 2022). A pesar de estas amenazas, nuevas especies de epífitas han sido recientemente reportadas en Oaxaca (Gómez-Escamilla, I. N., et al., 2019; Rojas-Zárate, Y. & Mondragón, D., 2016), lo que evidencia el alto potencial de descubrimiento aún existente. No obstante, los estudios que analizan la relación entre árboles hospederos y epífitas en la región son escasos (Carvente-Acteopan, S., et al., 2017; Gómez-Escamilla, I. N., et al., 2019; Mondragón, D. & Flores, M. P. 2022; Mondragón, D., et al., 2006), lo que limita la valoración integral de su importancia ecológica.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad de árboles hospederos y epífitas vasculares en la cuenca del Papaloapan. Para ello se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Wiener como indicador ambiental, considerando tres tipos de zonas: urbana, silvopastoril y semiconservada. Los resultados de esta investigación buscan aportar conocimiento sobre la composición de estas comunidades, así como generar insumos que contribuyan al diseño de planes de conservación y manejo sostenible, en un escenario de creciente vulnerabilidad frente al cambio climático y las perturbaciones antropogénicas.

METODOLOGÍA

Área de estudio.

Se seleccionaron tres comunidades representativas de diferentes condiciones geográficas y ambientales:

1) **Zona urbana (San Bartolo, municipio de San Juan Bautista Tuxtepec).** Localizada en las coordenadas 18°05'32" N y 96°06'30" W, a 72 msnm. Su principal actividad económica es la agricultura, con cultivos de plátano, caña de azúcar, mango y otros productos, en combinación con la ganadería. Estas actividades ejercen una fuerte presión sobre la vegetación, provocando disturbios ecológicos y reduciendo la cobertura forestal. Los relictos

que persisten corresponden principalmente a vegetación secundaria fragmentada, que resiste a las condiciones antropogénicas y climáticas.

II) Zona silvopastoril (El Platanal, municipio de San Lucas Ojitlán, distrito de Tuxtepec). Ubicada en las coordenadas 18°00'09" N y 96°24'12" W, a 170 msnm (INEGI, 2005). Forma parte de la región de la Chinantla y cuenta con una población aproximada de 200 habitantes dedicados a actividades agrícolas y silvopastoriles. En esta zona predominan árboles remanentes que se emplean como cercos vivos y delimitan áreas de pastoreo.

III) Zona semiconservada (Santiago Jalahui, municipio de San Juan Lalana, distrito de Choapan). Localizada en las coordenadas 17°27'18" N y 95°46'09" W, con altitudes entre 60 y 350 msnm. La comunidad, con 717 habitantes, presenta un clima cálido-húmedo con lluvias de verano. La vegetación predominante corresponde a selva alta perennifolia, con áreas de transición hacia selva baja caducifolia (Pennington et al 2005, Rzedowski, 2006). Gracias a un ordenamiento territorial comunitario, esta zona mantiene bajos niveles de perturbación y conserva buena parte de su estructura vegetal.

Trabajo de campo

La delimitación de las áreas de estudio se realizó con apoyo de habitantes locales conocedores de la región. Los muestreos de campo se llevaron a cabo entre septiembre de 2022 y octubre de 2023. En cada comunidad se seleccionaron senderos y se georreferenciaron puntos de muestreo mediante un GPS Garmin. Los transectos se establecieron en tres tipos de vegetación: urbana, silvopastoril y conservada.

Se trazaron tres transectos lineales de 20 × 100 m en cada sitio, separados 30 m entre sí, siguiendo la metodología de Fredericksen (2000). En cada transecto se registraron los árboles dominantes, considerando su ubicación geográfica y su arquitectura de crecimiento. Se identificaron con su nombre común y taxonómico, además de registrarse variables dendrométricas: altura total (AT) y diámetro a la altura del pecho (DAP), medidas con cinta métrica de 50 m.

La inspección de epífitas se realizó con binoculares, mediante una proyección vertical de las distintas secciones de los árboles. Las especies observadas fueron cuantificadas, fotografiadas y clasificadas taxonómicamente de acuerdo con sus características morfológicas (tallo, hojas, flores, frutos y forma de crecimiento).

Análisis de datos.

La información recopilada sobre árboles hospederos y epífitas se organizó en una base de datos estructurada en Microsoft Excel 2018. Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat versión

2008. La diversidad de especies se evaluó mediante el índice de Shannon-Wiener, calculado con la fórmula:

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i$$

H' = índice de Shannon-Wiener

Pi = abundancia relativa

ln = logaritmo natural

Los valores de este índice oscilan generalmente entre 1.5 y 3.5. Diversidades inferiores a 2 se consideran bajas, entre 2 y 3 intermedias, y superiores a 3 reflejan alta diversidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación taxonómica y diversidad de árboles hospederos.

En las tres zonas de estudio se contabilizaron 190 árboles, correspondientes a 150 especies identificadas taxonómicamente, distribuidas en 14 familias y 21 géneros (Cuadro 1). La comunidad con mayor riqueza de árboles hospederos fue Santiago Jalahui (San Juan Lalana), con 96 especies, donde *Citrus sinensis* destacó con 12 individuos. En el ejido San Bartolo (San Juan Bautista Tuxtepec) se registraron 71 especies, sobresaliendo *Bursera simaruba* con 16 ejemplares. Finalmente, en El Platanal (San Lucas Ojitlán) se identificaron 23 especies, siendo *Gliricidia sepium* la más representativa, con 5 individuos.

Se observó que algunas especies presentaron una distribución más amplia y abundante, particularmente *Gliricidia sepium*, registrada en las tres comunidades y con la mayor representación en el muestreo. Este resultado se relaciona con su relevancia en los sistemas agroforestales y de producción agrícola, donde se utiliza comúnmente como cerco vivo, fuente de forraje y por su rápido crecimiento. La plasticidad ecológica de esta especie podría explicar su amplia presencia y su importancia como hospedero de epífitas vasculares.

Los hallazgos muestran similitudes con estudios realizados en selvas medianas subperennifolias de El Remolino, Papantla, Veracruz (Basáñez et al., 2008), donde se reportaron 257 árboles pertenecientes a 30 especies distribuidas en 20 familias. Entre las especies más comunes se encontraron *Bursera simaruba*, *Heliocarpus microcarpus*, *Brosimum alicastrum*, *Cedrela odorata*, *Ficus cotinifolia*, *Coccoloba barbadensis* y *Guazuma ulmifolia*. En ese estudio, la familia Tiliaceae fue la mejor representada, mientras que Burseraceae y Moraceae contaron con tres especies cada una. En términos de abundancia, *Heliocarpus microcarpus* fue dominante con 95 individuos.

La comparación con los resultados obtenidos en la cuenca del Papaloapan revela coincidencias florísticas, principalmente en *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Ficus cotinifolia*, *Coccoloba*

barbadensis y *Guazuma ulmifolia*, lo que confirma la afinidad ecológica de estos bosques tropicales subperennifolios. Sin embargo, la ausencia o baja representación de algunas especies podría estar asociada a diferencias fisiográficas, variaciones en humedad edáfica y atmosférica, así como al impacto de las actividades antropogénicas en las comunidades estudiadas.

En cuanto a las características dendrométricas, los valores de diámetro a la altura del pecho (DAP) oscilaron entre 20 y 168 cm, dependiendo de la especie. Ejemplares de *Byrsonima crassifolia* y *Ceiba pentandra* presentaron los mayores diámetros basales. Con respecto a la altura total, *Attalea butyracea* alcanzó hasta 30 m, mientras que *Crescentia cujete*, especie característica de la región, registró un DAP de 18 cm y altura de 5.6 m, reflejando su crecimiento moderado. En el caso de *Coccoloba barbadensis* (uvero), los diámetros variaron entre 6 y 22 cm, con alturas promedio de 12 m. Por su parte, *Erythrina falkersii*, adaptada a ambientes de alta humedad, mostró diámetros de 25 a 38 cm, convirtiéndose en un hospedero relevante para epífitas vasculares.

De manera destacada, *Gliricidia sepium* (cacahuananche) alcanzó diámetros promedio de 35 cm y alturas de hasta 12 m. Su estructura, particularmente en el tallo y ramas primarias, albergó hasta tres especies distintas de epífitas, lo que confirma su papel como especie clave dentro de la red de hospederos. Estos resultados evidencian cómo la variabilidad estructural de los árboles influye en la disponibilidad de microhábitats y, en consecuencia, en la riqueza de epífitas asociadas.

Cuadro 1. Árboles hospederos de epífitas vasculares identificados taxonómicamente.

Familia	Nombre científico	N° individuos
Anarcadiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	12
	<i>Spondias purpurea</i> L.	7
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> Wess Boer.	2
	<i>Crescentia cujete</i> L.	8
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i> Kunth Seem.	10
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> L.	20
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> J. F. Gmel.	7
	<i>Erythrina falkersii</i> Krukoff & Moldemke.	3
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> Jack	23
Fagaceae	<i>Quercus oleoides</i> Schldt&Cham.	8
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> L. Kunth.	3
	<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaertn.	3
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	4
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	1
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	9
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	3
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	5
	<i>Casimiroa edulis</i> La llave y Lex.	2
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck.	14
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engel.	5
	<i>Flacourtia indica</i> Burm. F. - Merr	1
No identificada	Sp.	40
Total de árboles		190

Índice de biodiversidad ecológica - Shannon Wiener.

Se registraron 23 especies de epífitas vasculares, de las cuales 21 fueron identificadas taxonómicamente y distribuidas en tres familias: Bromeliaceae, Cactaceae y Orchidaceae. Esta última resultó la más representativa, con 11 géneros y 13 especies, destacando el género *Epidendrum*. La familia Cactaceae estuvo conformada por los géneros *Epiphyllum*, *Hylocereus*, *Rhipsalis* y *Selenicereus*, mientras que en Bromeliaceae únicamente se reportaron los géneros *Aechmea* y *Tillandsia*, cada uno con dos especies.

En cuanto a la diversidad, el índice de Shannon-Wiener mostró que la mayor riqueza se presentó en Santiago Jalahui ($H' = 2.78$), seguida por San Bartolo, Tuxtepec ($H' = 2.51$), mientras que El Platanal registró la menor diversidad ($H' = 1.95$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índice de Shannon Wiener de árboles de acuerdo con las áreas de estudio.

Comunidad	No individuos.	Pi	Pi ²	Pi*LnPi
El Platanal	23	0.2173	0.03022	1.9565
San Bartolo	71	0.0028	0.00070	2.5163
Santiago Jalahui	96	0.0625	0.00654	2.7854

Pi=Abundancia relativa. Pi²= Abundancia relativa al cuadrado. Pi*LnPi= índice de Shannon Wiener.

Se identificaron epífitas vasculares pertenecientes a tres familias principales. En Bromeliaceae se registraron cuatro especies correspondientes a los géneros *Aechmea* y *Tillandsia*. La familia Cactaceae estuvo representada por cuatro especies de los géneros *Epiphyllum*, *Hylocereus*, *Rhipsalis* y *Selenicereus*. Finalmente, en Orchidaceae se identificaron diez géneros que agrupan un total de trece especies, lo que convierte a esta familia en la de mayor riqueza y representatividad en el área de estudio. Este predominio sugiere que las condiciones ambientales locales ofrecen un entorno favorable para la adaptación y diversificación de las orquídeas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Epífitas vasculares identificadas en la zona de estudio.

Familia	Nombre científico
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> (SW) Griseb.
	<i>Aechmea mexicana</i> Baker.
	<i>Tillandsia recurvata</i> L.
	<i>Tillandsia shiedeana</i> Steud.
Cactaceae	<i>Epiphyllum pillantus</i> Haw.
	<i>Hylocereus undatus</i> Britton & Rose.
	<i>Rhipsalis baccifera</i> J. S. Muell – Stearn
	<i>Selenicereus testudo</i> Briiton y Rose
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook
	<i>Cohniella ascendens</i> Lindl.
	<i>Coryanthes picturata</i> Rchb. F.
	<i>Epidendrum cardiophorum</i> Schltr.
	<i>Epidendrum citrosmum</i> Hagsater Kew.

Epidendrum flexuosum G. Mey.

Lophiaris luridum Lindl.

Lophiaris lindeni Brongn.

Nidema boothii Scheltr.

Notylia barkeri Lndl.

Oncidium sphacelatum Lndl.

Ornithocephalus sp.

Prosthechea lívida W. E. Higgins.

Prosthechea radiata Knowles Westc.

Trichocentrum .

En términos de abundancia, el género *Tillandsia* fue el más representativo dentro de la familia Bromeliaceae, ya que estuvo presente en las tres localidades muestreadas y mostró la mayor frecuencia de individuos. En cuanto a riqueza específica, la familia Orchidaceae destacó con 15 especies agrupadas en 11 géneros, consolidándose como el grupo mejor representado en las zonas de estudio.

La distribución, composición, abundancia y riqueza de las epífitas parecen estar estrechamente relacionadas con las características de los árboles hospederos y con las condiciones ambientales locales. Factores como la disponibilidad de luz, la arquitectura del follaje y el número de individuos hospederos juegan un papel determinante en la permanencia y diversidad de estas especies. Sin embargo, se observó que tanto las epífitas como los árboles que las hospedan presentaron una diversidad relativamente baja, lo cual podría atribuirse a las prácticas agrícolas y ganaderas que han modificado gradualmente la estructura del bosque, alterando variables ambientales como el microclima y la temperatura, e impidiendo así un desarrollo óptimo de estas comunidades.

Las adaptaciones morfofisiológicas de las epífitas están fuertemente condicionadas por las características del árbol hospedero, tales como su forma biológica, altura, textura y la arquitectura del follaje, así como por su condición perenne o caducifolia (Granados-Sánchez, 2023). En este estudio se registró una mayor diversidad de epífitas en árboles con diámetros superiores a 20 cm, lo que sugiere que los individuos de mayor porte ofrecen más espacios y condiciones microambientales adecuadas para su establecimiento.

El desarrollo de las epífitas depende, además, de la creación de microclimas bajo la sombra de las copas y del aprovechamiento de sustratos infértiles donde se conserva la humedad. Al no tener contacto directo con el suelo, estas plantas dependen en gran medida de la precipitación como fuente de agua y nutrientes. Para contrarrestar el estrés hídrico y nutritivo, las angiospermas epífitas han desarrollado adaptaciones especializadas, como la formación de depósitos o “cestos” colectores de hojarasca y humus que funcionan como suelos propios y permiten almacenar agua. En el caso de las

bromeliáceas, algunos de estos depósitos pueden acumular entre 5 y 10 litros de agua, creando microhábitats que incluso son aprovechados por fauna asociada, como anfibios. Asimismo, estructuras de almacenamiento hídrico en tallos y hojas, como la succulencia, son frecuentes en orquídeas, bromelias y cactáceas epífitas (Granados-Sánchez, 2023).

Finalmente, se observó que los árboles con mayor número de epífitas correspondieron principalmente a la familia Bromeliaceae, los cuales mostraron asociaciones simbióticas con líquenes y musgos. Estas interacciones favorecen el establecimiento y desarrollo de semillas o esporas, y confirman que, a pesar de depender de sus hospederos para el soporte físico, las epífitas no son parásitas, ya que realizan fotosíntesis y producen su propia materia orgánica. De igual forma, se registró que los árboles expuestos a mayor luminosidad albergaron una mayor abundancia de epífitas en comparación con aquellos que crecen en condiciones de menor incidencia solar.

Epífitas vasculares, indicadores ambientales ante el cambio climático.

Los bosques y selvas, además de proveer bienes materiales, cumplen funciones clave como proveedores de servicios ecosistémicos. Sin embargo, por su ubicación geográfica y el contexto socioeconómico en el que se desarrollan, se encuentran cada vez más vulnerables frente a factores de presión como los incendios forestales, la tala ilegal y las actividades agrícolas y ganaderas intensivas. Estas prácticas, históricamente basadas en un manejo poco sostenible de los recursos, han contribuido a la degradación de la cobertura vegetal (Masera, O., et al., 2001).

En México, se estima que cerca de 20 millones de personas dependen de la leña como fuente primaria de energía doméstica, lo que representa una causa significativa en la emisión de CO₂. El sector forestal aporta alrededor del 40 % de las emisiones totales de este gas, siendo el sector energético el principal contribuyente. De acuerdo con el IPCC (1996), la mitigación del cambio climático requiere mantener las concentraciones atmosféricas de CO₂ por debajo de límites críticos, probablemente ya superados. En este sentido, el incremento de sumideros de carbono en la biosfera, capaces de capturar y almacenar CO₂, se vuelve una estrategia esencial.

El ciclo del carbono se estructura en cuatro grandes reservorios interconectados: la atmósfera, la biosfera terrestre (incluidos los sistemas de agua dulce), los océanos y los sedimentos (incluyendo combustibles fósiles). Estos reservorios actúan tanto como fuentes, liberando carbono, como sumideros, al absorberlo de otras partes del ciclo. Los procesos centrales de este intercambio son la fotosíntesis, la respiración y la oxidación (Ciesla, W. 1996). En este marco, las epífitas vasculares representan organismos de especial interés, ya que, por su sensibilidad a variaciones en la calidad del aire, la humedad y la temperatura, funcionan como indicadores valiosos de la salud del ecosistema. Además, participan activamente en el ciclado de nutrientes, en el mantenimiento de la humedad del

microclima y en las cadenas tróficas, al proveer recursos a aves e insectos. Estas características las convierten en bioindicadores naturales de los efectos del cambio climático.

Un estudio realizado en parques urbanos del centro de la ciudad de Oaxaca registró seis especies de epífitas en 370 árboles muestreados, todas pertenecientes al género *Tillandsia* (Bromeliaceae) (Mondragón, D. & Flores, M. P. 2022). Aunque este género es reconocido como uno de los más diversos y resistentes a condiciones extremas, la baja riqueza encontrada en dicho contexto urbano sugiere limitaciones ambientales. De manera similar, en las tres localidades muestreadas en este estudio, *Tillandsia* fue el género más abundante, al estar presente en todas las zonas de estudio.

En términos de riqueza, la familia Orchidaceae fue la mejor representada, con 15 especies agrupadas en 11 géneros. Esto refleja que, pese a las perturbaciones ambientales, persisten condiciones microclimáticas favorables para la adaptación de algunas orquídeas. No obstante, tanto las epífitas como los árboles hospederos mostraron baja diversidad relativa, lo cual se atribuye principalmente a la presión ejercida por las actividades agrícolas y ganaderas. Estas prácticas, al modificar la estructura del bosque y alterar variables como la temperatura y la disponibilidad de humedad, limitan el desarrollo y la permanencia de estas comunidades.

En conjunto, los resultados sugieren que las epífitas vasculares no solo son un componente esencial de la biodiversidad arbórea, sino también organismos sensibles capaces de reflejar los cambios en la integridad del ecosistema frente a presiones antrópicas y variaciones climáticas.

CONCLUSIÓN

El presente estudio evidencia que la diversidad y abundancia de epífitas vasculares en la cuenca del Papaloapan están estrechamente vinculadas con la composición, estructura y condiciones microambientales de los árboles hospederos. La familia Orchidaceae se consolidó como la más representativa en términos de riqueza específica, mientras que *Tillandsia* destacó por su amplia distribución en las tres zonas de estudio, lo que confirma su capacidad de adaptación a distintos gradientes de perturbación. Sin embargo, la baja diversidad registrada en áreas urbanas y silvopastoriles revela el impacto directo de las actividades antropogénicas sobre la cobertura arbórea y los microhábitats necesarios para el establecimiento de estas especies.

Los valores del índice de Shannon-Wiener confirman que las zonas semiconservadas mantienen una mayor heterogeneidad biológica, lo cual resalta la importancia de conservar relictos de vegetación primaria como refugios para la biodiversidad. En este contexto, las epífitas vasculares se consolidan no solo como un componente fundamental de los ecosistemas forestales, sino también como bioindicadores sensibles a los cambios en la calidad ambiental, la humedad y la temperatura.

En suma, los resultados obtenidos aportan evidencia sobre la necesidad de implementar estrategias de conservación y manejo sostenible que incluyan tanto a los árboles hospederos como a las comunidades epífitas asociadas. Tales acciones resultan indispensables para garantizar la resiliencia de los ecosistemas tropicales frente a la fragmentación, la presión antrópica y los efectos del cambio climático.

REFERENCIAS

- Carvente-Acteopan, S., Pérez-Olvera, M. A., Flores-Cruz, M., Navarro-Garza, H., & Flores- Hernández, N. (2017). Diversidad y abundancia de bromelias epífitas en “El Punto” Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*(18), 3661-3671. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263152571001> (IN FILE)
- Ciesla, W. 1996. Cambio Climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto. Roma, IT, Estudios FAO Montes 126. 147 p.
- Cruz-Angón, A., Cordero, K., Medina, J., Melgarejo, E., Rojas, H., & Martínez, M. (2022). *La Biodiversidad en Oaxaca: Estudio de Estado. volumen 1*.
- Gomez-Escamilla, I. N., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., & Krömer, T. (2019). Distribución geográfica de angiospermas epífitas de la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 118-131. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44962136011> (IN FILE).
- Granados – Sanchez, D.; López – Rios, G. F. Hernandez – Garcia, M. A.; Sanchez – Gonzalez A. Ecología de las plantas Epífitas Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.; vol. 9 núm. 2, julio – dic. 2003.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 1996. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook and Reference Manual Revised Versión 1996. UNEP, WMO. Módulo (1, 4, 5).
- Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*, 36(605).
- Masera, O; Cerón, A; Ordóñez, A. 2001. Forestry mitigation options for Mexico: Finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. MX (6): 291-312.

- Merino, L. (2008). Conservación comunitaria en la cuenca alta del Papaloapan, Sierra Norte de Oaxaca. *Nueva Antropología*, XXI(68), 37-49.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15906803> (IN FILE)
- Mondragon, D., & Flores, M. P. (2022). Biodiversidad en las ciudades: el caso de las epífitas vasculares. *14*, 87-91.
- Mondragon, D., Villa-Guzmán, D., Escobedo-Sarti, G., & Franco-Méndez, A. (2006). La riqueza de bromelias epífitas a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 4, 16.
- Pennington, T. D. y Sarukhan J., 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. UNAM – Fondo de Cultura Económica. México – 523 PP.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra Ed. digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Rojas-Zárate, Y., & Mondragón, D. (2016). Bromelias epífitas del distrito de Zaachila, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 252-254.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42546734027> (IN FILE)
- Sánchez, D., López, G., Hernández, M., & Sánchez González, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9, 101-111.
- Trejo Cruz, I., Martínez-Camilo, R., Martínez-Meléndez, N., & Jiménez López, D. (2021). Diversity of vascular epiphytes in remnant trees of the genus *Ficus* (Moraceae) in silvopastoral systems of southeastern Mexico. *Acta Botanica Mexicana*. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1827>
- Villar-Hernández, B. d. J., Perez-Elizalde, S., Rodríguez-Trejo, D., & Pérez-Rodríguez, P. (2022). Análisis espacio temporal de la ocurrencia de incendios forestales en el estado mexicano de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13, 120-144.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i74.1274>

SIEMBRA DE HORTALIZAS EN ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ

Luis Alberto Montes Gutiérrez¹

Leira Carol Escudero Ramírez²

Abigail Vasquez Garcia³

RESUMEN

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) hace referencia a una manera de producir y procesar los productos agropecuarios, de modo que los procesos de siembra, cosecha y postcosecha de los cultivos cumplan con los requerimientos necesarios para una producción sana, segura y amigable con el ambiente.

Este trabajo se realizó en el periodo de Agosto a Diciembre de 2023 se dio asesoría técnica a estudiantes de ingeniería en agronomía para que conocieran y realizaran en la práctica la siembra de hortalizas implementando Buenas Prácticas Agrícolas. Algunas de las actividades que se realizaron fue orientación sobre la importancia de las buenas prácticas agrícolas, preparación de terreno, siembra de hortalizas, manejo agronómico y cosecha.

Palabras clave. Asesoría, estudiantes, hortalizas.

ABSTRACT

Good Agricultural Practices (GAP) refer to a way of producing and processing agricultural products so that the planting, harvesting, and post-harvest processes meet the necessary requirements for healthy, safe, and environmentally friendly production.

This project was carried out from August to December 2023. Technical advice was provided to agricultural engineering students so they could learn about and practice planting vegetables using Good Agricultural Practices. Some of the activities included guidance on the importance of good agricultural practices, land preparation, vegetable planting, agronomic management, and harvesting.

Keywords: Advice, students, vegetables

INTRODUCCION

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) constituyen un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas destinadas a garantizar la producción de alimentos de manera sostenible,

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Úrsulo Galván. luis.mg@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. leira.er@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

segura y de alta calidad, minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental y protegiendo la salud de los trabajadores agrícolas y los consumidores. Estas prácticas se han desarrollado como respuesta a la creciente preocupación global por la seguridad alimentaria, la conservación de los recursos naturales y el bienestar social en el ámbito rural (FAO, 2016).

La implementación de las BPA abarca diversas áreas, incluyendo la gestión adecuada del suelo, el uso responsable de agroquímicos, la conservación del agua, la biodiversidad, y el manejo integrado de plagas (Orozco *et al.*, 2017). Además, promueven el respeto por las normativas laborales, la capacitación constante de los trabajadores y el monitoreo y registro de todas las actividades agrícolas para asegurar la trazabilidad y la transparencia en la cadena de suministro (Global G.A.P., 2021).

El enfoque de las BPA se centra en crear un equilibrio entre la rentabilidad económica de las explotaciones agrícolas y la sostenibilidad a largo plazo del medio ambiente y la sociedad (Hanson *et al.*, 2017). En este sentido, las BPA no solo buscan optimizar los rendimientos productivos, sino que también aspiran a reducir los riesgos asociados a la agricultura intensiva, como la contaminación de suelos y cuerpos de agua, la pérdida de biodiversidad y los efectos adversos sobre la salud humana (Pretty *et al.*, 2018).

En el contexto actual, marcado por el cambio climático y la creciente demanda de alimentos seguros y sostenibles, la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas se ha convertido en una necesidad imperativa (Tilman *et al.*, 2011). Los consumidores, cada vez más informados y exigentes, buscan productos que no solo cumplan con altos estándares de calidad, sino que también estén alineados con principios éticos y ambientales. Por ello, las BPA representan una herramienta clave para los agricultores que desean mantenerse competitivos en un mercado globalizado, a la vez que contribuyen de manera significativa a la protección del entorno y al bienestar de las comunidades rurales (FAO, 2016).

El propósito de este trabajo fue dar asesoría técnica a estudiantes de agronomía con el fin de brindarles capacitación sobre siembra de hortalizas desde la preparación del suelo, siembra, labores culturales y cosecha permitiendo una producción eficiente y sostenible que respete los recursos naturales, así como garantice la seguridad alimentaria de la región.

CONTENIDO, MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se inició con una plática de inducción sobre la importancia de las Buenas prácticas agrícolas a los estudiantes de agronomía sobre siembra de hortalizas, desde la selección del lugar, la preparación del terreno, labores culturales y cosecha, este proyecto permitió la interacción entre

estudiantes y docente para conocer en la teoría y posteriormente en la práctica sobre este tema de gran importancia para su formación profesional.

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Las Buenas Prácticas Agrícolas se definen como "el conjunto de prácticas que los agricultores implementan para garantizar la sostenibilidad del sistema productivo, asegurar la inocuidad de los productos agrícolas y reducir el impacto ambiental" (FAO, 2016). Estas prácticas incluyen una amplia gama de actividades, desde la preparación del suelo y el manejo del agua hasta el control de plagas y la cosecha. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las BPA son fundamentales para la "producción de alimentos seguros y de alta calidad, al tiempo que protegen el medio ambiente y mejoran la calidad de vida de los agricultores y sus familias" (FAO, 2016).

Componentes Clave de las Buenas Prácticas Agrícolas

Entre los componentes clave de las BPA se encuentran el manejo integrado de plagas, el uso racional de agroquímicos, la conservación del suelo y el agua, y la gestión adecuada de los recursos naturales. El manejo integrado de plagas, por ejemplo, "combina prácticas culturales, biológicas y químicas para controlar las plagas de manera efectiva y sostenible, minimizando el uso de pesticidas" (Flint & van den Bosch, 2012). Esta práctica es esencial para reducir la dependencia de productos químicos, que pueden tener efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana.

Por otro lado, el uso racional de agroquímicos es una práctica que busca "aplicar productos fitosanitarios y fertilizantes de manera controlada y precisa, para evitar la contaminación del suelo y del agua" (Gutiérrez, 2018). Esta gestión precisa no solo mejora la eficiencia de los insumos agrícolas, sino que también contribuye a la sostenibilidad a largo plazo del sistema agrícola.

Impacto Ambiental y Social de las Buenas Prácticas Agrícolas

La implementación de BPA tiene un impacto significativo en la reducción del impacto ambiental de la agricultura. Según Altieri (2002), "las BPA contribuyen a la conservación de la biodiversidad, la mejora de la calidad del suelo y la reducción de la huella hídrica de la producción agrícola". Además, estas prácticas promueven un uso más eficiente de los recursos naturales, lo que es crucial en un contexto de cambio climático y escasez de recursos.

Desde una perspectiva social, las BPA también mejoran las condiciones de trabajo de los agricultores, al promover prácticas seguras y saludables en el campo. "Las BPA incluyen recomendaciones para la correcta manipulación de productos químicos, el uso de equipo de protección personal y la capacitación en prácticas agrícolas seguras" (ILO, 2017). Estas prácticas no solo protegen la salud de

los trabajadores, sino que también aumentan la productividad al reducir el riesgo de accidentes y enfermedades laborales.

Desafíos y Oportunidades en la Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas

A pesar de los beneficios, la implementación de BPA enfrenta varios desafíos, entre los cuales se incluyen "la falta de acceso a capacitación adecuada, la resistencia al cambio por parte de algunos agricultores y las limitaciones económicas" (Rodríguez, 2019). Sin embargo, también existen oportunidades significativas para la expansión de estas prácticas, particularmente a través de políticas de apoyo gubernamental, programas de certificación y la creciente demanda de productos agrícolas sostenibles en el mercado global (Biénabe & Sautier, 2005).

La siembra de hortalizas es un proceso complejo que requiere de un enfoque sistemático para asegurar una producción eficiente y sostenible. Este proceso abarca desde la preparación del terreno hasta la cosecha, pasando por diversas labores culturales. A continuación, se describen estos conceptos.

Preparación del Terreno

La preparación del terreno es el primer paso crucial en la siembra de hortalizas. Consiste en una serie de prácticas que buscan mejorar la estructura del suelo, su fertilidad y su capacidad para retener agua, factores esenciales para el crecimiento saludable de las plantas. Según Hernández y Martínez (2020), "la preparación adecuada del suelo incluye la eliminación de malezas, la labranza profunda para descompactar el suelo, y la incorporación de materia orgánica para mejorar su textura y estructura". Estas prácticas permiten crear un entorno óptimo para las raíces, facilitando la absorción de nutrientes y agua.

Siembra

La siembra de hortalizas puede realizarse de manera directa o mediante trasplante, dependiendo del tipo de cultivo y las condiciones climáticas. En la siembra directa, "las semillas se colocan directamente en el terreno preparado, mientras que en el trasplante, las plántulas se desarrollan primero en viveros o almácigos antes de ser trasladadas al campo" (Gómez *et al.*, 2021). La elección del método de siembra depende de factores como la resistencia de la planta, la disponibilidad de agua y la época del año. Es fundamental respetar las distancias de siembra recomendadas para cada especie, lo que asegura un crecimiento adecuado y reduce la competencia entre plantas.

Técnicas de Siembra de Hortalizas

Siembra Directa

La siembra directa es una técnica en la cual las semillas se colocan directamente en el suelo donde se desarrollarán las plantas. Esta técnica es ampliamente utilizada para hortalizas de rápido

crecimiento, como las zanahorias, rábanos y espinacas. La siembra directa presenta ventajas como la reducción de costos en trasplantes y la menor manipulación de las plantas, lo que puede disminuir el estrés y la incidencia de enfermedades.

Siembra en Almacigos o Semilleros

Los almacigos o semilleros son utilizados para iniciar el crecimiento de las plantas en un ambiente controlado antes de ser trasplantadas al campo. Este método es común en cultivos como tomates, pimientos y lechugas. Los semilleros permiten un mayor control sobre las condiciones de germinación, como la temperatura y la humedad, lo que resulta en plántulas más vigorosas y una mejor tasa de supervivencia después del trasplante (López-Aguilar, 2017).

Siembra en Camas

Las camas consisten en crear surcos elevados sobre el nivel del suelo, lo que mejora el drenaje y la aireación del sustrato. Esta técnica es especialmente útil en suelos con problemas de drenaje o en áreas con alta pluviometría. Las camas elevadas también facilitan el acceso a las plantas y pueden mejorar el control de malezas (Hendrickson & Olson, 2018).

Factores a Considerar en la Siembra de Hortalizas

Condiciones del Suelo

El tipo de suelo y su estructura son factores críticos en la producción de hortalizas. Un suelo bien drenado, con buena aireación y un pH adecuado es fundamental para el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes. Además, la materia orgánica es esencial para mantener la fertilidad del suelo y su capacidad de retener agua (Altieri, 2019).

Clima y Estación de Crecimiento

Las hortalizas tienen diferentes requerimientos climáticos, y es fundamental seleccionar las especies adecuadas según la temporada y las condiciones climáticas locales. Factores como la temperatura, la humedad y la radiación solar influyen en la germinación, crecimiento y producción de las plantas (Gliessman, 2021).

Rotación de Cultivos

La rotación de cultivos es una práctica agroecológica que implica alternar diferentes cultivos en la misma área de siembra a lo largo del tiempo. Esta técnica ayuda a romper ciclos de plagas y enfermedades, mejora la estructura del suelo y optimiza el uso de nutrientes (Gómez-Luna & Rodríguez-Castillo, 2020).

Manejo Agroecológico de Hortalizas

Uso de Abonos Orgánicos

El manejo agroecológico promueve el uso de abonos orgánicos como compost, estiércol y biofertilizantes, los cuales mejoran la fertilidad del suelo sin recurrir a insumos químicos. Estos abonos incrementan la biodiversidad del suelo y fomentan la actividad biológica, lo que se traduce en plantas más saludables y resistentes a plagas (Altieri, 2019).

Control Biológico de Plagas

El control biológico consiste en el uso de enemigos naturales, como insectos depredadores, parasitoides y microorganismos patógenos, para controlar poblaciones de plagas. Esta práctica es esencial en la agroecología, ya que reduce la dependencia de pesticidas químicos, los cuales pueden tener efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente (Gliessman, 2021).

Asociación de Cultivos

La asociación de cultivos implica plantar diferentes especies en proximidad para aprovechar las interacciones beneficiosas entre ellas. Por ejemplo, el maíz, frijol y calabaza pueden ser plantados juntos, ya que cada planta aporta algo al sistema: el maíz proporciona soporte para el frijol, el frijol fija nitrógeno en el suelo y la calabaza cubre el suelo, reduciendo la evaporación y controlando malezas (Hendrickson & Olson, 2018).

Conservación del Agua

La conservación del agua en el cultivo de hortalizas se refiere a la implementación de prácticas y tecnologías diseñadas para optimizar el uso del recurso hídrico, minimizando las pérdidas y garantizando que las plantas reciban la cantidad necesaria para su desarrollo, sin desperdiciar ni comprometer la calidad del agua disponible. Estas prácticas incluyen la utilización de sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo, la incorporación de materia orgánica al suelo para mejorar su capacidad de retención de agua, la implementación de técnicas de cobertura vegetal que reduzcan la evaporación, y la selección de especies y variedades de hortalizas que sean más tolerantes a condiciones de menor disponibilidad de agua. La conservación del agua es crucial no solo para la sostenibilidad de la producción hortícola, sino también para la protección de los recursos hídricos en un contexto de creciente escasez y competencia por el uso del agua (Gliessman, 2021).

Labores Culturales

Las labores culturales incluyen una serie de prácticas realizadas durante el ciclo de cultivo para asegurar el buen desarrollo de las hortalizas. Estas prácticas incluyen el riego, el deshierbe, la fertilización, el control de plagas y enfermedades, y la poda, entre otras. "El riego debe ser adecuado a las necesidades de la planta, evitando tanto el exceso como la escasez de agua, lo que podría

comprometer la calidad del producto final" (Ruiz *et al.*, 2019). Asimismo, el control de malezas es esencial para evitar la competencia por nutrientes y espacio, y puede realizarse de manera manual, mecánica o mediante el uso de acolchados.

El manejo integrado de plagas (MIP) se ha convertido en una práctica estándar dentro de las labores culturales. "El MIP combina métodos biológicos, culturales, mecánicos y químicos para mantener las plagas por debajo de niveles que causen daños económicos significativos, minimizando al mismo tiempo los impactos negativos sobre el medio ambiente" (López y Torres, 2020).

Elaboración de Composta

La elaboración de composta es una técnica fundamental en la agricultura sostenible, ya que permite reciclar residuos orgánicos y convertirlos en un fertilizante natural rico en nutrientes. "La composta mejora la estructura del suelo, incrementa la capacidad de retención de agua y proporciona nutrientes esenciales para el crecimiento de las hortalizas" (Sánchez y Pérez, 2021). El proceso de compostaje involucra la descomposición aeróbica de materiales orgánicos como restos de plantas, estiércol y residuos de cocina, lo que resulta en un producto final que puede ser incorporado al suelo antes de la siembra o durante el ciclo de cultivo como enmienda orgánica.

Cosecha

La cosecha es la etapa final del ciclo de producción de hortalizas y debe realizarse en el momento óptimo para garantizar la calidad y el valor nutritivo del producto. "La determinación del momento adecuado de cosecha depende de factores como la madurez del fruto, el destino comercial y las condiciones climáticas" (Navarro y Gómez, 2020). La recolección debe realizarse con cuidado para evitar daños mecánicos que puedan reducir la vida útil del producto. En algunas hortalizas, la cosecha se realiza en varias etapas, lo que permite una mejor gestión de la producción y comercialización.

El proceso de siembra de hortalizas, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, es un ciclo que integra diversas prácticas agrícolas orientadas a maximizar la productividad y sostenibilidad del cultivo. Cada etapa del proceso, incluida la elaboración de composta y las labores culturales, juega un papel vital en el éxito del cultivo, garantizando no solo una producción eficiente, sino también un manejo responsable y sostenible del medio ambiente.

Descripción de actividades realizadas en campo.

A continuación, se describen las labores culturales que se realizaron.

Preparación del terreno

En la segunda semana de agosto se realizó la preparación del terreno, se preparó el suelo minuciosamente para garantizar un entorno propicio para el cultivo de las hortalizas. Se hizo la

labranza, removiendo y aireando la tierra para mejorar su estructura y asegurar una buena retención de agua y nutrientes (Figura 1).

Figura 1. Preparación del terreno



Además, se incorporó materia orgánica, como composta y estiércol de origen animal, lo que mejoró significativamente la fertilidad del suelo (Figura 2).

Figura 2. Incorporación de materia orgánica y estiércol



Siembra

Posteriormente, se llevó a cabo la siembra de las hortalizas. Se colocaron las semillas directamente en las camas o almácigos, en aquellas hortalizas donde la siembra directa era más adecuada, como en el caso del pipián, rábano, cilantro (Figura 3).

Figura 3. Siembra de semillas de hortalizas



Riego

Se implementó un programa para mantener las condiciones hídricas óptimas. Se empleó riego por goteo lo que permitió un uso eficiente del agua y se evitó el exceso que podría haber provocado enfermedades en las plantas (Figura 4). También se utilizó el riego por aspersión para las hortalizas de hoja, asegurando que el follaje recibiera la humedad necesaria, especialmente en días de alta temperatura.

Figura 4. Riego por goteo



Deshierbe

A lo largo del ciclo, se realizaron varios deshierbes para mantener los almácigos libres de malezas. Se efectuó el deshierbe de manera manual, retirando cada maleza con cuidado para no dañar las hortalizas.

Fertilización

Durante el desarrollo del cultivo, se aplicaron fertilizantes para asegurar que las plantas recibieran los nutrientes necesarios. Se optó principalmente por fertilización orgánica, utilizando composta y estiércol de origen animal.

Control de plagas y enfermedades

Se implementaron estrategias de control de plagas y enfermedades. Se monitorearon constantemente las plantas para detectar los primeros signos de infestación. Cuando se identificaron plagas, se recurrió a métodos de control biológico, utilizando enemigos naturales para mantener bajo control las poblaciones de insectos perjudiciales. En casos donde fue necesario, se aplicaron extractos vegetales para evitar daños mayores a las hortalizas.

Antes de realizar las aplicaciones se les explico a los alumnos la importancia de utilizar el equipo de protección adecuado y sobre la calibración de la bomba de aspersión.

Cosecha

Se recolectaron manualmente las hortalizas cuando alcanzaron su punto óptimo de madurez. La cosecha se realizó con cuidado para evitar daños y preservar la calidad del producto (Figura 5 y 6).

Figura 5. Cosecha de pipián



Figura 6. Cosecha de cilantro



RESULTADOS

La siembra de hortalizas con estudiantes de agronomía ha demostrado ser una iniciativa con resultados significativos, no solo en términos de educación y conciencia ambiental, sino también en el desarrollo de habilidades prácticas y en la promoción de una mentalidad sostenible entre los jóvenes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de esta experiencia educativa.

Mejora en el conocimiento teórico y práctico

Uno de los resultados más notables de la implementación de buenas prácticas agrícolas en estudiantes de agronomía fue el incremento en el conocimiento tanto teórico como práctico sobre agricultura

sostenible. Los alumnos, que inicialmente tenían un conocimiento limitado sobre el tema, lograron una comprensión de conceptos clave como la rotación de cultivos, el manejo integrado de plagas, la conservación del suelo, y el uso eficiente del agua. Esta comprensión se reflejó en la capacidad de los estudiantes para aplicar estas prácticas, demostrando un dominio práctico que complementó el aprendizaje teórico.

Desarrollo de habilidades técnicas y de resolución de problemas

La participación en la implementación de estas prácticas agrícolas también resultó en el desarrollo de habilidades técnicas específicas. Los estudiantes adquirieron destrezas en la preparación del suelo, la siembra, el riego y labores culturales de las hortalizas, habilidades que fueron fundamentales para logro de este proyecto. Además, los alumnos enfrentaron y resolvieron problemas comunes en la agricultura, como la identificación y control de plagas, la corrección de deficiencias de nutrientes en las plantas, y la gestión eficiente del agua. Esta capacidad para resolver problemas agrícolas complejos fomentó un pensamiento crítico y una capacidad de adaptación que son esenciales tanto en el ámbito académico como en la vida cotidiana.

Conciencia ambiental y el compromiso social

Otro resultado significativo fue el aumento en la conciencia ambiental entre los estudiantes. A través de la implementación de buenas prácticas agrícolas, los alumnos desarrollaron una mayor comprensión del impacto de la agricultura en el medio ambiente y la importancia de prácticas sostenibles. Este aprendizaje no solo se limitó a la teoría, sino que también influyó en sus comportamientos y actitudes hacia el medio ambiente. Los estudiantes demostraron un mayor compromiso con la protección del entorno natural.

Fomento de la responsabilidad y el trabajo en equipo

La implementación de buenas prácticas agrícolas también fomentó el desarrollo de valores como la responsabilidad y el trabajo en equipo. Los estudiantes asumieron roles activos en el manejo de las hortalizas, lo que requirió un alto grado de organización y cooperación. Aprendieron a planificar y ejecutar tareas, a gestionar su tiempo y a colaborar con sus compañeros para alcanzar objetivos comunes.

CONCLUSIONES

La siembra de hortalizas con estudiantes de agronomía resultó una serie de beneficios educativos, sociales y ambientales. Los alumnos no solo adquirieron conocimientos y habilidades técnicas, sino que también desarrollaron una mayor conciencia ambiental, un fuerte sentido de responsabilidad y habilidades de trabajo en equipo. Estos resultados demuestran que la educación en buenas prácticas

agrícolas tiene un impacto duradero en los jóvenes, preparándolos para ser ciudadanos conscientes y comprometidos con la sostenibilidad, tanto en sus vidas personales como en sus futuras carreras profesionales.

Las Buenas Prácticas Agrícolas son esenciales para promover una agricultura sostenible que equilibre la producción eficiente con la conservación de los recursos naturales y la mejora del bienestar social. La adopción de BPA permite enfrentar los desafíos actuales del cambio climático, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental, asegurando a su vez la calidad e inocuidad de los productos agropecuarios.

Las Buenas Prácticas Agrícolas son esenciales para enfrentar los desafíos actuales del sector agrícola, permitiendo una producción eficiente y sostenible que respete los recursos naturales, garantice la seguridad alimentaria y mejore la calidad de vida de las poblaciones rurales.

La siembra de hortalizas es una actividad compleja que integra conocimientos técnicos, ecológicos y socioeconómicos. Su correcta implementación no solo asegura la producción de alimentos frescos y nutritivos, sino que también promueve la sostenibilidad y el desarrollo de las comunidades.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son de vital importancia aplicarlas en cada uno de los procesos de producción, porque si se llevan a cabo estas normas técnicas como resultado se tendrá productos óptimos para el consumo, evitando contaminación al medio ambiente, perjudiciales para la vida humana

La implementación de técnicas de siembra adecuadas y el manejo agroecológico son pilares fundamentales para una producción de hortalizas sostenible y eficiente. Estas prácticas no solo optimizan el rendimiento de los cultivos, sino que también promueven la conservación de los recursos naturales y la salud de los agroecosistemas. La transición hacia sistemas agroecológicos es una necesidad imperante en el contexto de los desafíos ambientales actuales, y su adopción requiere de un enfoque integral que considere las condiciones locales, el conocimiento tradicional y los avances científicos contemporáneos.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A. (2019). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Editorial Nordan.
- Altieri, M. A. (2002). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press.
- Biénabe, E., & Sautier, D. (2005). *The role of small scale producers' organizations to address market access*. Centro de Investigación Agrícola Tropical.

- FAO. (2016). *Good Agricultural Practices for Sustainable Agriculture and Improved Livelihoods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Flint, M. L., & van den Bosch, R. (2012). *Introduction to Integrated Pest Management*. Springer.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2016). **Save and Grow: A policy maker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production**. FAO.
- Gliessman, S. R. (2021). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Boca Raton: CRC Press.
- Global G.A.P. (2021). **Good Agricultural Practices (G.A.P.) for Global G.A.P. Integrated Farm Assurance (IFA) Version 5.3**. Global G.A.P.
- Gómez, L., Fernández, J., & López, M. (2021). Prácticas de siembra y trasplante en hortalizas de clima templado. *Revista de Agricultura Moderna*, 45(2), 78-85.
<https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.03.003>.
- Gómez-Luna, M., & Rodríguez-Castillo, R. (2020). Rotación de cultivos y manejo de suelos en sistemas agroecológicos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Gutiérrez, A. (2018). *Uso racional de agroquímicos en la agricultura moderna*. Editorial Agrícola.
- Hanson, J., Dismukes, R., Chambers, W., Greene, C., & Kremen, A. (2017). **Risk and risk management in organic agriculture: Views of organic farmers**. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(3), 248-259.
- Hendrickson, J., & Olson, K. (2018). *Raised Bed Gardening Techniques: Growing in Raised Beds for Better Vegetables*. New York: Hachette.
- Hernández, R., & Martínez, P. (2020). *Preparación del terreno para la siembra de cultivos hortícolas*. *AgroCiencia*, 24(1), 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.agro.2020.02.001>.
- ILO. (2017). *Safe Work for Youth in Agriculture: Good Practices*. International Labour Organization.
- López-Aguilar, F. (2017). *Manejo de semilleros en la producción de hortalizas*. Ciudad de México: Trillas.
- López, A., & Torres, E. (2020). *Manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas: Estrategias y prácticas sostenibles*. *Agronomía y Ambiente*, 16(3), 115-124.
<https://doi.org/10.1016/j.agriam.2020.05.007>.
- Navarro, C., & Gómez, A. (2020). *Cosecha y postcosecha de hortalizas: Buenas prácticas para la preservación de la calidad*. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 39(4), 251-259.
<https://doi.org/10.1016/j.cital.2020.07.005>.
- Orozco, J., Castellanos, S., & Navarro, F. (2017). **Buenas prácticas agrícolas: Una oportunidad para la agricultura sostenible**. *Revista de Agricultura Sostenible*, 4(2), 98-112.

- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2018). *Sustainable intensification in African agriculture*. International Journal of Agricultural Sustainability, 9(1), 5-24.
- Rodríguez, J. (2019). *Desafíos en la implementación de buenas prácticas agrícolas en Latinoamérica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruiz, J., González, H., & Díaz, M. (2019). *Estrategias de riego en la producción de hortalizas bajo condiciones de cambio climático*. Agricultura y Agua, 12(2), 65-72.
<https://doi.org/10.1016/j.agua.2019.02.004>.
- Sánchez, F., & Pérez, L. (2021). Elaboración de composta: *Principios y beneficios en la producción hortícola sostenible*. Ecología Agrícola, 28(1), 92-99.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolagri.2021.01.007>
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). *Global food demand and the sustainable intensification of agriculture*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(50), 20260-20264.

COBERTURA Y MATERIA SECA DE SEIS PASTOS FORRAJEROS EN TRES LOCALIDADES DEL CENTRO DE VERACRUZ

Salvador Paredes Rincón¹

Luis Alberio Montes Gutiérrez²

Ana Grisel Hernández Vallejo³

RESUMEN

Bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones se evaluaron seis variedades de pastos tropicales de los géneros *Urochloa* y *Megathyrsus*, simultáneamente en tres localidades y en diferentes periodos con el propósito de conocer su adaptabilidad y productividad con base en su capacidad de cubrir el suelo y producción forrajera. Tres meses después de la siembra, se midió la cobertura del suelo (porcentaje) y el rendimiento de materia seca (Kg de MS ha⁻¹). Los pastos que tuvieron mayor cobertura fueron: Señal, Insurgente y Mulato en las tres localidades de estudio. Los mejores rendimientos de materia seca se observaron en las variedades Mombasa, Insurgente y Mulato, en la localidad Rancho Viveros, Mombasa y Mulato en la localidad Arroyo Agrio y Mombasa, Tanzania e Insurgente en la localidad del Farallón. El desarrollo de los pastos fue afectado por las condiciones agroclimáticas de cada localidad y por los periodos de estudio.

Palabras clave: Materia seca, Variedades, Pastos

ABSTRACT

Using a randomized complete block design with four replications, six varieties of tropical grasses from the genera *Urochloa* and *Megathyrsus* were evaluated simultaneously in three locations and at different times. The purpose of this study was to determine their adaptability and productivity based on their soil cover capacity and forage production. Three months after planting, soil cover (percentage) and dry matter yield (kg DM ha⁻¹) were measured. The grasses with the highest soil cover were Señal, Insurgente, and Mulato at the three study locations. The highest dry matter yields were observed in the varieties Mombasa, Insurgente, and Mulato at the Rancho Viveros location; Mombasa and Mulato at the Arroyo Agrio location; and Mombasa, Tanzania; and Insurgente at the Farallón location. Pasture development was affected by the agroclimatic conditions at each location and the study periods.

Keywords: Dry matter, Varieties, Grasses

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Úrsulo Galván. salvador.pr@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Úrsulo Galván. luis.mg@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. ana.hv@ugalvan.tecnm.mx

INTRODUCCIÓN

La región tropical de México tiene una superficie de 51 millones de hectáreas: de éstas, el 73% se dedican a la ganadería bovina, contribuyendo con más de 40% al inventario nacional. De la superficie dedicada al pastoreo, aproximadamente el 30% está cubierta con pastos nativos inducidos (Zazueta, 1996). El sistema de explotación es principalmente extensivo, con producción estacional de forraje que depende de la distribución, intensidad y duración de las lluvias que al ser insuficientes dan como resultado una inadecuada alimentación del ganado por más de medio año. Además, se observan altos costos de operación en el mantenimiento de praderas por la invasión de maleza, por ende, esta ganadería es de baja productividad e inestable (Espinosa, 1996). No obstante, el trópico mexicano ofrece un elevado potencial para el desarrollo ganadero, por sus áreas de gran captación de energía solar, temperatura y humedad (Hrabovszky, 1991), donde predominan los pastizales naturales y asociaciones comunes de *Megathyrsus maximus*, Jaragua (*Hyparrhenia ruffa*), en menor proporción y matorral, o selva mediana subperennifolia. En estas áreas se mantiene el ganado por más de medio año, y es concentrado en época de estiaje (nortes y sequías) en las planicies, donde algunas unidades de producción tienen establecidas praderas con pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) (López et al, 1992; Gómez y Padilla, 1999). El forraje utilizado mediante tecnología de bajo costo (pastoreo) resulta de gran importancia por ser la fuente más económica de nutrientes para la ganadería bovina por cubrir casi todas sus necesidades nutricionales, lo que resulta relevante por el costo elevado de otras materias alimenticias (Florluk, 1996; Bernal, 1994; Jiménez, 1984 y Jiménez, 1989).

Generalmente se carece de pastos de calidad y principalmente en la época de sequía, pues las especies de pastos nativos con que se cuentan son de baja persistencia durante todas las estaciones del año, y aunque se tienen algunos pastos introducidos, como el Estrella de África (13.5%), el Jaragua (11.5%) el Guinea (7.8%) y otros (17.2%), no satisfacen las necesidades nutritivas del ganado, por lo que algunos ganaderos (15%) incluyen alimentos complementarios, como grano de maíz, sorgo, gallinaza, melaza o concentrados, sobre todo en época de sequía, lo que incrementa los costos de producción. En esta época se requieren 2 hectáreas por cada unidad animal (UA) debido a la escasez de pastos, con ganancias promedio de 300g/día, y una producción de leche de 3.9 l/vaca/día, lo que obliga a la venta de animales con pérdidas económicas y, en ocasiones hasta el abandono de esta actividad (Gómez y Valenzuela, 1999).

En respuesta a esta problemática, durante la década de los años 90 se liberaron e introdujeron al trópico mexicano alrededor de 15 especies de gramíneas de los géneros *Megathyrsus*, *Urochloa* y *Andropogon*, entre otros con alto potencial de producción y adaptabilidad (Enríquez, 1994).

Entre las especies de pastos mejorados promisorios para la zona centro del estado de Veracruz, destacan *Urochloa brizantha* (pasto Insurgente) antes *Brachiaria brizantha*. Este pasto es rápido de establecer y tiene alta competitividad con maleza (Peralta, 1991), presenta elevada producción de forraje de buena calidad a lo largo del año, buena capacidad de rebrote, alta resistencia al ataque de plagas y mediana resistencia a la sequía, crece desde 1 hasta 1400 msnm, con precipitaciones superiores a 800 mm y una temperatura promedio anual por arriba de 19 ° C (Peralta, 1992), prospera bien en suelos de color rojizo, amarillo, café claro y oscuros, no obstante, prefiere suelos con pH de 5.0 mayor de textura ligeramente arcillosa, limo-arcillosa, limo-arenosa y francos. Asimismo, es adaptable a suelos de mediana fertilidad de texturas francas hasta arcillosas, ácidos y ligeramente alcalinos (pH de 4.9 a 8.2), ricos en hierro y aluminio y pobres en nutrimentos (Bernal, 1994). No debe sembrarse donde existe encharcamiento, pues requiere de buen drenaje.

Otro pasto de este género es el Señal ([*Urochloa decumbens*](#)), antes *Brachiaria decumbens*, que tiene las características de ser rastrero, perenne, producir macollos compactos y erectos, poseer un gran follaje y es muy palatable para el ganado (Flores, 1994), presenta mediana tolerancia al frío, inundaciones y a la sequía, así como buena resistencia al pisoteo de los animales (Floree, 1994). Es recomendable para áreas de buena precipitación pluvial adaptable a clima tropical seco y húmedo, no obstante, que desarrolla mejor en suelos con alta fertilidad, con textura arcillosa a franca, con una acidez media y de baja salinidad (Jiménez, 1989),

En 1999 surgió al mercado el pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido, CIAT 36061) (Papalotla, 2000), que es producto de la cruce entre los pastos Insurgente (*Urochloa brizantha*), Señal ([*Urochloa decumbens*](#)) y el Ruzi (*Urochloa ruziziensis*), posee características de sus progenitores como la adaptabilidad a un amplio número de sub ecosistemas tropicales, a distintos tipos de suelos, que van desde arcillosos, arcillo-arenosos a mediana calidad, así como, su tolerancia a plagas como son la Mosca pinta (*Aeneolamia spp*), el gusano Falso medidor (*Mocis latipes y Trichoplusia ni*) y el gusano Soldado (*Spodoptera exigua*) por parte del pasto Insurgente, así también, tolera a la sequía y se adapta a suelos de mediana a pobre calidad, con pH ácido, por parte del Señal, así como alta calidad nutritiva atribuible al pasto Ruzi.

Pastos del género *Megathyrsus maximus*. Entre los más destacados está el Cv Tanzania. Es una especie que se encuentra en zonas tropicales y subtropicales húmedas del mundo, tiene alto grado de adaptabilidad, ya que se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, con una precipitación mayor de 800 mm (Savidán, 1991), requiere suelos con media a alta fertilidad, su raíz es extensa de ahí su resistencia a la sequía, aunque prefiere la humedad, pero no en exceso (McIlroy, 1976). Paredes et al/ (2000) observaron un crecimiento vigoroso de este pasto en plena época de sequía, por retener

más humedad que otros pastos debido a su alta eficiencia radicular. Otro pasto sobresaliente de este género es el Mombasa (*Megathyrsus maximus* Cv. Mombasa), gramínea perenne de crecimiento macollado que mide en promedio 1.65 m de altura con hojas hasta de 3.0 cm de ancho y de 70 a 80 cm de largo, se adapta a regiones con altitudes desde 1 a 1500 msnm, con precipitaciones superiores a los 1000 mm anuales y a suelos de buena fertilidad y con buen drenaje. Al respecto Paredes et al, (2000), observaron que en condiciones de pastoreo racional y en época de lluvias, este pasto fertilizado con 150 Kg/ha de nitrógeno, 100 Kg de fósforo y 100 Kg de potasio incrementó en un 40% su rendimiento de materia seca.

Otra alternativa es el pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth cv Tun Tun). Este pasto se adapta mejor que otros a suelos someros de laderas, con alta tendencia a erosionarse, resiste sequías prolongadas hasta de 7 meses, prospera en suelos con texturas de francos a arenosos, desde muy fértiles hasta ácidos de baja fertilidad, con saturación de aluminio hasta de 83 %, resiste diferentes niveles de pH, como son los ácidos que pueden ser de 4.3 y alcalinos con pH de hasta 8.0., pero no a suelos salinos, ni inundables, posee alta tolerancia a la Mosca pinta y a la sequía, Se adapta a altitudes de hasta 1200 msnm, resiste precipitaciones mínimas de 400 mm (Peralta, 1991). El pasto Tun-Tun es una línea genética derivada del *Andropogon gayanus*, seleccionado por su característica de menor altura y mayor proporción de hojas, del cual, no se tienen reportes de adaptabilidad, productividad, ni de calidad nutritiva en diferentes ecosistemas tropicales (Papalotla, 2000).

Considerando lo anterior el presente estudio sirvió para validar nuevas especies forrajeras en distintas condiciones agroclimáticas como alternativas de solución a la carencia de especies forrajeras de mejor adaptabilidad, capacidad productiva y alta persistencia para alimentación de bovinos en pastoreo, asimismo, conocer las limitaciones atribuibles a diferentes condiciones agroecológicas en el desarrollo de las praderas. Para ello se propuso comparar la adaptabilidad y capacidad productiva de seis variedades de pastos tropicales de los géneros [*Urochloa*](#), *Megathyrsus* y *Andropogon* en tres localidades con diferentes características agroclimáticas, y evaluadas en distintas épocas del año y periodos mensuales. Lo que corresponde a un ensayo de investigación adaptativa en terrenos de productores (Doorman, 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El Farallón está ubicado en los rangos de latitud entre 19°29'49.73" N y 19°43'33.46" N, y longitudes entre 96°19'49.65" W y 96°27'14.54" W. Altitud. 30 msnm, clima cálido

subhúmedo (Aw1) caracterizado por temperatura media anual de 24.5 °C y lluvias de verano, suelo tipo Vertisol pélico.

Arroyo Agrio; Latitud. 19.70556° o 19° 42' 20" norte; Longitud. -96.43083° o 96° 25' 51" oeste; Altitud. 30 msnm, clima cálido subhúmedo (Aw1) caracterizado por temperaturas medias anuales superiores a 22°C y lluvias de verano, suelos de tipo Phaeozen y Vertisol.

Rancho Viveros, la Cumbre, Ver.; 19° 23' a 19° 44' de latitud norte y 96° 20' a 96° 48' de longitud oeste. Clima cálido subhúmedo con temperaturas medias anuales superiores a 22°C y lluvias de verano. El suelo es del tipo cálcico, Rancho Viveros', ubicado en el Km. 35.5 de la carretera Xalapa - Veracruz, municipio de Emiliano Zapata, Aw!, temperatura media anual de 22°C, precipitación pluvial anual de 900 mm, suelo cálcico y arcilloarenoso (García, 1985), la segunda (B) el rancho Arroyo Agrio", municipio de Alto Lucero, Ver., altitud de 20 msnm, clima tropical Aw2, precipitación pluvial anual de 1330 mm y temperatura promedio de 23.5 C, suelo férrico y pedregoso (García, 1985). y la tercera (C) Granja El Farallón, municipio de Actopan, Ver., clima Aw2. precipitación pluvial anual de 1350 mm, temperatura promedio anual de 24°C (García, 1985), y suelo arcilloso, tipo Vertisol pélico (López et al., 1992).

Período de realización. La investigación se realizó durante el período de mayo de 2020 a octubre de 2021.

Metodología de la investigación.

Después de un año de establecimiento las praderas, se comparó el rendimiento promedio mensual de materia seca (kg/ha) durante la época de lluvias (julio-octubre/2021), simultáneamente en cada localidad.

El presente trabajo es un reporte de aplicación de un trabajo experimental, asimismo, es transversal prospectivo, ya que a los diferentes pastos en estudio se les midieron características por periodos trimestrales para el caso de la cobertura del suelo cada 90 días después de 3 meses de la siembra y, por cinco periodos mensuales para la estimación del rendimiento de materia seca (kg/ha). después de 12 meses de establecidas las praderas, durante la temporada de lluvias (junio-agosto/2021).

Descripción del diseño experimental y los tratamientos: El diseño experimental aplicado en cada localidad fue Bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones, con el propósito de controlar la variabilidad entre las parcelas unidades experimentales, evitando así que los efectos de tratamientos fueran enmascarados o confundidos por la heterogeneidad del terreno, ya que el suelo ofrecía pendientes de 2 al 7% y cambios en gradientes de fertilidad. En tres localidades se repitió el experimento, cada uno de estos contó con 24 unidades experimentales de 540 m²; resultantes de la distribución al azar de seis tratamientos (6 tipos de pastos) en cuatro bloques.

Los tratamientos fueron los pastos: T1 Mombasa (MO), T2 Tanzania (TAN), T3 Insurgente (IN) T4 Señal (SE), T5 Mulato (MU) y T6 Tun Tun. (TUN)

Las mediciones de las variables en cada periodo se hicieron mediante el análisis de medidas repetidas usando el procedimiento REPEATED del paquete `computacional SAS, 1988, en las mismas unidades experimentales (Herrera y Barreras, 2000).

Con la finalidad de examinar integralmente el proceso experimental y conocer el efecto combinado de las mencionadas variables independientes en cada localidad, como fueron los períodos de evaluación y los tratamientos se empleó el análisis de resultados de una serie de experimentos distribuidos en el tiempo y en el espacio descritos en (Martinez, 1988), y (Cochran y Cox, 1981). Los bloques fueron separados entre sí por un espacio de 2 m.

Variables de repuesta.

Se aplicaron dos métodos de muestreo; uno para estimar la cobertura del suelo y otro para el rendimiento de materia seca presente por hectárea.

Cobertura del suelo.

Se realizaron cuatro mediciones cada 90 días a partir de tres meses después de la siembra, considerando las épocas de Lluvias junio-sep/2020), invierno (dic/2020-feb/2021), de sequía (feb-may/2021), Lluvias (jun-oct/2021) en cada una de 24 unidades experimentales, obteniéndose un total de 96 mediciones. Simultáneamente el mismo procedimiento se repitió en tres localidades, lo que en conjunto hicieron un colectivo de 288 observaciones. La cobertura se estimó trimestralmente mediante visualización del área relativa de suelo que cubría cada variedad de pasto en un metro cuadrado, lanzándolo 30 veces en una trayectoria en zig-zag por toda la unidad experimental, de los cuales se obtuvo el promedio en cada una de las cuatro repeticiones.

Rendimiento de materia seca/ha. Se estimó cada mes mediante el Método de Rendimiento doble Comparativo (MRC), según (Haydock y Shaw, 1975), que indica recorrer de manera sistemática la pradera en zig-zag a fin de realizar los muestreos en la mayor parte de la pradera. Para estimar el contenido de materia seca del forraje en cada unidad experimental las 5 submuestras reales fueron mezcladas para obtener una muestra compuesta de 250g, las cuales se sometieron a secado en una estufa de aire forzado a 65 °C durante 72 horas (tiempo suficiente para encontrar el peso constante en una balanza granataria). El peso seco total (PST) se obtuvo por regla de tres simple.

Metodología estadística

Análisis exploratorio. Consistió en aplicar técnicas exploratorias como son los gráficos comparativos de cajas y alambres, y de líneas, para la cobertura del suelo y el rendimiento de materia seca; con respecto a las variedades de pastos por localidad y por periodo. Con la finalidad de observar el

comportamiento de los datos y detectar gráficamente alguna asociación o dependencia entre variables, así como los valores anormales o atípicos. Para ello se empleó el paquete estadístico (STATISTICA, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de ANOVA global indica que la mayoría de los términos del modelo lineal, salvo el efecto de los bloques, son altamente significativos para la variable Cobertura del suelo. En los componentes principales y en las interacciones A*B, A*D, A*B*D (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza considerando todos los efectos (localidad, tratamiento, bloque y período).

FV	GL	SC	CM	F	P
A Localidad	2	54657.54	27328.87	395.18	0.000000*
B Tratamiento	5	31163.98	5232.795	51.78	0.000000*
A*B	10	11900.21	1190.021	33.50	0.000000*
C Bloque		102.1556	34.05186		
A*C	6	4149278	69.15464		
B*C	15	1805.445	120.363		
A*B*C	30	1065.729	35.52432		
D Período	3	110580.5	36860.16	443.04	0.000000*
A*D	6	10602.7	1767.116	36.99	0.000000*
B*D	15	3068.543	203.9029	4.46	0.000048*
A*B*D	30	8901.41	296.7137	9.33	0.000000*
C*D	9	748.7834	83.19816		
A*C*D	18	859.9506	47.77503		
B*C*D	45	2058.937	45.75414		
A*B*C*D	90	2860.672	31.78525		
Total ajustado	287	240781.7			
Total	288				

*Término de significancia a un alfa = 0.05

En el cuadro 2, se reporta el resultado del análisis de varianza con relación a la variable cobertura del suelo en el rancho Viveros, y se observó que las variedades de los pastos no son estadísticamente iguales en todos los periodos (Figura 1), con incrementos significativos a partir del período 2. Para precisar esta diferencia significativa al 0.05, se utilizó la prueba de Tukey-Kramer. El resultado de este análisis señala que las mejores variedades de pasto en todos los periodos fueron Señal, Insurgente y Mulato, posiblemente por su hábito de crecimiento estolonífero y rastrero, que le permiten abarcar mayor superficie, y también por su capacidad para tolerar la sequía. Acorde con lo señalado por Vázquez (1996), probablemente el escaso desarrollo de las demás variedades es debido a la escasez de humedad marcada que se presenta en este suelo de estructura porosa, que tienen baja cantidad de minerales y las plantas que nacen ahí presentan deficiencias (Martin, 1975) y, por ende, a la incapacidad de una alta tasa de extracción de nutrientes del suelo que estas variedades necesitan para sobrevivir. Los resultados de esta misma variable en la localidad de Arroyo Agrio (Cuadro 3) evidencian también que las variedades de pastos no son estadísticamente iguales en todos los

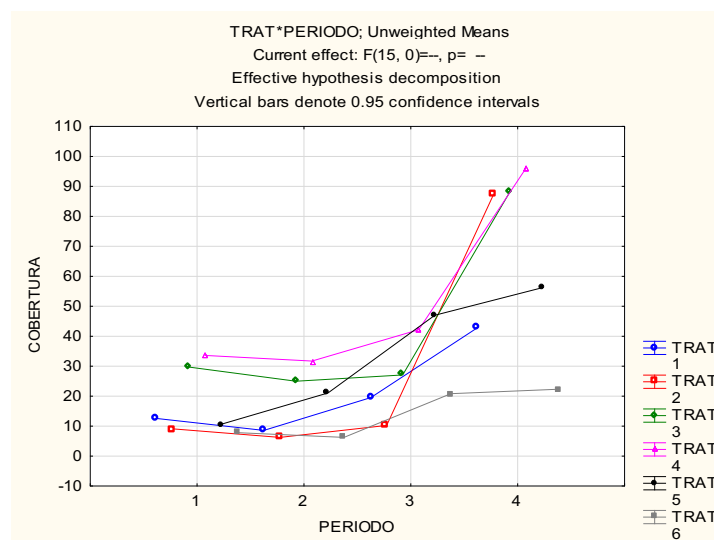
periodos, asimismo, con incrementos significativos a partir del período 3 (Figura 2). Las mejores variedades en todos los periodos fueron Señal e Insurgente.

Cuadro 2. Comparación de medias (Tukey 0.05) cobertura, Rancho Viveros.

Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media
4 Se	33.60 a	4 Se	31.75 a	5 Mu	47.00 a	4Se	95.95 a
3 Ins	29.72 a	3 In	25.00 ba	4 Se	42.20 ba	3 In	88.00 a
1 Mo	12.55 b	5 Mu	21.10 bac	3 Ins	27.07 bc	2 Tan	87.30 a
5 Mu	10.62 b	6 Tun	13.27 bdc	6 Tun	20.85dc	5 MU	56.17 b
2Tan	9.12 b	1 Mo	8.57 de	1 Mo	19.50 dc	1 Mo	42.90 cb
6 Tun	7.85 b	2 Tan	6.27 d	2 Tan	10.26 d	6 Tun	22.30 c

Medias con la misma literal, estadísticamente son iguales ($P < 0.05$). 1 Mo: Mombasa, 2 Tan; Tanzania, 3 Ins: Insurgente, 4 Se: Señal, 5 Mu: Mulato, 6 Tun: Tun Tun.

Figura 1. Cobertura del suelo promedio (%) de seis variedades de pasto en cuatro periodos de evaluación en el Rancho Viveros.

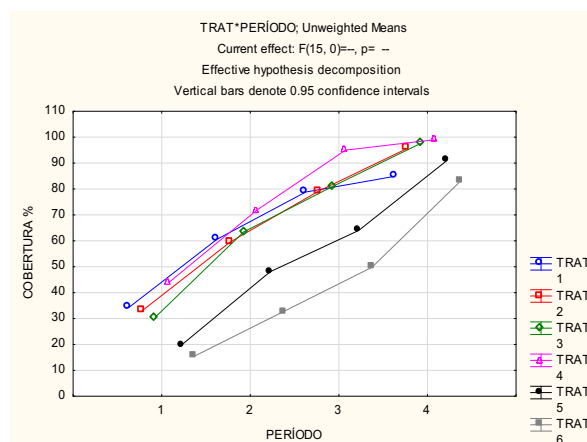


Cuadro 3. Comparación de medias (Tukey 0.05) cobertura, Rancho Arroyo Agrio.

Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media
4 Se	43.75 a	4 Se	71.87 a	4 Se	95.00 a	4Se	99.00 a
1 Mo	34.15 b	3 Ins	63.40 b	3 Ins	80.90 a	3 Ins	97.62 a
2 Tan	32.87 b	1 Mo	60.60 b	2 Tan	79.25 a	2 Tan	95.70 a
3 Ins	30.40 bc	2 Tan	59.60 b	1 Mo	78.82 ba	5 Mu	91.10 ba
5 Mu	19.80 cd	5 Mu	48.07 bc	5 Mu	64.00 b	1 Mo	84.87 ba
6 Tun	15.57 d	6 Tun	32.70 bc	6 Tun	49.80 c	6 Tun	83.07ba

Medias con la misma literal, estadísticamente son iguales ($P < 0.05$). 1 Mo: Mombasa, 2 Tan; Tanzania, 3 Ins: Insurgente, 4 Se: Señal, 5 Mu: Mulato, 6 Tun: Tun Tun

Figura 2. Cobertura del suelo promedio (%) de seis variedades de pasto en cuatro períodos de evaluación en el Rancho Arroyo Agrio



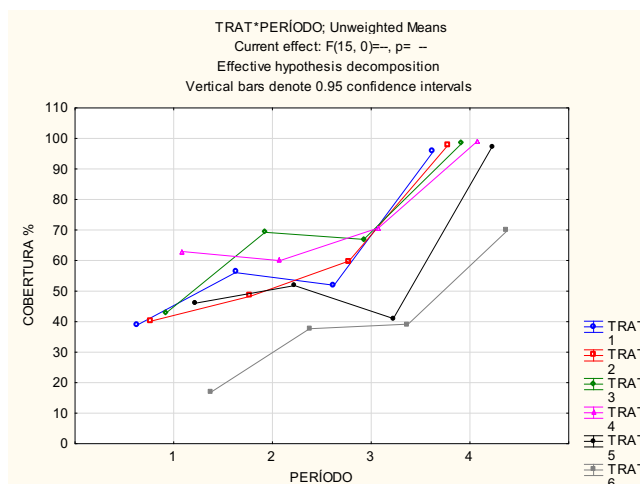
Los resultados de esta variable en la localidad del Farallón (Cuadro 4) Evidencian también, que, las variedades de pastos no son estadísticamente iguales en todos los periodos, asimismo, se tuvo que las mejores variedades en todos los periodos fueron Señal e Insurgente (Figura 3).

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey 0.05) cobertura, Rancho El Farallón.

Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media
	63.00 a	3 Ins	69.25 a	4 Se	70.70 a	4Se	99.07 a
1 Mo	38.80 b	4 Se	59.97 b	3 Ins	66.92 a	3 Ins	98.62 a
2 Tan	40.20 b	1 Mo	56.07 b	2 Tan	59.87 b	2 Tan	97.67 a
3 Ins	42.85 b	5 Mu	51.80 bc	1 Mu	51.92 bc	5 Mu	97.27 a
5 Mu	46.07 b	2 Tan	48.27 bc	5 Mo	41.02 c	1 Mo	95.55 a
6 Tun	16.85 c	6 Tun	37.67 c	6Tun	39.20 c	6 Tun	69.67 b

Medias con la misma literal, estadísticamente son iguales ($P < 0.05$). 1 Mo: Mombasa, 2 Tan: Tanzania, 3 Ins: Insurgente, 4 Se: Señal, 5 Mu: Mulato, 6 Tun: Tun Tun.

Figura 3. Cobertura del suelo promedio (%) de seis variedades de pasto en cuatro períodos de evaluación en el Rancho El Farallón.



Rendimiento de Materia Seca.

El análisis de ANOVA global indica que la mayoría de los términos del modelo lineal, salvo el efecto de los bloques, son altamente significativos para la variable Rendimiento de Materia Seca (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza de la variable rendimiento de materia seca considerando todos los efectos (localidad, tratamiento, bloque y período).

FV	GL	SC	CM	F	P
A Localidad	2	4.883351	2.441678	64.92	0.000086*
B Tratamiento	5	3.724443	7448887	23.25	0.000001*
B	10	1.0762+E08	1.076E+07	20.27	0.000000*
C Bloque	3	5215822	1738607		
A*C	6	2256480	376079.9		
B*C	15	4806721	320448.1		
A*B*C	30	1.592688E+07	530889.1		
D Período	4	7.773423E+07	1.943358E+07	102.91	0.000000*
A*D	8	1.669574E+07	2086967	11.70	0.000001*
B*D	20	1.007899E+07	503849.5	3.56	0.000074*
A*B*D	40	2.363223E+07	590805.67	3.52	0.000000*
C*D	12	2266189	188849		
A*C*D	24	4282548	178439.5		
B*C*D	60	8502977	141716.3		
A*B*C*D	120	2.011622E+07	167635.2		
Total ajustado	359	3.852108E+07			
Total	360				

*Término de significancia a un alfa = 0.05

En la localidad del Rancho Viveros (Cuadro 6), las variedades de los pastos no son estadísticamente iguales en todos los periodos, todos los pastos tuvieron su mejor rendimiento de MS en el período 4 y decrecieron en el período 5 (Figura 5), Los mejores pastos en todos los periodos fueron: Mombasa, Insurgente y Mulato.

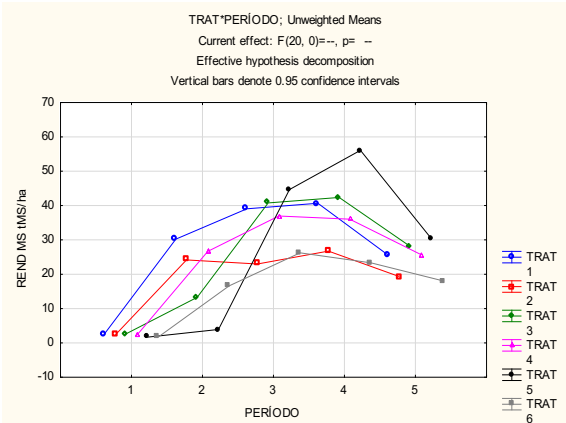
Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey 0.05) Rendimiento de materia seca (t MS ha⁻¹) de seis variedades de pastos, Rancho Viveros.

Período 1		Período 2		Período 3		Período 4		Período 5	
Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media
1 Mo	2.78 a	5 Mu	3.94 a	5 Mu	44.65 a	5 Mu	56.07 a	5 Mu	30.30 a
3 Ins	2.66 ba	3 Ins	3.28 ba	3 Ins	40.77 ba	3 Ins	42.36 ba	3 Ins	28.13 ba
2 Tan	2.39 ba	1 Mo	30.22 bac	1 Mo	39.04 ba	1 Mo	40.66 ba	4 Se	25.73 ba
5 Mu	2.36 ba	4 Se	26.67 bac	4 Se	36.97 ba	4 Se	36.04 bcd	1 Mo	25.41 ba
4 Se	2.23 ba	2 Tan	24.19 bc	6 Tun	26.24 b	2 Tan	26.74 cd	2 Tan	19.30 ba
6 Tun	1.66 b	6 Tun	16.62 c	2 Tan	22.98 b	6 Tun	23.32 d	6 Tun	18.13 b

Medias con la misma literal, estadísticamente son iguales ($P < 0.05$). 1 Mo: Mombasa, 2 Tan;

Tanzania, 3 Ins: Insurgente, 4 Se: Señal, 5 Mu: Mulato, 6 Tun: Tun Tun

Figura 4. Rendimiento promedio de materia seca (t MS/ha) de seis variedades de pasto en cinco periodos de evaluación en el Rancho Viveros.



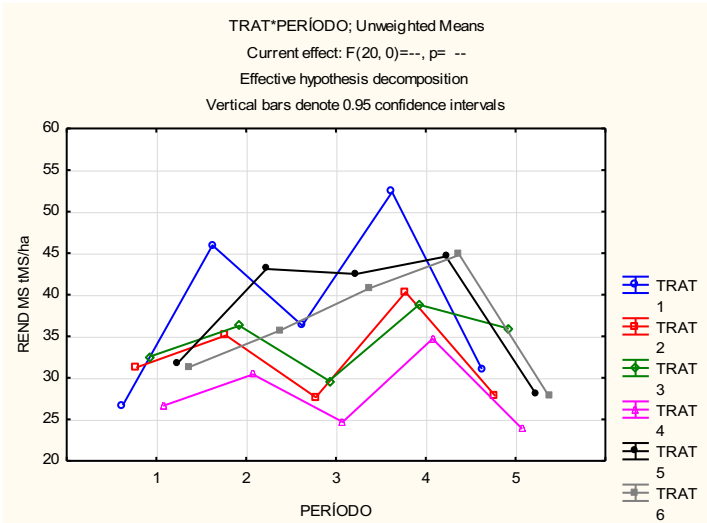
En la localidad de Arroyo Agrio (Cuadro 7), también se observa diferencia significativa al 0.05 en todos los periodos. Usando la prueba de medias anterior, se obtuvo que las mejores variedades en todos los periodos son Mombasa y Mulato.

Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey 0.05) Rendimiento de materia seca (t MS ha-1) de seis variedades de pastos, Rancho Arroyo Agrio.

Período 1		Período 2		Período 3		Período 4		Período 5	
Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media
1 Mo	26.69 a	1 Mo	45.95 a	5 Mu	42.49 a	1 Mo	52.35 a	1 Mo	31.05 a
3 Ins	32.55 ba	5 Mu	43.09 ba	6 Tun	40.78 ba	6 Tun	44.78 ba	5 Mu	28.09 ba
5 Mu	31.65 ba	3 Ins	36.26 bc	1 Mo	36.30 bac	5 mU	44.59 b	2 Tan	27.82 ba
6 Tun	31.33 ba	6 Tun	35.69 bc	3 Ins	29.64 bc	2 Tan	40.30 bc	6 Tun	27.75 ba
2 Tan	31.24 ba	2 Tan	35.10 bc	2 Tan	27.65 c	3 Ins	38.79 bc	3 Ins	25.91 ba
4 Se	26.62 b	4 Se	30.41 c	4 Se	24.69 c	4 Se	34.70 c	4 Se	23.85 b

Medias con la misma literal, estadísticamente son iguales (P<0.05). 1 Mo: Mombasa, 2 Tan; Tanzania, 3 Ins: Insurgente, 4 Se: Señal, 5 Mu: Mulato, 6 Tun: Tun Tun

Figura 5. Rendimiento promedio de materia seca (t MS/ha) de seis variedades de pasto en cinco periodos de evaluación en el Rancho Arroyo Agrio.



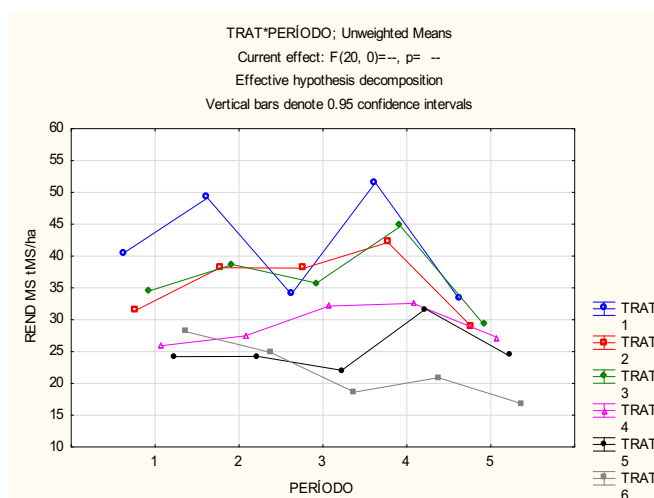
En El Farallón (Cuadro 8) se observa en todos los períodos diferencia altamente significativa en las variedades de pasto en la variable de materia seca, por lo tanto, al hacer el análisis de comparación de medias mediante la prueba anterior, se tiene que: las mejores variedades en todos los periodos fueron Mombasa, Tanzania e Insurgente, salvo en el mes de julio.

Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey 0.05) Rendimiento de materia seca (t MS ha^{-1}) de seis variedades de pastos, El Farallón.

Período 1		Período 2		Período 3		Período 4		Período 5	
Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media	Trat	Media
1 Mo	40.46 a	1 Mo	49.12 a	2 Tan	38.09 a	1 Mo	51.53 a	1 Mo	33.25 a
3 Ins	34.51 ba	3 Ins	38.66 ba	3 Ins	35.75 a	3 Ins	44.67 ba	3 Ins	29.14 ba
2 Tan	31.51 ba	2 Tan	38.17 ba	1 Mo	34.01 a	2 Tan	42.14 bac	2 Tan	28.87 ba
6 Tun	28.09 ba	4 Se	27.46 bc	4 Se	32.15 a	4 Se	32.57 bdc	4 Se	27.23 ba
4 Se	25.90 b	6 Tun	24.87 c	5 Mu	22.05 ba	5 Mu	31.69 dc	5 Mu	24.31 b
5 Mu	24.21 b	5 Mu	24.25 c	6 Tun	18.62 c	6 Tun	20.90 d	6 Tun	16.79 c

Medias con la misma literal, estadísticamente son iguales ($P < 0.05$). 1 Mo: Mombasa, 2 Tan; Tanzania, 3 Ins: Insurgente, 4 Se: Señal, 5 Mu: Mulato, 6 Tun: Tun Tun

Figura 6. Rendimiento promedio de materia seca (t MS/ha) seis variedades de pasto en cinco períodos de evaluación en el Rancho El Farallón.



Los rendimientos de materia seca favorecen a las localidades de Arroyo Agrio y el Farallón por todas las variedades de pasto en estudio, probablemente por las mejores calidades de suelo que estas localidades tienen con relación al rancho Viveros, que posee un suelo cálcico en donde el elevado pH afecta marcadamente la disponibilidad de nutrientes como el fosforo, magnesio, fierro, nitrógeno y calcio, y esto a su vez pueden causar efectos adversos después de unos cuantos días de que se haya privado la planta de alguno de ellos, retrasando su crecimiento y en casos hasta su eliminación (PPI 1907)

Cabe señalar, que el pasto Tun tun, no destaca en cobertura ni en rendimiento de materia seca por su porte pequeño, sin embargo, Su persistencia es alta durante todo el año, ya que retiene agua del sereno y el rocío de la mañana-

CONCLUSIONES

En las tres localidades de estudio, hubo diferencias de cobertura entre períodos ($P < 0.05$), asimismo, se observó diferencia de adaptación de los pastos, manifestándose con mayor cobertura en la localidad Rancho Viveros; las variedades Señal, Insurgente y Mulato, en tanto que en las localidades Arroyo Agrio y el Farallón; fueron los pastos Señal e Insurgente.

En rendimiento de materia seca. En El Rancho Viveros se observó diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre períodos, asimismo, entre los pastos, produciendo mayor cantidad de materia seca/ha los pastos Mombasa, Insurgente y Mulato. mientras que en la localidad de Arroyo Agrio también fueron diferentes ($P < 0.05$), en todos los periodos, los mejores pastos fueron: Mombasa y Mulato. En tanto que, en la localidad del Farallón, se observó diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) en las variedades de pasto, donde las mejores variedades fueron Mombasa, Tanzania e Insurgente en todos los periodos salvo el mes de julio.

Los rendimientos de materia seca favorecen a las localidades de Arroyo Agrio y el Farallón por todas las variedades de pasto en estudio, probablemente por las mejores calidades de suelo que estas localidades tienen con relación al Rancho Viveros, que posee un suelo cálcico.

REFERENCIAS

- Bernal E.J. (1994). Pastos y Forrajes tropicales. Producción y Manejo. 3a. Ed. Pp. 613-616. Banco Ganadero. Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Cochran W G y Cox G M (1981). Diseños Experimentales. 7ª Ed. Edit. Trillas, Pp. 613. 616
- Doorman F. 1991. La metodología del Diagnóstico en el Enfoque Investigación Adaptativa. Guía para la ejecución de un diagnóstico con énfasis en el análisis de finca del pequeño productor agropecuario. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica.
- Enríquez Q J F. (1994). Producción de forrajes de clima tropical. Establecimiento de praderas. En: Gran Dia del Agricultor, 1994. Guía para la asistencia técnica agrícola en el área de influencia del Campo Experimental Cotaxtla. Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.
- Espinosa G F F. 1996. Uso del pastoreo intensivo tecnificado en un rancho ganadero de Campeche, Cam, México. En: Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. 1er Foro Internacional. Fira-Banco de México, Veracruz, Ver

- Flores M. J. A. (1994). *Bromatología Animal*, Edit. Limusa, S.A.de C.V. México DF., pp. 1096.
- García E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen 4a Edición*. Editado en los talleres de OFFSET, S.A., México D.F, 217 p.
- Gómez O, J. A. y Valenzuela P. G., 1999. *Diagnóstico Participativo de la ganadería bovina en los municipios de Actopan y Alto Lucero, Ver.*, Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No 18, Úrsulo Galván, Ver. 217 p.
- Herrera H, J G, y Barreras S A. (2000). *Análisis estadístico de experimentos pecuarios*. Colegio de Posgraduados, Montecillos, Edo. México, pp 87-90.
- Hrabovsky J P. (1991). *Fomento de la ganadería hasta el año 2000*. Revista Mundial de Zootecnia. 40:1-17,
- Jiménez M.A. (1989). *La producción de forrajes en México*. 1a. Ed. Edo.de México. Universidad Autónoma de Chapingo- FIRA- Banco de México, Chapingo,
- Lascano EC and Euclides VP B.1996. *Nutritional Quality and Animal Production of Brachiaria Pasture*. In: *Biology and C.B. do Agronomy and Improvement*. Edited by.J.W.Miles, B.L. Maass, Brasileira Valle. Centro Internacional de (EMBRAPA). Agricultura Tropical- Empresa de Pesquisa Agropecuaria
- López A. J. J., Santillán D. F. y Santiago V M. C. 1992. *Productividad Agrícola de Pastizales en los alrededores de la CNE Laguna Verde*. Instituto Tecnológico Agropecuario No 18. V. Úrsulo Galván, Ver. Octubre.
- Martin R. P. 1975. *La planta viviente*. Editorial Continental, 1ª Impresión, México, pp. 272.
- Martínez G A. (1988). *Diseños Experimentales. Métodos y elementos de teoría*. Edit. Trillas p 664.
- Martínez G. A., (1994). *Experimentación Agrícola. Métodos Estadísticos*. 1ª Edición, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, pag 191:
- Mclroy R.J. 1976. *Introducción a los pastos tropicales*. Ed. LIMUSA.México: 21-34 y 69-72p.
- Padilla C.; Sánchez L.; Sorroca. J. y Febles G., 1978. *Efecto del método de siembra en el establecimiento de Panicum maximum Jacq sobre pastos naturales*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 12: 189-199. Instituto de Ciencia Animal. Apartado 24, San José de las Lajas, la Habana,
- Papalotla, 2000. *Pasto Mulato. Brachiaria híbrido*. Boletín No.1.Semillas Papalotla S.A'. de C.V., México, D.F.

- Paredes R. S., Bejarano M A, y Reyes M. A, 2000. Productividad del pasto Mombasa (*Panicum maximum*, Cv. Mombasa) fertilizado y bajo pastoreo racional en época de lluvias. XI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. DGETA", SEP., Villahermosa Tab.23-25 octubre del 2000.
- Paredes R.S S., Álvarez H M., Castro R. R. y Márquez A. V., 2000. Pastos Insurgente y Tanzania a diferentes frecuencias de corte en época de sequía. XI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. DGETA.,SEP., Villahermosa Tab.23-25 octubre del 2000.
- Peralta M.A, 1991. Pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Ex A. Rich Staft para incrementar la producción de carne y leche en el trópico de México. SARH-INIFAP. CIFAP-OAXACA. Folleto técnico No. 1.23 p.
- Peralta M.A.. 1991. Praderas tropicales para la producción de leche: Situación actual y perspectivas. FIRA. Boletín informativo No. 23.: (228), 30-48.
- Peralta M.A., 1992. Nuevas alternativas para la producción de forraje en el trópico húmedo. Revista mensual, México ganadero. México, D.F.
- PPI. 1997. (Potash and Phosphate Institute). Manual Internacional de Fertilidad de suelos. INDOFO-Instituto de la Potasa y el Fósforo, Querétaro, México.
- SAS (Statistical Analysis System), Versión 9.4 , 2013. SAS Institute
- Savidán H.Y., 1991. Memoria del Seminario Internacional. Evaluación de Praderas Tropicales, C.P. Montecillo, México.
- Vázquez G. J., 1996. L fertilidad del suelo para la producción sostenible bajo pastoreo intensivo. En: Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. 1er. Foro Internacional. FIRA, Banco de México, Veracruz, Ver. México, 7 al 9 de noviembre de 1996.
- Zazueta MJA., Políticas y estrategias de transferencia de tecnología y desarrollo rural para México. En: Seminario internacional. Transferencia de tecnología para un desarrollo rural sustentable. Universidad Autónoma Chapingo-CONACYT-SEMARNAP-SAGAR, Chapingo, México, 20 al 25 de octubre de 1997.

TEMPORADA DE ANIDACION DE TORTUGAS MARINAS (*Lepidochelys kempii*) 2023

Alfredo Rubio Galván¹

Brandon Joel Gómez Acosta²

Luis Alberto Montes Gutiérrez³

Salvador Paredes Rincon⁴

RESUMEN

Por millones de años, las tortugas marinas han sobrevivido varios cambios catastróficos, climáticos y geológicos, cambios drásticos a sus distintos hábitats. sus nidos y neonatos han enfrentado numerosas amenazas, dentro del nido, los huevos y los neonatos son eliminados por diversos depredadores (Belinda et al., 2006). Asimismo, se sufre la sobreexplotación y Saqueo de Huevos. Por lo anterior se estableció el propósito de implementar un programa integral de cuidado y manejo de ejemplares adultos y neonatos de tortugas marinas, asimismo, acompañado de educación ambiental a personas del lugar de Playa de Chachalacas, Úrsulo Galván, Ver. durante los meses de abril a junio de 2023. Se registró proporción sexual por temporada a partir de la temperatura y el período de incubación para las playas analizadas, Para ello se analizaron 21 sitios de anidación de tortugas marinas. Se observó variación en el número de emergencias y nidos por hembra. Asimismo, reducción en el tamaño de la nidada, el período de incubación y la talla de las crías, y se observó una mayor producción de hembras, como consecuencia de las elevadas temperaturas de incubación. Estas fueron protegidas y posteriormente liberadas al mar. Se recomienda aumentar la seguridad en liberaciones de neonatos al mar, asimismo, informar a la comunidad la problemática por las que está atravesando esta especie.

Palabras clave: Anidación, tortugas.

ABSTRACT

For millions of years, sea turtles have survived several catastrophic climatic and geological changes, along with drastic transformations in their diverse habitats. Their nests and hatchlings have faced numerous threats; within the nest, eggs and neonates are eliminated by various predators (Belinda et al., 2006). Likewise, they suffer from overexploitation and egg poaching. In response, the purpose was

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Alfredo.rg@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. larryzumaky@gmail.com

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Úrsulo Galván. luis.mg@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Úrsulo Galván. salvador.pr@ugalvan.tecnm.mx

established to implement a comprehensive program for the care and management of adult and hatchling sea turtles, accompanied by environmental education for the local community of Playa de Chachalacas, Úrsulo Galván, Veracruz, during the months of April to June 2023.

Sex ratio per season was recorded based on incubation temperature and period for the analyzed beaches. A total of 21 nesting sites of sea turtles were examined. Variations were observed in the number of emergences and nests per female, as well as reductions in clutch size, incubation period, and hatchling size. Furthermore, a higher production of females was noted, as a consequence of elevated incubation temperatures. These hatchlings were protected and later released into the sea.

It is recommended to increase security during hatchling releases to the sea, and to inform the community about the critical challenges this species is currently facing.

Keywords: Nesting, turtles.

INTRODUCCIÓN

Por millones de años, las tortugas marinas han sobrevivido varios cambios catastróficos, climáticos y geológicos, sus nidos y neonatos y enfrenten a numerosas amenazas todo el tiempo, dentro del nido, los huevos y los neonatos enfrentan muchos depredadores (Belinda *et al.*, 2006).

Las tortugas y sus hábitats se ven afectados por la acción humana como la presión por las constantes modificaciones de las playas para el desarrollo de infraestructura y las capturas incidentales y el consumo. en México, las poblaciones de las diferentes especies de tortugas marinas se encuentran presionadas por diversas causas, como el saqueo de nidadas, la captura y el sacrificio de hembras antes de depositar sus huevos en la playa, la captura incidental de juveniles y adultos, el comercio ilícito de subproductos. este hecho ha fundamentado que, desde el año de 1966, el gobierno federal estableciera programas de protección e investigación en las principales playas de anidación. las tortugas marinas y los ambientes costeros de importancia para estas especies se encuentran expuestos a amenazas naturales, como la erosión de las playas que afecta los procesos de ovoposición por la disminución del espacio disponible para la anidación (Prieto, 2023).

En Veracruz se ha dado la importancia en la protección y conservación de las tortugas marinas creando campamentos tortugueros en los cuales se desarrollan diferentes actividades como educación ambiental para concientizar a la sociedad la importancia que tienen estas especies en el ecosistema marino, monitoreo de las especies, liberación de las crías, entre otras actividades. Sin embargo, aunque existan estos centros de protección y conservación de tortugas marinas las que se dedican al cuidado y protección de hembras anidadoras en Veracruz, no se conoce cada uno de los campamentos tortugueros existentes, no se cuenta con una compilación de estos datos en un solo documento, ni las

temporadas en que se desarrollan estas actividades de protección de hembras o liberación de crías y tampoco se tiene una sistematización como tal dentro de del estado de Veracruz y la información existente es poca y se encuentra disgregada para que la comunidad en general este informada de las actividades que se fomentan en cada campamento Tortuguero (Orozco *et al.*, 2019). Esta especie desde su existencia tiene amenazas naturales dentro del nido, los huevos y los neonatos enfrentan muchos depredadores como hormigas, cangrejos, mapaches, pájaros y depredadores dentro del mar (Belinda *et al.*, 2006). Así como de sobreexplotación y saqueo de huevos por la incontrolada captura dirigida a ellas y al saqueo de sus huevos con fines comerciales y de subsistencia en algunas zonas costeras (Belinda *et al.*, 2006). Adicionado a lo anterior la alteración y pérdida del hábitat mediante construcciones y estructuras en las playas o en la zona adyacente, como rompeolas, relleno o extracción de arena y la eliminación de la vegetación natural de las dunas, que promueven significativamente la erosión y afecta directamente las condiciones del hábitat necesario para las tortugas marinas (Belinda *et al.*, 2006). Otra causa es la iluminación artificial que desorientan a las tortugas al momento de desovar, asimismo a los neonatos que tratan de dirigirse al mar, siguiendo la luz más brillante en el horizonte. aunque las tortugas tendrán dificultades para desovar probablemente regresarán al mar para intentar desovar más tarde o la noche siguiente (Belinda *et al.*, 2006).

Éste trabajo se justifica toda vez que por décadas en todo el mundo las tortugas marinas han corrido peligro al grado de la extinción, son amenazadas ya que han sido capturadas y asesinadas cientos de miles por el consumo de su carne, considerada en algunos lugares como un verdadero manjar o saqueado los nidos de tortugas porque por muchos los huevos de tortugas los consideran afrodisiacos y que les puede dar ciertos beneficios, es por ellos que en todo el mundo muchas especies de tortugas se encuentran con poblaciones cada vez más bajas al grado de que muchas especies están en peligro de extinción. en México 7 especies de tortugas marinas vienen a desovar a las playas mexicanas por toda la costa del territorio mexicano y en México estas especies están protegidas por la NOM059, aun así, aunque estén protegidas por esta norma mexicana las tortugas marinas corren peligro por el saqueo de sus nidos haciendo que la población de las especies de tortugas marinas disminuya (Herrera, 2022).

El turismo relacionado con las tortugas marinas realizado bajo estrictos criterios de sustentabilidad puede ser una de las formas más genuinas de ecoturismo; aunque un turismo completamente sostenible es imposible de alcanzar: siempre hay consumo de recursos, desplazamientos, así como apertura de lugares y culturas a nuevas actividades económicas y a nuevos valores culturales ajenos –inclusive contrarios- a los que tradicionalmente habían existido hasta la intervención de los proyectos turísticos. Si bien el turismo es una valiosa alternativa de valorización de sus recursos naturales

susceptibles de ser ofertados como productos turísticos (naturales, históricos, culturales, etc.), no debe ser vista como la única opción, ni como un proceso fácil que puede implementarse sin la debida planeación y capacitación (Pintos *et al.*, 2020).

Los campamentos tortugueros podrían contribuir a luchar contra la pérdida de biodiversidad y representa una alternativa económica viable para las regiones donde se practique. Pero en la práctica, la complejidad de su implementación, así como el rápido crecimiento de su mercado, plantean una serie de problemas y desafíos difíciles de superar. Muchas actividades que se ofertan a través de agencias de viajes amparadas bajo el sello verde del ecoturismo no cumplen con los objetivos de la sustentabilidad. Los operadores turísticos no suelen tomar en cuenta las necesidades, aspiraciones y capacidades de comunidades locales. Se presenta a las actividades como generadoras de recursos económicos para ambas partes, creadoras de trabajos y reactivación social de las comunidades, pero en el fondo no se trabaja por esos ideales. Por otro lado, muchos proyectos elaborados sin el debido cuidado no cuentan con metas claras respecto a la conservación de la naturaleza. Si a todo lo anterior añadimos la falta de normatividad y vigilancia, se explica por qué muchas actividades ecoturísticas terminan impactando negativamente el entorno natural y el tejido social de las regiones donde se implementa (Pintos *et al.*, 2020).

Por lo anterior se planteó el objetivo de desarrollar e implementar un programa de protección, conservación y preservación de tortugas marinas en la Playa de Chachalacas, Úrsulo Galván, Ver. Cuidando ejemplares adultos y neonatos, Inculcando la educación ambiental y su importancia en el medio ambiente y en general cuidar la fauna silvestre protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para evitar así la pérdida de poblaciones de estas tortugas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante la temporada de arribo de la tortuga Lora en el período de abril a junio de 2023, en Playa de Chachalacas, coordinado por el campamento tortuguero “La Playita-Chachalacas” que se encuentra en la localidad de Playa de Chachalacas, ubicada en el municipio de Úrsulo Galván, estado de Veracruz, México.

Como principal actividad fue observar y registrar el comportamiento de anidación de tortugas marinas, así como evaluar los factores que afectan la tasa de éxito de anidación. Así como seleccionar la playa de anidación por su ubicación geográfica adecuada.

Se consideraron como variables Independientes: la temperatura de la arena, la humedad de la playa y presencia de depredadores.

Variables Dependientes: fueron la tasa de éxito de anidación (número de huevos que eclosionan), número de nidos por temporada.

Las categorías de análisis abarcaron el éxito reproductivo (número de crías que llegan al mar), las condiciones ambientales (temperatura y humedad), y la interacción con humanos (presencia de luces y tráfico en la playa).

Para ello se procedió de la siguiente manera:

Investigación Preliminar: se realizó una revisión de literatura sobre el comportamiento de anidación y los factores que afectan la tasa de éxito, además de identificar la especie y las playas adecuadas.

Selección del Sitio: Se eligió una playa con un historial de anidación, asegurando todos los permisos necesarios para el estudio.

Recolección de Datos: Se instalaron cámaras de vigilancia para monitorear la actividad nocturna de las tortugas y se registraron diariamente las temperaturas y condiciones de la arena.

Marcaje de Nidos: Se localizaron y marcaron los nidos recién puestos utilizando estacas y cintas biodegradables para evitar disturbios.

Monitoreo y Evaluación: Se llevaron a cabo inspecciones regulares de los nidos para evaluar el desarrollo de los huevos, registrando cualquier depredación o perturbación.

Eclosión y Registro

Se contabilizaron las crías que emergen y se monitoreó su trayecto hacia el mar.

Materiales Utilizados:

Cámaras de vigilancia con visión nocturna y capacidad para grabar en alta definición. Termómetros y dos higrómetros digitales con precisión de 0.1°C y 1% de humedad. Para el marcaje, estacas de madera de 1.5 metros y cintas de polipropileno biodegradables.

Instrumentos:

Cámaras de vigilancia con resolución de 1080p, conexión Wi-Fi y batería recargable con una duración de 12 horas. Los termómetros y higrómetros contarán con pantalla digital y memoria para registrar temperaturas y niveles de humedad.

Actividades sociales realizadas en la empresa u organización:

Patrullaje diurno y monitoreo de nidos in situ: Se realizaron patrullajes dentro de la playa de Chachalacas haciendo monitoreos buscando tortugas anidadoras que arriban a desovar.

Monitoreo de nidos y registro: Se reubicaron nidos al corral de incubación elaborando un monitoreo constante vigilando que no haya alteraciones de diversos tipos (depredadores, robo de nidos, Obstrucciones y eclosión de los huevos, etc.).

Educación ambiental: se realizó actividad de concientización a cerca de las tortugas marinas y de su importancia que tienen para los ecosistemas, así como para el medio ambiente, buscando transmitir conocimiento y enseñanzas a niños y adultos.

Liberación de neonatos: Se liberaron neonatos al nacer en las costas anteriormente monitoreadas y registradas, así mismo, se tomaron datos sobre cada espécimen.

Consideraciones Finales

Se involucró a la comunidad local en el monitoreo y la protección de los nidos. Los datos recopilados sirven para implementar estrategias de conservación más efectivas.

RESULTADOS

En el cuadro 1, se puede observar que en el mes de mayo tuvo el mayor número de nacidos vivos, mientras que junio tuvo un menor número de nacidos vivos, lo que refleja la tendencia que mencionaste. Esta representación visual permite una rápida comprensión de la tasa de natalidad y mortalidad de la tortuga lora en los meses seleccionados.

El comportamiento de anidación de las tortugas marinas tuvo su mejor desempeño al inicio de la temporada, decreciendo en los meses posteriores.

Los factores climáticos disminuyen también la tasa de éxito de anidación (temperatura de la arena, y la humedad), debido al calor extremo, cambios en la humedad y falta de lluvia, la tasa de nacimientos disminuye.

Durante la temporada se tuvo un total 23 nidos ex situ localizados y marcados.

De lo cuales únicamente hubo rastro de arribo de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), por lo tanto, fue la única o la principal especie registrada durante esta temporada.

Las alteraciones que se observaron en el período de estudio fueron los cambios climáticos, la depredación, el robo de nidos y las obstrucciones de raíces de las plantas.

En cuanto a educación ambiental hubo actividades e integración para todas las edades en grupos de niños de 3 a 14 años, grupos de jóvenes de 17 a 24 años adultos de 30 a 45 años y personas de la tercera edad, a quienes se le platicó sobre la importancia del campamento Tortuguero y participaron en la liberación de tortugas.

En el cuadro 1, se observa que en el mes de mayo hubo la más alta de nacidos vivos (800, con 200 nacidos muertos), mientras que en el mes de julio decreció a tan solo 374 neonatos y 44 nacidos muertos.

Cuadro 1. Resultado total de natalidad y mortalidad de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*).

Mes	Nacidos Vivos	Nacidos Muertos	Total Huevos
Mayo	800	200	1000
Junio	600	300	900
Julio	374	44	418

CONCLUSIONES

En el campamento tortuguero “LA PLAYITA” de Chachalacas, Ver. Se da por concluido la temporada de anidación de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) se llegó a la conclusión de los resultados obtenidos del presente temporada fueron exitosos ya que el trabajo de campo se realizó al 100% y la organización que nos cobija nos apoyó en esta noble labor que es la de conservar y proteger a estos maravillosos animales marinos, Es evidente que se debe tomar algunas estrategias para sacar estas especies adelante y poder mejorar los resultados en los años venideros.

Competencias desarrolladas: El Residente Adquirió habilidades multifuncionales como: el manejo, cuidado de flora y fauna marina, Demostrando ser competente en el momento de realizar las actividades de campo. Demostrando liderazgo, Trabajó en equipo, conocimientos literarios y tolerancia a la frustración. Así creando su formación profesional, laboral y personal.

Recomendaciones. Se sugiere mejorar la transportación de nidadas, elaborar planos de incubadoras en el corral, aumentar la seguridad en liberaciones de neonatos al mar, informar a la comunidad de las localidades la problemática por las que está atravesando esta especie.

Las observaciones generales son pertinentes para diferentes iniciativas dirigidas a la conservación de estos reptiles y sus hábitats. Así que debe difundir estos buenos resultados y cobrar conciencia sobre las realidades de la industria conservacionista. Claro, hay que reconocer y respetar las grandes contribuciones que se han realizado. La postura es: mejor informado, más eficiente y efectivo será el practicante de la conservación (conservacionista).

REFERENCIAS

Belinda, D., & Koberg, M. T. (2006). Amenazas a las tortugas marinas y posibles soluciones.
Carreras Carlos, (2013). Tortuga lora – *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880).

- CITES, (2015). Tortuga lora Tortuga bastarda, Tortuga cotorra.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. (2018). Protección de Tortugas Marinas.
- CRAM, (2022). Cuántos huevos ponen las tortugas marinas.
- CRAM, (2023). Tortugas marinas.
- Del campo Rodolfo Martin & García Gasca Alejandra, (2018). TORTUGAS MARINAS: SERES ANCESTRALES, SUS MISTERIOS, ADAPTACIONES Y AMENAZAS.
- García Melo, A. N., & Pinzón Morales, P. L. (2019). Selección de sitios de ovoposición y éxito reproductivo en hembras de tortuga lora *Lepidochelys olivácea*.
- Gobierno del Ecuador, 2021. Las tortugas marinas, especies claves para mantener la vida de los ecosistemas.
- Gracia, González. (2008). MANEJO Y CRIANZA DE TORTUGAS EN CAUTIVERIO: Manual de Capacitación.
- Guzmán-Hernández, V., P. del Monte-Luna, M. C. López-Castro, A. Uribe-Martínez, P. Huerta-Rodríguez, S. A. Gallegos-Fernández, J. Azanza-Ricardo, R. C. Martínez-Portugal, A. K. Barragán-Zepeda, G. P. Quintana Pali, Y. F. Martin-Viaña, P. A. Gómez-Ruíz, H. H. Acosta-Sánchez, M. López-Hernández, D. G. Castañeda-Ramírez y E. Cuevas. 2022. Recuperación de poblaciones de tortuga verde y sus interacciones con la duna costera como línea base para una restauración ecológica integral. *Acta Botánica Mexicana* 129: e1954.
- Herrera Rodríguez, I. (2022). Análisis de tres temporadas de anidación de tortugas marinas en la playa de tres vidas, Acapulco de Juárez, Guerrero.
- Márquez, R., & del Carmen Farías, M. (2000). Las tortugas marinas y nuestro tiempo (pp. 197-197). México de DF: Fondo de cultura económica.
- Moncada, F. G., Azanza, J., & Nodarse, G. (2011). Las tortugas marinas y el cambio climático en Cuba. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 11(20).
- Orozco-Bravo, Melchor, Contreras Cueva, Angélica Beatriz, Orozco-Alvarado, Javier, & Orozco-Zepeda, Quetzalli. (2019). Turismo de naturaleza y desarrollo sustentable y en el Campamento Tortuguero “Mayto”; como actividades complementarias a la protección de la tortuga marina. *InterSedes*, 20(41), 51-75.
- Pintos, G. T., & Olvera, M. M. C. O. (2020). Ecoturismo Frívolo con Tortugas Marinas en México: Reflexiones desde la Sustentabilidad. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 9(3), 261-285.
- Prieto Rodríguez, J. A. (2023). Áreas clave prioritarias para la conservación de las tortugas marinas en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano.

PROFEPA, (2019). Protección de las tortugas marinas en México.

Recio Sonia, (2022). Cuánto vive una tortuga y otras 9 curiosidades de este reptil.

República de Panamá, (2023). Tortugas marinas: animal de gran historia.

Rothschuh Osorio Ulla, (2022). Cómo nacen las tortugas marinas.

Seminoff, J. A., Reséndiz-Hidalgo, A., Jiménez de Reséndiz, B., Nichols, W. J., & Todd-Jones, T. (2008). Tortugas marinas. Bahía de Los Ángeles: Recursos Naturales y Comunidad. Pronatura Noroeste AC, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, San Diego Natural History Museum. México DF, 457-494.

EMPRENDIMIENTO SOSTENIBLE CON CERVEZA DE SOYA EN MÉXICO: INNOVACIÓN AGROINDUSTRIAL Y APORTES A LA AGENDA 2030

Susana del Carmen Mina¹

RESUMEN

La innovación en la industria cervecera mexicana abre oportunidades para diversificar el mercado con productos sostenibles y de valor agregado. En este estudio se analiza la factibilidad de producir una cerveza a base de soya en Nanchital, Veracruz, integrando enfoques agroindustriales, de salud pública y de desarrollo económico. La propuesta se vincula a la Agenda 2030, particularmente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 3, 8, 9 y 12, relacionados con salud, empleo, innovación y consumo responsable (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Se aplicó una metodología cuantitativa mediante encuestas para evaluar la aceptación de la cerveza de soya en consumidores locales. Los resultados muestran interés por alternativas más saludables, aunque el sabor y el precio resultaron determinantes en la disposición de compra. Estos hallazgos coinciden con estudios recientes que identifican al precio, el aroma y el amargor como factores clave en las decisiones del consumidor de cerveza artesanal (Castillo-Ortiz, Lee, Taylor Jr., & Bufquin, 2024). El proyecto se alinea con políticas públicas mexicanas, como el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024 (Presidencia de la República, 2019) y la Estrategia Nacional de Economía Circular (Gobierno de México, 2020), reforzando su pertinencia. En conclusión, la cerveza de soya representa un emprendimiento sostenible con potencial para impulsar la innovación agroindustrial y el desarrollo económico regional.

Palabras clave: Cerveza de soya; innovación sostenible; Agenda 2030; políticas públicas; economía circular; Veracruz.

ABSTRACT

Innovation in the Mexican brewing industry opens opportunities to diversify the market with sustainable and value-added products. This study analyzes the feasibility of producing a soy-based beer in Nanchital, Veracruz, integrating agro-industrial, public health, and economic development approaches. The proposal is linked to the 2030 Agenda, particularly Sustainable Development Goals (SDGs) 3, 8,

¹ Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz. susana.mina@utsv.edu.mx

9, and 12, related to health, employment, innovation, and responsible consumption (United Nations, 2015).

A quantitative methodology using surveys was applied to evaluate the acceptance of soy beer among local consumers. The results show interest in healthier alternatives, although taste and price proved to be determining factors in purchasing decisions. These findings coincide with recent studies that identify price, aroma, and bitterness as key factors in the purchasing decisions of craft beer consumers (Castillo-Ortiz, Lee, Taylor Jr., & Bufquin, 2024). The project aligns with Mexican public policies, such as the 2019–2024 National Development Plan (Presidency of the Republic, 2019) and the National Circular Economy Strategy (Government of Mexico, 2020), reinforcing its relevance. In conclusion, soy beer represents a sustainable venture with the potential to drive agro-industrial innovation and regional economic development.

Keywords: Soy beer; sustainable innovation; 2030 Agenda; public policies; circular economy; Veracruz.

INTRODUCCIÓN

La industria cervecera mexicana es una de las más relevantes a nivel internacional, no solo por su volumen de producción, sino también por su capacidad de generar empleos e ingresos fiscales. México es el principal exportador de cerveza en el mundo y uno de los principales productores, posicionándose de forma estratégica en la economía nacional (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020); sin embargo, los retos actuales de salud, sostenibilidad ambiental y diversificación económica exigen la incorporación de innovaciones que permitan atender nuevas demandas sociales y cumplir con compromisos internacionales como la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

En este contexto, la propuesta de elaborar una cerveza a base de soya en Nanchital, Veracruz, surge como un modelo alternativo de emprendimiento sostenible. Este proyecto busca fortalecer el desarrollo económico local, diversificar el mercado de bebidas, fomentar prácticas de producción responsable y ofrecer un producto diferenciado con menores riesgos para la salud en comparación con la cerveza tradicional.

El presente artículo se enmarca en una visión multidisciplinaria, donde convergen los enfoques de la economía, la salud pública, la agroindustria y la innovación tecnológica. A su vez, se articula con políticas públicas nacionales, como el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024, que impulsa la inclusión productiva y la innovación, y con la Estrategia Nacional de Economía Circular, que promueve el uso eficiente de recursos y la reducción de impactos ambientales (Presidencia de la República, 2019) (Gobierno de México, 2020). Asimismo, se vincula con los ODS de la Agenda 2030, particularmente

en materia de salud (ODS 3), empleo y desarrollo económico (ODS 8), innovación industrial (ODS 9) y consumo responsable (ODS 12) (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

El objetivo general consiste en analizar la factibilidad de una empresa productora de cerveza a base de soya en Nanchital, Veracruz, alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y a las políticas públicas mexicanas de innovación, economía circular y desarrollo económico regional. Los objetivos específicos se dividen en: evaluar la aceptación de la cerveza de soya en el mercado local mediante la aplicación de encuestas; identificar la relación entre el emprendimiento cervecero y las políticas públicas mexicanas en materia de economía, salud y sostenibilidad; vincular el proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 más pertinentes; proponer estrategias de innovación y mejora del producto en función de las demandas del consumidor y del marco normativo vigente.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio es relevante por varias razones:

1. Económica y social: Contribuye a la diversificación de la industria cervecera y fortalece el desarrollo económico regional al promover un producto innovador que puede generar empleo y oportunidades de emprendimiento (Almaraz Alvarado, 2022).
2. Salud pública: La cerveza de soya ofrece un perfil diferenciado con compuestos bioactivos que podrían representar una alternativa con menor impacto negativo en la salud, respondiendo a tendencias de consumo responsable (Harahap, Suliburska, Karaca, Capanoglu, & Esatbeyoglu, 2025) (Castillo-Ortiz, Lee, Taylor, & Bufquin, 2024).
3. Ambiental: Se alinea con la Estrategia Nacional de Economía Circular (Gobierno de México, 2020) al aprovechar insumos alternativos y potencialmente reducir la huella ambiental de la producción cervecera.
4. Políticas públicas y ODS: El proyecto se vincula directamente con el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024 (Presidencia de la República, 2019) y con la Agenda 2030 (Organización de las Naciones Unidas, 2015), fortaleciendo su pertinencia académica y social.

Como consecuencia de lo anterior, la investigación se justifica como un aporte innovador y multidisciplinario que combina emprendimiento, sostenibilidad y políticas públicas, con potencial de convertirse en un modelo replicable en otras regiones de México y América Latina.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria cervecera mexicana, siendo una de las más grandes del mundo, enfrenta retos asociados con la sostenibilidad, la diversificación de productos y las demandas de consumidores cada vez más conscientes de su salud y del impacto ambiental de sus decisiones de consumo. Aunque el mercado de la cerveza artesanal ha crecido en los últimos años, este se encuentra concentrado en grandes ciudades y se basa principalmente en insumos tradicionales como cebada y lúpulo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020).

En localidades como Nanchital, Veracruz persiste una limitada oferta de productos innovadores que promuevan tanto la economía local como la salud pública. La soya, reconocida por su valor nutricional y sus isoflavonas con beneficios potenciales para la salud (Messina, 2016) (Harahap, Suliburska, Karaca, Capanoglu, & Esatbeyoglu, 2025), representa una alternativa viable como insumo en la elaboración de cerveza. Sin embargo, existe escasa evidencia sobre la aceptación del consumidor hacia este tipo de bebidas, así como sobre su viabilidad económica y su alineación con políticas públicas nacionales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En este contexto surge la necesidad de evaluar la factibilidad de un emprendimiento cervecero sostenible a base de soya en Nanchital, integrando perspectivas agroindustriales, sociales y regulatorias.

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

La innovación en la industria cervecera se encuentra vinculada con varias disciplinas: la agroindustria, la salud pública, la economía regional y la sostenibilidad ambiental. Desde una perspectiva económica, los proyectos de inversión en micro y pequeñas empresas son fundamentales para el desarrollo local y la diversificación de mercados, en especial en regiones dependientes de industrias extractivas como el sureste de Veracruz (NU. CEPAL, 2021).

En México, las cervecerías artesanales han demostrado cómo las capacidades dinámicas y la cultura regional pueden impulsar la competitividad frente a corporativos consolidados, aprovechando la creatividad y el conocimiento local (Almaraz Alvarado, 2022). Asimismo, el análisis del ciclo de vida de la cerveza artesanal evidencia que la implementación de estrategias de sostenibilidad, como el uso de insumos alternativos y empaques circulares, contribuye significativamente a reducir impactos ambientales (Martínez-Cisneros, 2020). En el plano de la salud, la cerveza elaborada a base de soya se vincula con tendencias de consumo que privilegian productos funcionales y de menor impacto en enfermedades relacionadas con el alcohol y la obesidad. La soya contiene isoflavonas, compuestos bioactivos con beneficios potenciales para la salud cardiovascular y metabólica (Messina, 2016). Si

bien, la cerveza sigue siendo una bebida alcohólica, el uso de ingredientes alternativos puede aportar diferenciación en el mercado y generar nuevas oportunidades de consumo responsable.

Desde la sostenibilidad, este proyecto se enmarca en la Agenda 2030, particularmente en los ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) y ODS 12 (Producción y consumo responsables), que promueven la creación de modelos productivos innovadores, inclusivos y respetuosos del medio ambiente (Organización de las Naciones Unidas, 2015). En México, la Estrategia Nacional de Economía Circular plantea la necesidad de diseñar productos con menor huella ecológica y mayor aprovechamiento de materias primas, lo que abre una ventana de oportunidad para la industria cervecera alternativa (Gobierno de México, 2020).

Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024 enfatiza la importancia de fortalecer la soberanía productiva y fomentar el emprendimiento regional como vía para reducir desigualdades y promover la inclusión social (Presidencia de la República, 2019). En este sentido, una cervecera con insumos alternativos y prácticas sostenibles puede convertirse en un motor de innovación social y económica en Nanchital.

INVESTIGACIONES PREVIAS

Diversos estudios han documentado el papel de la industria cervecera como motor económico y social. En México, la producción cervecera representa más del 1.5% del PIB manufacturero y genera más de 55,000 empleos directos (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020); sin embargo, la mayor parte de la producción está concentrada en grandes corporativos como Grupo Modelo y Heineken, lo que limita la diversidad de productos y la participación de pequeñas cervecerías artesanales.

En cuanto a innovación con insumos alternativos, investigaciones recientes han explorado el uso de sorgo en la elaboración de cervezas artesanales, tal es el caso de los artículos de investigación: Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio, en donde se realizó un estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio, obteniendo una germinación promedio de 75.15%, mientras que la cerveza obtenida tuvo un valor promedio de alcohol de 1.28%, de extracto original igual a 3.68%, y acidez de 4.26%. Realizaron una prueba a escala de banco, efectuando la etapa de cocción y agregando lúpulo durante la misma, obteniendo un porcentaje de alcohol de 0.56%, extracto original igual a 3.46% y acidez de 1.29%. (Pérez-Sánchez, Alfonso-Fernández, Aragón-Fontes, Baltá-García, & Benítez-Cortés, 2019).

Por otro lado, la investigación que lleva por título: Aplicación de base cereal local (zea mays l. Y oryza sativa) en producción de cerveza artesanal, en donde evaluaron las características fisicoquímicas y

sensoriales de la cerveza artesanal mediante la aplicación de una base cereal de maíz y arroz para la sustitución de la malta, encontrando diferencias significativas en la densidad y en el contenido alcohólico, siendo la muestra T2 la que obtuvo mejores resultados en el aspecto sensorial siendo la preferida por los panelistas encuestados (García Paz, y otros, 2024).

A su vez, el artículo: Sorgo como alternativa en la producción de cerveza artesanal en el valle de Mexicali indica que el sorgo es altamente nutritivo, una excelente fuente de proteínas, fibra y antioxidantes, libre de gluten. En el sector de la cerveza artesanal, el sorgo ha ganado una creciente valoración por su versatilidad y sostenibilidad. A diferencia de la cerveza industrial, que a menudo utiliza cereales adicionales, azúcares añadidos, conservantes y otros aditivos que pueden comprometer la salud del consumidor, la cerveza artesanal elaborada con sorgo y otros ingredientes naturales (lúpulo, cebada, malta, levadura y agua) representa una alternativa más saludable y de mayor calidad (Morales Almada, Pérez Alcalá, & Ruiz Ortiz, 2024).

En México, las cervezas artesanales han crecido a una tasa anual promedio del 53% entre 2011 y 2019, aunque todavía representan menos del 1% del mercado nacional (Redacción, 2021). Esta tendencia abre un espacio para propuestas diferenciadas, especialmente aquellas que integren ingredientes funcionales y estrategias de sostenibilidad.

Finalmente, investigaciones sobre políticas públicas y ODS han resaltado que los proyectos de innovación social y productiva tienen mayor impacto cuando se alinean con marcos normativos nacionales e internacionales. La CEPAL (NU. CEPAL, 2021) subraya que la incorporación de la economía circular en el diseño de nuevos productos no solo mejora la competitividad, sino que también fortalece la resiliencia económica de las comunidades.

Otro claro ejemplo de innovación social y productiva es el desarrollado en el artículo de investigación que lleva por título: El maíz como método alternativo para la contribución de las políticas públicas del país en materia de salud, economía sostenible y seguridad alimentaria, acorde a la Agenda 2030 y a la FAO, un proyecto que aporta una alternativa para disminuir la pobreza mediante la siembra de maíz, propiciando la reactivación del campo y una agricultura sostenible, apoyando un crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, contribuyendo de forma favorable en las políticas públicas del país y a la Agenda 2030 (Mina, Susana del Carmen; Quintana Garrido, Juan Diego, 2024) , tal como se espera con esta cerveza elaborado con soya.

METODOLOGÍA

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con diseño descriptivo-experimental, orientado a evaluar la factibilidad de un producto innovador: cerveza elaborada a base de soya. Se utilizó el método

de encuesta para identificar las percepciones, hábitos de consumo y disposición de compra de los habitantes de Nanchital, Veracruz.

De acuerdo con el (Gobierno de México, 2020), Nanchital cuenta con una población aproximada de 29,209 habitantes. La muestra se determinó mediante un muestreo aleatorio estratificado, dividiendo la población en colonias y seleccionando 15 encuestas por cada una de las 20 colonias más representativas. En total se aplicaron 300 cuestionarios válidos.

Se emplearon preguntas de opción múltiple y sobre qué tan probable es que consuman el producto y lo recomienden.

Se diseñó un cuestionario estructurado con 13 preguntas cerradas y semiestructuradas, orientadas a explorar: conocimiento previo de la cerveza de soya; disposición a consumir y comprar el producto; preferencias de sabor, presentación y precio; frecuencia de consumo de cerveza; lugares de consumo más habituales.

El cuestionario se validó mediante una prueba piloto en 20 participantes, lo que permitió realizar ajustes de redacción y pertinencia de los ítems.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

Variable independiente: introducción de cerveza de soya como producto alternativo.

Variables dependientes: aceptación del producto, disposición de compra, frecuencia de consumo y percepción de calidad.

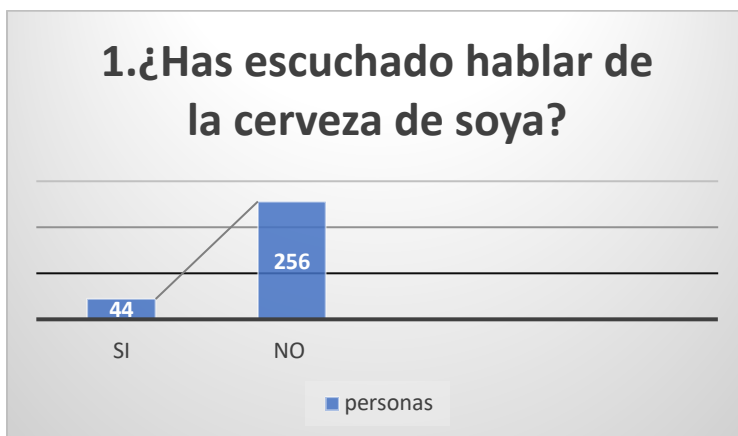
Variables de control: edad, colonia de residencia, hábitos de consumo.

Por cuanto a procesamiento de datos, los datos se tabularon en hojas de cálculo y se analizaron con estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes y gráficos de barras). Este análisis permitió identificar tendencias de consumo y segmentar el mercado en función de preferencias y disposición de pago.

Gráficas

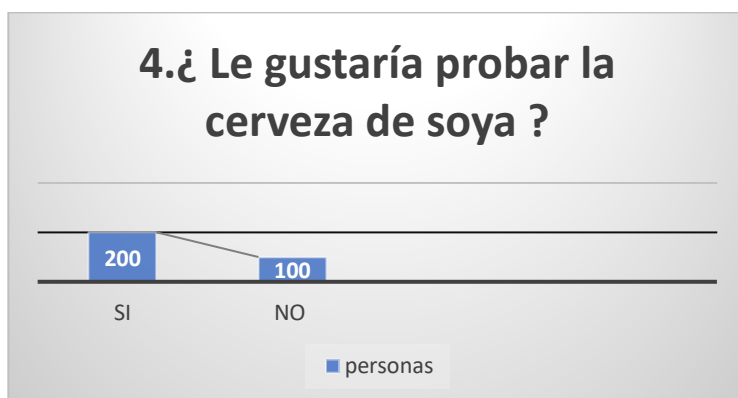
En la gráfica 1 se muestra el conocimiento previo de la cerveza de soya, donde el 85% de los encuestados indicó no haber escuchado previamente sobre la cerveza de soya, mientras que un 15% manifestó tener algún conocimiento del producto.

Gráfica 1. Conocimiento previo (elaboración propia, 2024).



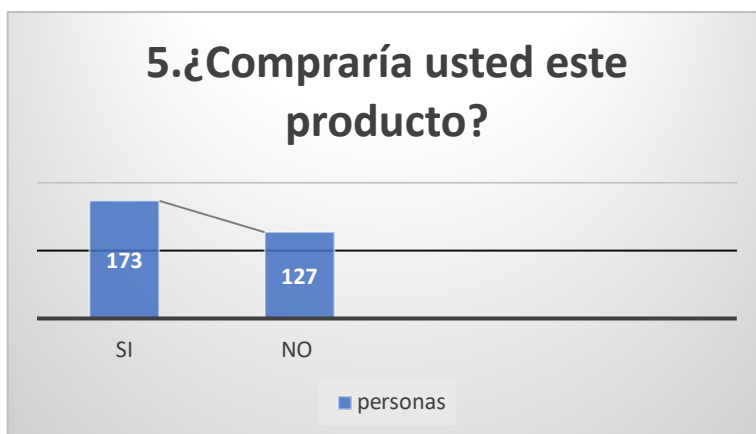
En la gráfica 2 se hace referencia a la disposición a probar la cerveza de soya. El 66.5% de los participantes señaló que estaría dispuesto a probar la cerveza de soya, frente a un 33.5% que no mostró interés.

Gráfica 2. Disposición de probar el producto (elaboración propia, 2024).



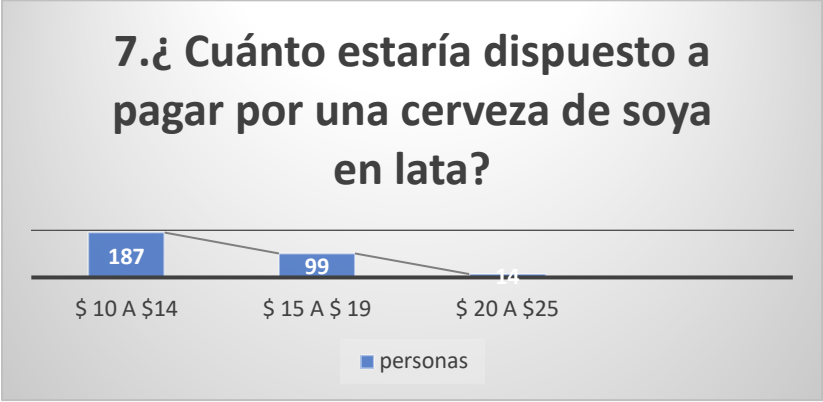
La gráfica 3 referente a la disposición de compra contiene el 58% de respuestas que expresa que compraría el producto, principalmente por curiosidad y potenciales beneficios a la salud; un 42% no lo haría, señalando principalmente dudas sobre el sabor.

Gráfica 3. Disposición de comprar el producto (elaboración propia, 2024).



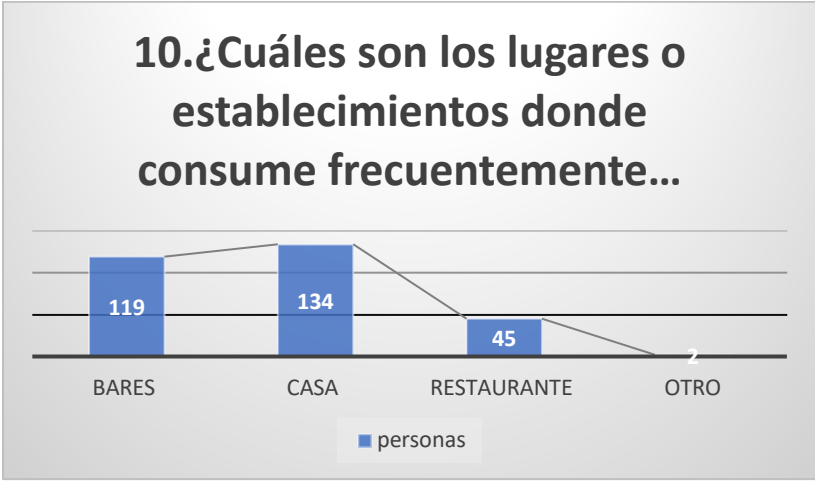
La gráfica 4 indica el rango de precio preferido, siendo de 10 a 14 pesos por lata que indica el 62.5%, el 33% prefiere un precio de 15 a 19 pesos y el 5% opta por un precio entre 20 a 25 pesos, lo que coincide con un segmento sensible al precio pero abierto a probar innovaciones en bebidas.

Gráfica 4. Precio sugerido del producto (elaboración propia, 2024).



La gráfica 5 refiere a los lugares de consumo más frecuentes. Los principales espacios de consumo fueron: hogar (45%), bares (39.5%), restaurantes (15%) y otros lugares (.5%).

Gráfica 5. Precio sugerido del producto (elaboración propia, 2024).



Estos resultados preliminares reflejan que, aunque existe desconocimiento inicial sobre la cerveza de soya, la disposición a probar y comprar el producto es significativa, lo que evidencia un mercado potencial emergente en Nanchital.

RESULTADOS

El análisis de las encuestas aplicadas en Nanchital, Veracruz, muestra los siguientes hallazgos principales:

Conocimiento del producto: La mayoría de los encuestados (85%) no conocía previamente la cerveza de soya. Esto refleja una oportunidad para la introducción de un producto innovador en un mercado con poca oferta diferenciada.

Disposición a probar: El 66.5% de los participantes manifestó interés en probar la cerveza de soya, lo que indica una apertura significativa hacia productos alternativos.

Disposición de compra: El 58% señaló que compraría el producto, principalmente por su potencial de ser más saludable, aunque el 42% expresó dudas respecto al sabor.

Rango de precios aceptado: El segmento más amplio (62.5%) aceptaría pagar entre 10 y 14 pesos por lata, lo que orienta la estrategia de posicionamiento en el mercado local.

Espacios de consumo: Los bares (39.5%) y los hogares (45%) se consolidan como los principales lugares de consumo, lo que implica la necesidad de diseñar una estrategia de distribución híbrida, es decir, combinar los canales de distribución, utilizando canales directos e indirectos.

ANÁLISIS

Los resultados reflejan un mercado emergente con potencial de aceptación hacia bebidas alternativas, aunque tomando en consideración los resultados obtenidos en las encuestas por cuanto a sabor, precio y promoción. Este panorama puede analizarse desde tres aspectos principales:

1. Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- ODS 3 (Salud y bienestar): la elaboración de cerveza con soya ofrece una alternativa con menor impacto en la salud que las cervezas tradicionales, al incorporar ingredientes funcionales (Messina, 2016).
- ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico): el proyecto fomenta el emprendimiento local y la generación de empleos en Nanchital, una ciudad con alta dependencia de la industria petroquímica.
- ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura): la innovación en el uso de materias primas como la soya fortalece la diversificación industrial en el sector agroalimentario.
- ODS 12 (Producción y consumo responsables): el uso de insumos alternativos y la posibilidad de implementar envases retornables o reciclables contribuyen a una producción más sostenible.

2. Políticas públicas mexicanas

El proyecto se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024, que promueve la inclusión productiva y la diversificación de actividades económicas (Presidencia de la República, 2019).

La Estrategia Nacional de Economía Circular fomenta modelos productivos innovadores que reduzcan la huella ambiental (Gobierno de México, 2020).

Los programas de apoyo a PYMES de la Secretaría de Economía ofrecen oportunidades de financiamiento e integración en cadenas de valor, o bien, participar en convocatorias estatales o

federales para obtención de financiamiento y que refleje trabajo en conjunto entre Sociedad, Universidades (docentes – alumnos) y Gobierno.

El proyecto también responde a los lineamientos de la Política Nacional de Salud Alimentaria, que busca incentivar el consumo de alimentos y bebidas con beneficios para la salud.

3. Retos identificados

- El sabor fue el principal obstáculo para quienes rechazaron el producto, lo que exige un trabajo adicional en formulación y pruebas piloto.
- Posicionamiento de marca: al ser una innovación poco conocida, requiere campañas de comunicación que destaquen sus atributos que lo hacen diferente a las demás cervezas.

CONCLUSIONES

El presente estudio evidencia la factibilidad de desarrollar una cerveza a base de soya en la ciudad de Nanchital, Veracruz, como una propuesta innovadora que integra los principios de sostenibilidad, salud y desarrollo económico local. Los resultados obtenidos en la investigación de campo muestran una alta disposición de la población a probar y consumir este tipo de producto, lo que representa una oportunidad para la diversificación de la industria cervecera en México.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, tal como he mencionado con anterioridad, el proyecto se alinea con la Agenda 2030 en cuatro Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) y ODS 12 (Producción y consumo responsables). Asimismo, se vincula con las políticas públicas mexicanas que impulsan la innovación, la economía circular y la seguridad alimentaria.

Ciertamente, hay retos por desafiar por cuanto al sabor y la necesidad de fortalecer su posicionamiento de mercado, pero, con estrategias eficaces se lograrán superar.

En conclusión, la cerveza de soya constituye un caso de innovación social al utilizar una cerveza pero dando un giro diferente que contiene beneficios para la salud, a su vez, contribuye a los objetivos nacionales e internacionales de desarrollo sostenible. Esta cerveza representa un emprendimiento de frontera multidisciplinario, en la intersección de la agroindustria, la salud pública, la innovación tecnológica y las políticas públicas. Su consolidación puede convertirse en un modelo replicable para otras regiones del país, contribuyendo a un desarrollo más inclusivo, responsable y sostenible.

REFERENCIAS

- Almaraz Alvarado, A. (2022). Pequeñas y medianas empresas en México y el sector de la cerveza artesanal en Baja California: Capacidades dinámicas, cultura e innovación. *Journal of Evolutionary Studies in Business*, 166-203. doi:<https://doi.org/10.1344/jesb2022.1.j102>
- Castillo-Ortiz, I., Lee, M., Taylor Jr., S., & Bufquin, D. (2024). Forecasting the Mexican craft beer market: An integrated consumer perception conjoint analysis approach incorporating price and product attributes. *International Journal of Wine Business Research*. Obtenido de <https://doi.org/10.1108/IJWBR-08-2023-0044>
- Castillo-Ortiz, I., Lee, M., Taylor, S., & Bufquin, D. (2024). Forecasting the Mexican craft beer market: an integrated consumer perception conjoint analysis approach incorporating price and product attributes. *International Journal of Wine Business Research*, 248-269. doi:<https://doi.org/10.1108/IJWBR-08-2023-0044>
- García Paz, M., Lucas Rojas, C. A., Alcívar Cedeño, U. E., Cedeño Palacios, C. A., Burgos Briones, G. A., & Munizaga Párraga, D. R. (2024). Aplicación de base cereal local (zea mays l. Y oryza sativa) en producción de cerveza artesanal. *Centro Azúcar*.
- Gobierno de México. (2020). *Data México*. Obtenido de [economia.gob.mx](https://www.economia.gob.mx): <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/nanchital-de-lazaro-cardenas-del-rio>
- Gobierno de México. (2020). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de [Www.gob.mx](https://www.gob.mx): <https://www.gob.mx/semarnat>
- Harahap, I. A., Suliburska, J., Karaca, A. C., Capanoglu, E., & Esatbeyoglu, T. (2025). Fermented soy products: A review of bioactives for healthfrom fermentation to functionality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.70080>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). www.inegi.org.mx. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/tablerosestadisticos/industria_cerveza/
- Martínez-Cisneros, B. (2020). Sustainable practices for the craft beer industry in Mexico: A model using life cycle analysis. *Academy of Management Global Proceedings, Mexico*, 335. doi:<https://journals.aom.org/doi/10.5465/amgbproc.mexico.2020.0335>
- Messina, M. (2016). Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature. *Nutrients*, 1-42. doi:<https://doi.org/10.3390/nu8120754>
- Mina, Susana del Carmen; Quintana Garrido, Juan Diego. (2024). Corn as an alternative method for contributing to the country's public policies in terms of health, sustainable economy and food security, according with the 2030 agenda and FAO. *Journal-Law and Economy*, 1-10. doi:[10.35429/JLE.2024.8.14.1.10](https://doi.org/10.35429/JLE.2024.8.14.1.10)

- Morales Almada, M. Á., Pérez Alcalá, S., & Ruiz Ortiz, P. D. (2024). Sorgo como alternativa en la producción de cerveza artesanal en el Valle de Mexicali. *Educación y aprendizaje en un mundo de diferencias*, 374-386. Obtenido de file:///C:/Users/LIC_S/Downloads/SorgoComoAlternativaEnLaProduccionDeCerveza.pdf
- NU. CEPAL. (15 de Octubre de 2021). *Naciones Unidas*. Obtenido de CEPAL: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5fceda72-3fed-4ace-bb87-5688547cf2f5/content>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: https://sdgs.un.org/es/2030agenda?utm_source=chatgpt.com
- Pérez-Sánchez, A., Alfonso-Fernández, H. M., Aragón-Fontes, J. C., Baltá-García, J. G., & Benítez-Cortés, I. (2019). Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio. *Investigación y Ciencia*, 27-37. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/674/67459697004/html/>
- Presidencia de la República. (12 de Julio de 2019). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de Dof.gob.mx: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019
- Redacción. (9 de Abril de 2021). *Agronoticias*. Obtenido de <https://agronoticias.com.mx/>: <https://agronoticias.com.mx/2021/04/09/produccion-de-cerveza-artesanal-supera-la-industrial-durante-2020/>

MODELO DE INTERVENCIÓN SOCIAL: PLAN ESTRATÉGICO PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO DE HONGO COMESTIBLE GÉNERO: *Pleurotus*.

Ramiro Sánchez Uranga¹

Juana Fabiola Jiménez Flores²

Daniel utrera López³

Montserrat Acosta Cadenas⁴

RESUMEN

La transferencia de tecnología en la producción de hongos comestibles busca facilitar la adopción de estas prácticas en comunidades rurales. El modelo de intervención social se centra en organizar a las familias mediante la creación de cooperativas de producción y consumo.

Se trabajará tanto con las familias de los alumnos de comunidades específicas como con aquellas de municipios involucrados. A través de la capacitación, se espera que estas familias se interesen en la producción de hongos, no solo como fuente de alimento, sino también para vender excedentes en el mercado de manera organizada.

Este enfoque fomenta la colaboración y el cooperativismo, contribuyendo al bienestar social de las comunidades. La producción y consumo locales no solo satisfacen las necesidades alimenticias, sino que también impulsan la economía local y promueven la cohesión social, generando un impacto positivo en el desarrollo rural sustentable.

Palabras claves: Intervención, hongos, cooperativas.

ABSTRACT

Technology transfer in edible mushroom production aims to facilitate the adoption of these practices in rural communities. The social intervention model focuses on organizing families through the creation of production and consumption cooperatives.

Work will be carried out with the families of students from specific communities as well as with those from participating municipalities. Through training, it is hoped that these families will become interested in mushroom production, not only as a food source but also to sell surplus in the market in an organized manner.

¹ Tecnológico de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. ramiro.su@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. juana.jf@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. daniel.ul@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. montserrat.ac@ugalvan.tecnm.mx

This approach fosters collaboration and cooperation, contributing to the social well-being of the communities. Local production and consumption not only satisfy food needs but also boost the local economy and promote social cohesion, generating a positive impact on sustainable rural development.

Keywords: Intervention, mushrooms, cooperatives.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de hongo comestible es una alternativa viable para mejorar la seguridad alimentaria y la economía de las familias en comunidades rurales y ámbito urbano, esta propuesta busca transferir conocimientos técnicos y promover la producción y consumo de los hongos, en ambientes familiares, rurales, urbanos y sub urbanos así como generar mediante la economía social y solidaria la organización social para los fines citados.

El Tecnológico nacional de México, a través de la dirección de posgrado e investigación, constituyo una Red nacional de producción e investigación de Recursos Fulgidos, con la participación de diferentes Campus ubicados en el territorio nacional, en el caso del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, que se ubica en el municipio del mismo nombre del estado de Veracruz, tiene una gran historia en el desarrollo de investigación y producción de diferentes especies de hongos y sus fines, desde hongo Fito patógenos, hasta los comestibles como los casos de los géneros *Pleurotus*, huitlacoche, entre otros.

Ante esta situación es que se inicia una nueva etapa en la producción e investigación de hongos comestibles del género *Pleurotus*, dado que se cuenta con gran experiencia y conocimiento, escalándolo ahora a la participación social en la transferencia de conocimiento y tecnología.

Objetivos:

Objetivo general: fomentar la producción y consumo de hongos comestibles en las familias en el ámbito rural, urbano y suburbano a través del desarrollo de capacidades y promoción del emprendimiento.

Objetivos específicos:

Capacitar a las familias sobre técnicas de cultivos de hongos comestibles género *Pleurotus*.

Promover el valor nutricional y las capacidades culinarias de los hongos, género *Pleurotus*.

Establecer un modelo de negocio sostenible para la venta de hongos comestibles género *Pleurotus*.

Promover la organización social mediante la economía social y solidaria con la constitución de cooperativas de producción y consumo.

MARCO TEORICO

Hongos comestibles: aspectos técnicos.

Biología de los hongos: estructura, reproducción y ciclos de vida.

El género *Pleurotus*, comúnmente conocido como setas ostra, comprende una variedad de hongos comestibles que se destacan tanto por su sabor como por su valor nutricional. Este género es ampliamente cultivado y utilizado en la gastronomía en diversas culturas.

1. Estructura: Los hongos del género *Pleurotus* presentan una morfología característica:

Basidiocarpos: Tienen un sombrero generalmente en forma de abanico o de concha, con un color que varía desde el blanco hasta tonos grisáceos y marrones. El tamaño del sombrero puede variar, y se presenta en distintas formas dependiendo de la especie.

Branquias: Las branquias se encuentran en la parte inferior del sombrero y son responsables de la producción de esporas. En el género *Pleurotus*, las branquias son descendentes, lo que significa que se extienden más allá del borde del sombrero en el tallo.

Tallo: Generalmente es corto y lateral, lo que permite una mayor exposición al sustrato nutritivo.

Miembros del micelio: El micelio, que es el cuerpo vegetativo del hongo, está formado por hifas (filamentos). Es el encargado de descomponer materia orgánica y absorber nutrientes.

Reproducción

La reproducción en *Pleurotus* puede ocurrir de forma sexual o asexual:

Reproducción asexual: Se lleva a cabo a través de esporas (basidiosporas) que se desarrollan en las branquias. Estas esporas se dispersan en el ambiente, donde pueden germinar y formar nuevos micelios.

Reproducción sexual: Ocurre cuando se unen dos hifas compatibles, se forman estructuras especializadas y eventualmente se genera un nuevo basidiocarpo.

Ciclo de Vida

El ciclo de vida de *Pleurotus* se puede describir en varias etapas:

Germinación: Las esporas, al encontrar un ambiente adecuado, germinan formando hifas.

Desarrollo del micelio: Las hifas se desarrollan en un micelio que coloniza el sustrato, descomponiendo la materia orgánica.

Fructificación: Bajo condiciones ambientales adecuadas (humedad, temperatura, luz), el micelio produce cuerpos fructíferos (setas).

Producción de esporas: Los basidiocarpos maduran, desarrollan esporas en las branquias, y al madurar, liberan las esporas al medio ambiente.

Ciclo de renovación: Las esporas caen sobre un sustrato adecuado, reiniciando el ciclo.

Especies comunes:

1. Pleurotos (*Pleurotus ostreatus*)

Los pleurotos son conocidos por su forma de concha y su sabor delicado. Son ricos en proteínas, fibra y antioxidantes, y se cultivan fácilmente en diversas condiciones. Su textura carnosa los convierte en una excelente opción para salteados, guisos y sopas.

2. Shiitake (*Lentinula edodes*)

El shiitake es muy apreciado en la cocina asiática. Tiene un sabor sumamente distintivo y aporta beneficios para la salud, como apoyo al sistema inmunológico. Se pueden consumir frescos o deshidratados.

3. Champiñón (*Agaricus bisporus*)

Este hongo es uno de los más consumidos en el mundo. Los champiñones son versátiles y se pueden encontrar en su forma blanca o marrón. Aportan vitaminas B y son bajos en calorías, lo que los hace populares en dietas saludables.

4. Portobello (*Agaricus bisporus*)

Los portobellos son la versión madura del champiñón. Tienen un sabor más robusto y son ideales como sustituto de la carne en burgers o platos asados. Son ricos en fibra y antioxidantes, lo que los hace beneficiosos para la salud.

Nutrientes y valor nutricional.

Beneficios de los Hongos *Pleurotus* en la Dieta

Los hongos del género *Pleurotus*, comúnmente conocidos como setas ostra, han sido ampliamente estudiados por sus múltiples beneficios nutricionales y para la salud. Este resumen destaca los aspectos más importantes relacionados con el contenido de proteínas, vitaminas y minerales que aportan a la dieta humana.

Los hongos *Pleurotus* son una excelente fuente de proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales. Esto los convierte en un sustituto atractivo de la carne, especialmente para vegetarianos y veganos. Según una investigación, las setas ostra contienen entre un 20-30% de proteínas en su composición seca (Oei, 1996).

Estos hongos son ricos en vitaminas, particularmente en el grupo B, que incluye riboflavina (B2), niacina (B3) y ácido pantoténico (B5). Estas vitaminas son esenciales para el metabolismo energético, la salud del sistema nervioso y la producción de glóbulos rojos (Zhang, 2016).

Además, *Pleurotus* contiene vitamina D, especialmente cuando son expuestos a la luz solar o luz UV, lo que puede ayudar a mantener niveles adecuados de esta vitamina en quienes no obtienen suficiente a través de la dieta (Muro et al., 2018).

En cuanto a minerales, estos hongos son una buena fuente de potasio, fósforo, zinc y selenio. El potasio es crucial para la regulación de la presión arterial, mientras que el selenio y el zinc son importantes para el sistema inmunológico y la función celular (Cuadra et al., 2020).

Además de su valor nutricional, los hongos del género *Pleurotus* han mostrado propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas. Estos efectos pueden contribuir a la prevención de enfermedades crónicas, como enfermedades cardíacas y algunos tipos de cáncer (Zhang et al., 2018). Incorporar hongos *Pleurotus* en la dieta no solo proporciona un perfil nutricional excelente, sino que también ofrece beneficios adicionales para la salud. Su capacidad para actuar como una fuente de proteínas, vitaminas y minerales los convierte en un alimento funcional valioso.

METODOLOGIA

Diagnostico participativo.

Un primer momento que se plantea es la búsqueda de jóvenes estudiantes en la población del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, para lo cual se seleccionan las comunidades a atender en este primer momento que son:

Municipio de la Antigua: La antigua, en este caso particular se trabajará un módulo con la participación de la Tele secundaria de la comunidad.

Municipio de Úrsulo Galván: La Barra de Chachalacas, Zempoala y Paso de doña Juana.

El municipio de Puente Nacional: Tamarindo y Actopan en la comunidad de Hornitos.

En un segundo momento se seleccionarán familias de las comunidades definidas de manera directa, sin que sean familias con estudiantes el Instituto.

En paralelo se seleccionará y capacitará a un grupo de estudiantes para que desarrollen las actividades de sensibilización, capacitación, seguimiento, evaluación y control del programa.

Una vez seleccionadas las familias y alumnos participantes, así como del equipo de estudiantes capacitados, se iniciará el proceso.

Capacitación:

Se inicia con la capacitación de los estudiantes brigadistas, en los aspectos técnicos teóricos de la producción de hongos setas, en contenedores de plástico.

Así como la capacitación para la atención, desarrollo y formación de figuras asociativas, es este caso sociedades cooperativas de producción y consumo.

Se llevarán a cabo talleres teóricos y prácticos son las sociedades cooperativas integradas sobre: Preparación del sustrato, inoculación y cuidado del cultivo, cosecha y procesamiento de hongos y se distribuirán libros técnicos.

Implementación del cultivo familiar.

Una vez que se selección y se constituyeron las sociedades cooperativas, se desarrolle la capacita, se seleccionan los lugares donde se colocaran los contenedores, y se inicia el trabajo de producción, realizando supervisiones por el equipo y recabando evidencias del proceso con la participación directa de los productores.

PLAN DE NEGOCIOS

Plan de Negocios.

- Estudio de Mercado: Análisis de la demanda local de hongos comestibles e identificación de posibles compradores (mercados, supermercados, restaurantes).
- Costos y Financiamiento: Estimación de costos iniciales y búsqueda de subsidios o microcréditos para apoyar la inversión.

Estrategias de Comercialización.

- Diseño de branding para los productos (nombre, empaques, presentación).
- Estrategias de promoción a través de ferias locales, redes sociales y colaboración con restaurantes.

EVALUACION Y SOSTENIBILIDAD

Monitoreo del Proceso.

- indicadores de éxito, número de familias capacitadas, con módulo de producción, volumen de producción y ventas, volumen consumido familiarmente.

Sostenibilidad del Proyecto.

- Se llevará Creación de una red de apoyo entre familias productoras para intercambio de experiencias y recursos.

Retroalimentación.

- Encuestas y entrevistas para medir la satisfacción y el impacto del proyecto en la comunidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Síntesis de los hallazgos y sugerencias para la continuidad del proyecto.

REFERENCIAS

Álvarez, L. C., & Pérez, J. (2018). "El efecto del sustrato en el cultivo de especies de Pleurotus: Una revisión". Journal of Fungi, 4(3), 88.

- Cuadra, S., Pineda, J., & García, R. (2020). Análisis de nutrientes y minerales en setas comestibles. *Revista de Nutrición y Salud*, 10(3), 205-212.
- Cruz, M. J., & Ochoa, C. (2020). Hongos comestibles: su importancia nutricional y culinaria. Editorial Universitaria.
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (2004). *Biología de los Hongos: Conceptos Básicos y Técnicas*. World Scientific Publishing.
- Muro, S., Aráuz, M., & Rojas, F. (2018). La vitamina D en setas del género *Pleurotus*: un estudio de su enriquecimiento. *Revista de Microbiología Alimentaria*, 14(1), 45-52.
- Oei, P. (1996). *Cultivo de hongos: un manual práctico*. Bogotá: Ediciones de la U. Fernández, J. (2019). *Hongos comestibles: variedades y beneficios*. Ediciones del Campo.
- Guzmán, G., & Rodríguez, V. (2021). Cultivo y uso de hongos comestibles en la cocina moderna. *Revista de Gastronomía y Nutrición*, 15(3), 45-60.
- López, R. (2022). Los champiñones y su valor nutricional. *Nutrientes y Salud*, 12(4), 102-110.
- Stamets, P. (2000). *Cultivo de Hongos Gourmet y Medicinales*. Ten Speed Press.
- Royse, D. J. (2014). "Cultivo de Hongos en el siglo XXI". *Mushroom Science*.
- Zhang, Z. (2016). Nutrientes en hongos comestibles: implicaciones en la salud humana. *Revista Internacional de Nutrición y Metabolismo*, 5(4), 121-128.
- Zhang, Y., Liu, X., & Wang, Y. (2018). Propiedades antioxidantes de hongos del género *Pleurotus* y su potencial en la prevención de enfermedades crónicas. *Journal of Medicinal Mushrooms*, 25(6), 78-86.

DESARROLLO DE UN PROTECTOR SOLAR ORGÁNICO.

Verónica Hernández Morales¹

Ma. Cristina Guerrero Rodriguez²

Ulises de Jesús Orozco Cuervo³

Ricardo Fabian Alvarado Mar⁴

RESUMEN

Producto de innovación dermatológica que propone la industrialización de un protector solar natural, formulado con ingredientes como aceite de coco, óxido de zinc, manteca Karité y sábila. El objetivo principal es desarrollar una alternativa accesible, eficaz y ecológica para mitigar los efectos adversos de la radiación ultravioleta (UV) en la piel, especialmente en poblaciones vulnerables como las de la zona conurbada de Tamaulipas. Este producto se distingue por su respeto al medio ambiente y su compatibilidad con pieles sensibles, siendo libre de químicos agresivos y envases contaminantes.

Palabras clave: Protector solar, cuidado de la piel, producto orgánico.

ABSTRACT

Is a dermatological innovation product that proposes the industrialization of a natural sunscreen formulated with ingredients such as coconut oil, zinc oxide, shea butter, and aloe vera. The main objective is to develop an accessible, effective, and environmentally friendly alternative to mitigate the adverse effects of ultraviolet (UV) radiation on the skin, especially in vulnerable populations such as those in the Tamaulipas metropolitan area. This product is distinguished by its environmental friendliness and compatibility with sensitive skin, as it is free of harsh chemicals and polluting packaging.

Key words: Sunscreen, skin care, organic product.

INTRODUCCIÓN.

El estudio integra un análisis integral de mercado, ingeniería de producción, planeación administrativa y evaluación financiera. Se diseñó un envase de PET reciclado, con una presentación ergonómica y biodegradable. Se realizó una encuesta con una muestra representativa de 384 individuos, evidenciando que más del 70% estaría dispuesto a adquirir un protector solar natural, resaltando una

¹ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

² Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

³ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

⁴ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

clara oportunidad de mercado. Desde la perspectiva técnica, se definió un proceso productivo optimizado mediante diagramas de flujo, cálculo de tiempos, layout de planta y selección de maquinaria especializada.

Financieramente, el proyecto demuestra una rentabilidad estable los primeros años, con una TIR del 153% y un VAN superior a \$6.8 millones de pesos. Además, la empresa fue constituida como una Sociedad de Responsabilidad Limitada, con un enfoque en producción sustentable y consumo responsable, en línea con el ODS 12 y los objetivos PRONACE del CONACYT. Representa una propuesta integral, viable y sustentable que no solo responde a necesidades de salud pública, sino que impulsa la innovación responsable y la conciencia ecológica en la industria cosmética.

Es un proyecto de innovación en productos dermatológicos que propone la industrialización de un protector solar natural hecho a base de aceite de coco, óxido de zinc y otros ingredientes ecológicos. Su objetivo es combatir los efectos nocivos de los rayos UV en la población mexicana, especialmente en zonas altamente expuestas como Tamaulipas. El producto busca diferenciarse por ser sustentable, accesible y dermatológicamente seguro. La investigación abarcó estudios de mercado, viabilidad técnica y análisis financiero. Se aplicaron encuestas en zonas conurbadas, revelando una alta disposición del consumidor a adquirir productos naturales. Se diseñó un envase con PET reciclado y se definieron canales de distribución digital y físico.

Desde la ingeniería, se diseñó el proceso de producción, layout de planta, control de calidad y localización óptima con base en criterios técnicos. En cuanto al aspecto financiero, se estimó una TIR de 153% y un VAN positivo de \$6,879,578.78, lo que indica una alta rentabilidad. Se alinea con el ODS 12 y con los objetivos de PRONACE de sustentabilidad y salud. Representa una alternativa viable y ecológica para el cuidado de la piel.

El mercado de los protectores solares ha evolucionado hacia opciones más amigables con el medio ambiente. Investigaciones recientes han destacado la efectividad de compuestos naturales como el óxido de zinc y el aceite de coco para bloquear los rayos UV sin efectos adversos sobre la salud ni el ecosistema marino (Lapidot et al., 1999; Gracia et al., 2016).

Técnicamente, se han desarrollado formulas encapsuladas, combinaciones antioxidantes y técnicas de absorción térmica (Next in Beauty, 2022) que aumentan la eficiencia de los protectores solares. El producto aplica estos principios en una fórmula sencilla, pero eficaz, sin parabenos ni químicos agresivos. El desarrollo de esta propuesta atiende la necesidad urgente de protección solar asequible en zonas vulnerable y con alta exposición solar.

Se busca aprovechar las propiedades beneficiosas del aceite de coco y el zinc para ofrecer una protección solar eficiente y duradera. Estos ingredientes naturales han demostrado tener propiedades

protectoras contra los rayos UV y pueden ser una opción segura y confiable para la protección solar personal.

La investigación y desarrollo de este protector solar se fundamenta en la necesidad de proporcionar a la población una opción de protección solar que sea segura, eficaz y respetuosa con el medio ambiente. Al emplear componentes naturales y métodos de producción sostenibles, se espera que este proyecto contribuya a mejorar la salud y el bienestar de las personas, al tiempo que se reduce el impacto ambiental asociado con la protección solar convencional.

DESARROLLO

Los protectores solares han evolucionado significativamente, incorporando innovaciones que mejoran su eficacia y seguridad. A continuación, se presentan algunas patentes destacadas en este ámbito:

1. Composición protectora solar con microcápsulas sol-gel.

Esta patente describe una composición que utiliza polvos de sílice sol-gel secos, los cuales pueden contener entre 1% y 85% en peso de compuestos protectores solares. Esta tecnología permite una liberación controlada de los agentes protectores, mejorando la eficacia y duración de la protección solar.

(Lapidot et al., 1999)

2. Composición para la protección solar y reparación de la piel.

Esta invención combina antioxidantes como el acetato de tocoferol, tocoferol y fosfato de ascorbilo sódico con extractos de Aloe barbadensis.

Estos componentes actúan reduciendo los radicales libres (ROS), ofreciendo protección solar y promoviendo la reparación de la piel dañada por la radiación UV. (Gracia et al., 2016)

3. Método de calentamiento para mejorar la protección UV tras el maquillaje.

Shiseido ha desarrollado un dispositivo que calienta la piel durante la aplicación de productos de cuidado, mejorando la absorción de los filtros UV en la capa córnea. Esto asegura una protección efectiva incluso después de la aplicación de maquillaje. (Next in Beauty, 2022)

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto *Nature Ray* se aplicó una metodología estructurada en cinco fases principales, utilizando herramientas cualitativas y cuantitativas que aseguran su viabilidad técnica, comercial y financiera:

Investigación de mercado

- Se elaboró una encuesta digital aplicada a una muestra de 384 personas, calculada con base en un nivel de confianza del 95% para poblaciones finitas.
- Se analizaron preferencias, precios aceptables, frecuencia de uso y percepción sobre productos naturales.

Diseño del producto y análisis de competencia

- Se desarrolló una fórmula con ingredientes naturales: aceite de coco, óxido de zinc, sábila, entre otros.
- Se diseñó un envase ecológico utilizando PET reciclado, y se establecieron las características físicas, etiquetado y vida útil del producto.
- Se realizó una matriz comparativa de productos similares disponibles en el mercado (precio, efectividad, toxicidad).

Ingeniería del proyecto

- Se construyó el diagrama de flujo del proceso productivo con tiempos de ciclo.
- Se realizó el cálculo del Takt time y se aplicó el método SLP para el diseño de la planta.
- Se definió la localización óptima usando el método por puntos (macrolocalización) y el algoritmo de Brown & Gibson (microlocalización).

Diseño organizacional y legal

- Se definió una estructura organizativa y se eligió la figura jurídica de Sociedad de Responsabilidad Limitada.
- Se elaboró una matriz FODA, misión, visión y objetivos estratégicos.

Análisis financiero

- Se proyectaron inversiones fijas, diferidas y de capital de trabajo.
- Se calculó el punto de equilibrio, flujo de caja, TIR (153%) y VAN (\$6.8 millones), evidenciando la rentabilidad del proyecto.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la investigación de mercado, el desarrollo técnico y el análisis financiero evidencian la viabilidad y alto potencial del protector solar.

Se aplicaron 384 encuestas en la zona conurbada de Tamaulipas (Tampico, Madero y Altamira). El 70.3% de los encuestados no conocía productos solares naturales, pero estaría dispuesto a probar uno, lo cual indica una alta receptividad potencial del producto. El 80% considera importante el uso de protectores solares naturales.

Los rangos de precio más aceptados fueron de \$150 a \$200 pesos mexicanos. Se identificó que la mayoría prefiere presentaciones de 50 ml y realiza de 1 a 2 compras mensuales.

Se diseñó una fórmula natural con ingredientes seguros y efectivos (aceite de coco, óxido de zinc, sábila, manteca Karité). El envase fue desarrollado con material PET reciclado, bajo criterios de sostenibilidad. Se estableció un proceso productivo con un tiempo de ciclo de 225 minutos y una estructura de planta optimizada mediante el método SLP.

La localización óptima de la planta fue determinada en Tampico, Tamaulipas, utilizando métodos multicriterio (puntos ponderados y algoritmo de Brown & Gibson).

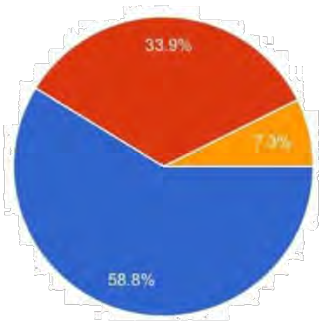
Inversión inicial: Se estimó considerando maquinaria, insumos y capital de trabajo. Valor Actual Neto (VAN): \$6,879,578.78 MXN. Tasa Interna de Retorno (TIR): 153%, lo que indica una rentabilidad muy superior al costo de oportunidad del capital.

Punto de equilibrio financiero: \$1,266,504.63 MXN. Flujo de caja: positivo desde el segundo año, con utilidades crecientes. Se realizó una proyección de demanda con escenarios optimista, realista y pesimista, manteniéndose rentable en todos ellos.

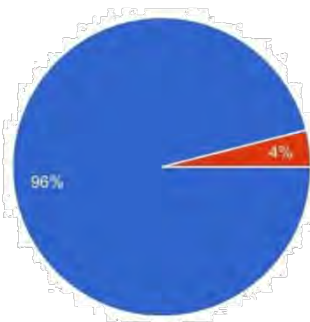
Las gráficas generadas a partir de la encuesta muestran un alto nivel de aceptación del concepto “natural y ecológico” en productos de cuidado personal.

También evidencian una baja frecuencia de uso actual de protectores solares

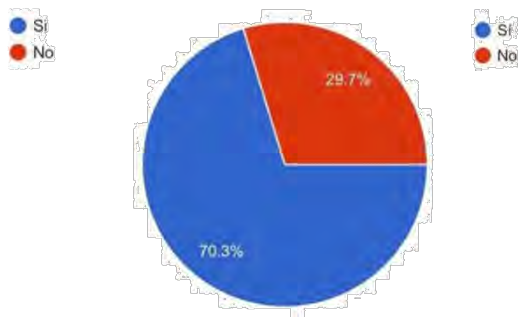
177 respuestas



176 respuestas



175 respuestas



AÑO	RECUPERACION DE LA INVERSIÓN	VALOR DE LA INVERSIÓN
2025	0	-\$ 1,175,871.39
2026	\$ 2,160,470.95	\$ 984,599.56
2027	\$ 1,497,685.84	\$ 2,482,285.40
2028	\$ 1,247,799.42	\$ 3,730,084.83
2029	\$ 1,039,548.96	\$ 4,769,633.79
2030	\$ 866,008.61	\$ 5,635,642.39

CONCLUSIONES

El desarrollo del producto permitió identificar una clara necesidad de mercado y una oportunidad de negocio en el segmento de productos dermatológicos sustentables, específicamente en el rubro de protección solar.

A lo largo del trabajo se comprobó que es posible combinar eficacia dermatológica, viabilidad técnica, sustentabilidad ambiental y rentabilidad financiera dentro de una sola propuesta de valor.

Desde el punto de vista técnico, se logró formular un protector solar utilizando ingredientes naturales como el óxido de zinc, aceite de coco, sábila y manteca Karité, los cuales poseen propiedades demostradas de protección contra los rayos UV, hidratación y seguridad dérmica. La implementación de un envase ecológico de PET reciclado refuerza el compromiso con el medio ambiente y responde al Objetivo de Desarrollo Sostenible número 12 de la ONU.

El análisis de mercado arrojó resultados positivos, con un alto porcentaje de aceptación hacia productos naturales y disposición del público a pagar precios competitivos por un protector solar amigable con la piel y el entorno. Esto valida la hipótesis inicial del proyecto sobre su potencial de aceptación en al menos un 70% del público objetivo.

Se diseñó un proceso de fabricación eficiente, con una estructura de planta optimizada por el método SLP y criterios logísticos definidos para su localización. El modelo productivo fue validado a través de simulaciones de capacidad y estimación de recursos materiales y humanos.

En cuanto al análisis financiero, se demostró que es un proyecto rentable: Esto garantiza la sostenibilidad económica del proyecto y la viabilidad de su implementación a escala comercial.

Finalmente, el diseño organizativo basado en una Sociedad de Responsabilidad Limitada permite flexibilidad en la toma de decisiones, reducción del riesgo patrimonial y apertura a futuras expansiones. Además, el enfoque en canales digitales y alianzas con farmacias, spas y tiendas naturistas refuerza una estrategia de distribución moderna, eficiente y de bajo costo operativo.

Este producto no solo responde a una necesidad real de protección solar con enfoque ecológico, sino que ofrece una solución factible, escalable y alineada con los retos actuales de salud, economía circular e innovación sostenible.

REFERENCIAS

Agencia. (2021). *Datos epidemiológicos sobre dermatitis en México*.

Gutiérrez, M. (2020b). *Afecciones cutáneas en regiones del norte mexicano*.

Gracia, L., Soto, M., & Ortiz, J. (2016). *Composición para la protección solar y reparación de la piel*. Revista de Cosmética Natural, 12(3), 45-60.

Lapidot, E., & Nir, S. (1999). *Sol-gel encapsulated sunscreen composition*. Journal of Photodermatology, 7(4), 214-220.

Next in Beauty. (2022). *Tendencias en cosmética funcional*.

Laboratorios Andrómaco. (2023). *Guía de aplicación correcta de protectores solares*.

Massdigital. (2023). *Reaplicación de productos solares naturales*.

NOM-141-SSA1/SCFI-2012. *Requisitos para protectores solares*.

NOM-251-SSA1-2009. *Buenas prácticas de higiene*.

NOM-073-SSA1-2005. *Especificaciones cosméticas y estabilidad*.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. *Regulación ambiental para cosméticos*.

NMX-K-055-NORMEX-2008. *Evaluación de eficacia UV*.

ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ORGÁNICOS, ERGONÓMICOS EN VIVIENDAS SOSTENIBLES

Carlos Eusebio Mar Orozco¹

Alfonso Barbosa Moreno²

Gabriela Barbosa Moreno³

Ulises de Jesús Orozco Cuervo⁴

RESUMEN.

El presente proyecto se centrará en el desarrollo de un bloque de construcción ecológico de tipo partición, con un origen ecológico, diseñado para mitigar el impacto ambiental asociado a la industria de construcción y al manejo de los residuos agrícolas, específicamente hablando del bagazo de caña de azúcar. La idea surgió como respuesta a la gran problemática de contaminación generados por los residuos de construcción, polvos y a los desechos orgánicos que se acumulan en grandes cantidades, que contribuyen al efecto invernadero, al deterioro de los ecosistemas terrestres y acuáticos, al igual que a la salud respiratoria de los habitantes.

Palabras clave: Block orgánico, vivienda, bagazo de caña.

ABSTRACT.

This project will focus on the development of an ecological partition-type building block, with an ecological origin, designed to mitigate the environmental impact associated with the construction industry and the management of agricultural waste, specifically sugarcane bagasse. The idea arose in response to the significant pollution problem generated by construction waste, dust, and organic waste that accumulates in large quantities, contributing to the greenhouse effect, the deterioration of terrestrial and aquatic ecosystems, and affecting the respiratory health of residents.

Key words: Organic block, housing, sugarcane bagasse.

INTRODUCCIÓN.

El sector de la construcción es uno de los principales generadores de emisiones de CO₂ y consumo de recursos no renovables, lo que ha aumentado la necesidad de buscar soluciones más ecológicas (Monzón et al., 2020). Los bloques de concreto, aunque ampliamente utilizados, presentan un alto

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. carlos.mar.orozco@gmail.com

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

impacto ambiental debido a su proceso de fabricación, que consume grandes cantidades de energía y materias primas no renovables. En este sentido, los bloques orgánicos podrían representar una alternativa viable, no solo por su bajo impacto ambiental, sino también por sus características de aislamiento térmico y acústico, que contribuyen a la eficiencia energética de las viviendas (González & López, 2021).

Aunque en México el promedio del porcentaje de bloques de partición suele rondar del 20 al 30%, este proyecto presentaría un avance significativo a contribuir a dejar de usar bloques convencionales.

Cabe destacar que la presente investigación está orientado a cubrir lo estipulado en los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES, 2019) en específico a los y Vivienda y Sistemas Socio-ecológicos.

Así mismo, atiende a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS, 2015) emitidos por la ONU en la agenda 2030 en concreto a los objetivos: Salud y Bienestar, Industria, Innovación e Infraestructura y Ciudades y Comunidades Sostenibles.

Los escombros y desechos provenientes de la construcción presentan numerosos problemas al medio ambiente que derivan en muchos otros más. Solamente este sector genera una cuarta parte de la contaminación atmosférica, el 40% de la contaminación del agua potable y la mitad de los residuos en los residuos estancados en los vertederos (Dobrowolska, 2021).

Por otra parte, en ciudades productoras de caña de azúcar generan residuos orgánicos resultantes del proceso de extracción de jugo, desechos que a baja concentración no provocan daños severos al ecosistema debido a la degradación natural, pero en grandes cantidades causan un fenómeno llamado "Contaminación por desechos orgánicos".

Causante de fuertes olores, enormes cantidades de gases de efecto invernadero debido al proceso anaerobio realizado en materia orgánica y su captura de los gases metano CH₄ y dióxido de carbono CO₂ que son los principales responsables del efecto invernadero que corresponden a 18 millones de toneladas anuales de desperdicio de bagazo de caña en México, ya que datos proporcionados por especialistas revelan que por cada período de zafra, se producen 20 millones de toneladas de bagazo de caña de azúcar, de los cuales únicamente se destinan 2 para la alimentación animal o producción de energía de la industria azucarera (Conacyt, 2017), desechos que al estar presentes en cuerpos acuáticos provocan el agotamiento del oxígeno del agua debido a la proliferación de bacterias que lo consumen, de esta manera afectando a los seres vivos marinos que habiten en él (García, 2009) añadiendo que también genera una fuente de enfermedades a las personas de los alrededores.

Como producto de las actividades, la industria de la construcción genera toneladas de residuos que son denominados de construcción y demolición (RCD), los cuales alcanzan cifras anuales de 10 mil millones de toneladas en el mundo (Wang et al., 2019) de los cuales se estima que México aportó 10.15 millones de toneladas (0.70%) en 2018.

(SEMARNAT, 2020). La Secretaria del Medio ambiente (SEDEMA) ha visto los daños que estos escombros generan a la sociedad, como lo son los estancamientos de drenaje en zonas urbanas y la liberación de sustancias tóxicas que contaminan el suelo, por lo que se creó el “programa de recolección de residuos de la construcción y demolición, bajo la modalidad de limpieza de campamentos de resguardo” puesto en marcha desde marzo de 2023 junto con 9 valcaldías, ha logrado reciclar y reincorporar 47 mil 488 toneladas de RCD mayormente compuesto por concretos, materiales pétreos, tabiques de arena y arcilla, que corresponde a un 0.469% de lo que se genera al año en el país.

DESARROLLO.

Existe un estudio que se centra en la preparación y caracterización de compuestos a base de ácido paraláctico reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. Con el principal objetivo de mejorar las propiedades tanto como mecánicas y térmicas del PLA, haciendo uso de la incorporación de fibras naturales resultantes de los residuos agrícolas de la zona como lo es el bagazo de caña.

Durante el proceso las fibras de bagazo de caña fueron tratadas químicamente para eliminar impurezas y mejorar así su adhesión con el PLA. Se mezclaron diferentes proporciones entre el PLA y la cantidad de fibras de bagazo, utilizando técnicas de extrusión y moldeo por inyección. Al final se hicieron análisis de las propiedades mecánicas al igual que térmicas y morfológicas de los compuestos resultantes.

Sus resultados arrojaron que las fibras de bagazo de caña son un refuerzo efectivo para el PLA, ya que en efecto se mejoraron las propiedades mecánicas y térmicas del material (Jiang N., 2010).

Por otro lado, hay otro artículo en el que se aborda el potencial que tiene el ácido poliláctico como un polímero biodegradable y renovable. Se analizaron las propiedades del PLA junto con los desafíos que se afrontan al utilizarlo, como lo es su fragilidad y baja resistencia al impacto, su sensibilidad al calor y degradación durante el procesamiento.

Se termino haciendo uso de la copolimerización para mejorar la flexibilidad y resistencia al impacto, al igual que se le incorporo lignina como un aditivo antioxidante y estabilizador UV que mejoraron sus propiedades térmicas que termino reduciendo el costo de producción.

Se llegó a la conclusión de que el PLA a pesar de los desafíos, tiene un gran potencial en diversas aplicaciones, en las que los autores destacaron que podría llegar a aplicarse a la construcción (Spiridon I., 2008).

Un "block" es una unidad sólida y rígida, generalmente de forma rectangular o cúbica, que puede estar hecha de diversos materiales como madera, metal o plástico, y se utiliza en aplicaciones que van desde la construcción hasta el almacenamiento de información (Izquierdo et al., 2018).

Un "block" también puede referirse a un conjunto o grupo de datos o instrucciones organizadas dentro de un sistema computacional o de programación, donde se agrupan múltiples líneas de código o información para ser procesadas juntas (Manals-Cutiño, Penedo-Medina, & Salas-Tort, 2015).

Bloque en el sector de construcción.

Su diseño permite un apilamiento fácil y eficiente, lo que acelera el proceso de construcción para levantar paredes y muros, así como también divisiones interiores. Además, los blocks ofrecen propiedades de aislamiento térmico y acústico, contribuyendo a la eficiencia energética de las edificaciones. Su versatilidad y resistencia los hacen fundamentales en la arquitectura moderna, tanto en proyectos residenciales como comerciales.

Tipos de bloques de construcción.

Dependiendo del uso que se les dé puede cambiar su clasificación.

Bloque de carga: Es el que está diseñado para poder soportar elevadas cargas estructurales.

Bloques de partición: Utilizados en la construcción de las paredes interiores, y debido a que no están destinados a soportar cargas, se vuelven más ligeros y delgados de lo normal.

A pesar de dividir espacios es su función principal, también se enfocan en ser buenos aislantes acústicos, resistentes al fuego y facilitar la implementación de instalaciones eléctricas y de fontanería (Construmatica, 2024).

Bloque estándar: Cuentan con unas dimensiones predefinidas, 20x20x40 que normalmente son utilizadas en la construcción.

Bloque especial: Enfocadas en el detallado final de una construcción. Principalmente esquinas, bordes y baldosas.

Bloque modular: Diseñados para encajar o embonar de manera precisa con otros bloques, facilitando así la construcción o apilamiento.

Contaminación.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2005) menciona que la contaminación no solo implica efectos inmediatos, sino que puede tener impactos prolongados y acumulativos, alterando

ecosistemas y afectando la capacidad de regeneración que poseen los recursos naturales. Según sus directrices, definir adecuadamente lo que es la contaminación es clave para diseñar políticas efectivas que limiten la emisión de contaminantes y promuevan la sostenibilidad, tomando como objetivo el reducir la presencia de elementos nocivos que degraden la calidad del aire, el agua y el suelo, mejorando así la calidad de vida y preservando la biodiversidad.

Tipos de contaminación.

La contaminación acústica se refiere a la exposición constante a niveles altos de ruido, generados principalmente por actividades humanas como el tráfico vehicular, la construcción, eventos públicos y el uso de maquinaria industrial. Este ruido constante puede afectar la salud auditiva, provocar trastornos del sueño, y contribuir al desarrollo de problemas como estrés, hipertensión y enfermedades cardiovasculares (National Geographic Society, 2024).

Desechos.

Los desechos son "materiales sólidos, líquidos o gaseosos generados como resultado de actividades humanas, y que se consideran no deseados, inservibles o sin valor." Estos pueden tener diferentes impactos en el ambiente dependiendo de su manejo (ONU, 2015).

"Los desechos son materiales generados por diversas actividades humanas, principalmente industriales, agrícolas y domésticas, que ya no tienen utilidad para su productor y son eliminados, reciclados o transformados" (INEGI, 2023).

Cualquier material que se desecha después de haber sido usado, que no tiene valor inmediato para el usuario y que necesita ser eliminado de una forma segura para evitar daño ambiental (EPA, 2023).

Tipos de desechos.

Los desechos se clasifican para facilitar mucho más su gestión y de esta manera reducir el impacto ambiental, dependiendo de su nivel de peligrosidad, contaminación, reciclaje, estructura. Al hacerse de esta manera se contribuye enormemente a la sostenibilidad, economía circular y reducción al impacto ambiental (Evreka, 2023).

Desechos inorgánicos.

Desechos que no se descomponen de manera natural o de manera efectiva, debido a que no presiden de seres vivos ni fueron creados por procesos biológicos. Suelen ser materiales no bio-degradables como los plásticos, vidrio, metales y residuos de construcción. causando un impacto ambiental significativo.

Desechos orgánicos.

Desechos provenientes de los cuerpos de seres vivos, alimentos, residuos agrícolas y de jardinería. Normalmente se degradan con facilidad, pero con una mala gestión y una acumulación irresponsable

de estos en una sola área, podría desembocar en numerosos otros problemas como la creación de plagas, contaminación por residuos orgánicos, liberación de metano que es un potente gas de efecto invernadero.

Polímeros.

Categorizamos como polímero a aquellas sustancias formadas por grandes cadenas de moléculas de monómeros repetidos. Se categorizan entre los naturales, que son la celulosa y el ADN, y los sintéticos, que podría ser el polietileno y nailon. Se han hecho indispensables en la vida cotidiana de las personas, todo esto gracias a su gran durabilidad y flexibilidad (Helmenstine, 2024).

Un polímero es en sí una macromolécula formada por cuantiosas unidades de monómeros unidas entre si a través de enlaces covalentes. Los monómeros suelen ser muy variados, y se agrupan de manera lineal, ramificada o reticulada dentro de una de las largas cadenas. Siendo la estructura y el tamaño de esta cadena la que determina que propiedades físicas y químicas tendrá dicho polímero (Smith J.A., 2020).

Bio-Polímeros.

Son los polímeros derivados de las plantas, animales o cualquier otra fuente natural, haciéndolos biodegradables, convirtiéndose en una alternativa más ecológica que los sintéticos debido a su capacidad de descomposición (Bradford A, 2024).

Caracterización de los bio-Polímeros.

Son polímeros naturales que se originan a partir de los seres vivos, estos desempeñan funciones esenciales en los organismos, tales como estructurar las células, almacenar la energía y la transmisión de la información genética.

En comparación a los polímeros sintéticos, los biopolímeros se caracterizan por su biodegradabilidad, su uso en la medicina, envases y agricultura. Debido a las propiedades ecológicas y sostenibles, se reduce el impacto ambiental debido a su descomposición natural (Energy Theory, 2024).

Ácido Poliláctico (PLA).

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero termoplástico biodegradable producido a partir de recursos renovables como el maíz, la caña de azúcar y otros materiales ricos en almidón. Es una alternativa sostenible a los plásticos derivados del petróleo y se utiliza en aplicaciones como envases, productos desechables, impresión 3D y dispositivos médicos. El PLA es biocompatible, lo que lo hace adecuado para aplicaciones médicas, y es compostable en condiciones industriales específicas, aunque su descomposición en la naturaleza puede ser limitada. (Drumright, 2000).

Lignina.

Es un polímero orgánico encontrado en las paredes celulares de las plantas, que les proporciona una resistencia y rigidez considerables. Se encuentra con facilidad en la naturaleza ya que es de las más abundantes. Se suelen utilizar para bioenergía y para materiales compuestos resistentes (Britannica, 2024).

Compósito.

Se llega a considerar compuesto a todos los materiales creados a partir de la combinación o aglomeración de dos o más materiales con propiedades físicas o químicas diferentes. Al estar combinados, estos materiales presentan características superiores a los componentes al evaluarse de manera individual, siendo más resistentes, duraderos y ligeros. Cualidades importantes principalmente en las industrias automotriz o la aeroespacial (Piran Composites, 2024).

Bagazo.

Es el residuo fibroso resultante tras la extracción del jugo de la caña de azúcar, se compone principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina. Normalmente es utilizado como una fuente de combustible para la generación de la energía que impulsa la industria azucarera, pero en las últimas décadas se han intentado crear alternativas para su uso, en la que ahora se incluye la construcción.

Bagazo usado en la construcción.

El bagazo puede mezclarse con otros materiales orgánicos o reciclados, como el cemento o arcillas, para fabricar bloques de construcción que son más ligeros y térmicamente eficientes que los bloques de concreto convencionales. Estos bloques ecológicos no solo son resistentes, sino que también son biodegradables y contribuyen a la reducción de desechos.

METODOLOGÍA

En primer instancia se realizará una revisión bibliográfica, después se realizará un diagnóstico de la situación actual, además se realizará un tratamiento alcalino de fibras de bagazo de caña, selección y obtención de las fibras, posteriormente se realizará la reparación de las fibras, acto seguido la inmersión en soluciones alcalinas, se realizará el lavado y neutralización, se hará el secado final.

Así como también el tratamiento para mezclar bagazo óptimo para la preparación de materiales y poder realizar la determinación de porcentajes de concentración y procesamiento del compuesto.

Se realizará el diseño ergonómico de los bloques, mediante el moldeo de los bloques, para medir la eficiencia del mismo se realizarán pruebas mecánicas, pruebas físicas y análisis térmico.

CONCLUSIONES.

El bloque orgánico, ergonómico será útil para la construcción de viviendas sostenibles y asequibles, proporcionando una nueva alternativa en el sector de la construcción mediante la elaboración de bloques que permitan optimizar el proceso de construcción de una casa habitación brindando diversos beneficios, tales como: disminución de costos, disminución en el uso de concreto, disminución de la temperatura en climas calientes, disminución del peso del block lo cual lo hace perfecto para construcciones verticales.

Cabe señalar que este proyecto como se menciona en un inicio impacta positivamente en los Programas Nacionales Estratégicos y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

REFERENCIAS.

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2005). Glosario: Contaminación. <https://www.eea.europa.eu>

Conacyt (2017). Ciencia y desarrollo. Industria del tequila y generación de residuos

Conacyt (2019). Programas Nacionales Estratégicos. <https://conahcyt.mx/pronaces/>

Construmatica. (2024). Particiones interiores en edificios.

https://www.construmatica.com/construpedia/Particiones_Interiores_en_Edificios

Dobrowolska (2021). Consejos para la construcción, noticias y buenas prácticas. ¿Cómo afecta la construcción al medio ambiente?. Recuperado de <https://archdesk.com/es/blog/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>

Drumright, R. E., Gruber, P. R., & Henton, D. E. (2000). Polylactic acid technology. *Advanced Materials*, 12(23), 1841-1846. [https://doi.org/10.1002/1521-4095\(200012\)12:23<1841::AID-ADMA1841>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1521-4095(200012)12:23<1841::AID-ADMA1841>3.0.CO;2-E)

Earth Journalism Network. (n.d.). Noise pollution: Managing the challenge of urban sounds. <https://earthjournalism.net>

Encyclopaedia Britannica. (2024). Lignin. <https://www.britannica.com/science/lignin>

Energy Theory. (2024). Waste Segregation Complete Guide: Importance, Types and Sorting Bins. <https://energytheory.com>

Environmental Protection Agency (EPA). (s. f.). Waste: A guide to managing and reducing waste. <https://www.epa.gov/wastes>

Evreka. (2023). Why Waste Segregation Is More Important Than You Think. Recuperado de <https://evreka.com>

García (2009). Biología y geología. Cenoposiciones. Recuperado de <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=287>

- González, R., & López, F. (2021). Materiales orgánicos en la construcción: Potencial y desafíos para la sostenibilidad. *International Journal of Environmental Engineering*, 25(3), 42-58.
- Helmenstine, A. M. (2024, June 25). What Is a Polymer? ThoughtCo. <https://www.thoughtco.com/definition-of-polymer-605912>
- Bradford, A. (2024). What Is a Polymer? Live Science. <https://www.livescience.com/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s. f.). Residuos: Estadísticas e información sobre la gestión de residuos en México. <https://www.inegi.org.mx/temas/residuos/>
- Izquierdo, I., Soto Izquierdo, O., Ramalho, M., Izquierdo, I., Soto Izquierdo, O., & Ramalho, M. (2018). Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000300229>
- Jiang, N., Xiong, H., Zhang, Y., & Ren, Y. (2010). Preparation and properties of polylactic acid/sugarcane bagasse fiber composites. *Carbohydrate Polymers*, 79(3), 445–448. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.08.008>
- Manals-Cutiño, E. M., Penedo-Medina, M., & Salas-Tort, D. (2015). Characterization of the cane bagasse like vegetable biomass. *Tecnología Química*, 35(2), 244-255. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000200010&lng=es&tlng=en
- Monzón, L., Rodríguez, E., & López, D. (2020). Impacto ambiental de los materiales de construcción convencionales y alternativas sostenibles. *Construction Science Journal*, 16(4), 123-139.
- National Geographic Society. (2024, March 6). Noise pollution. <https://education.nationalgeographic.org>
- Organización de las Naciones Unidas (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Piran Composites. (2024). What is a Composite Material? A Complete Guide to Composites <https://pirancomposites.com>
- SEMARNAT (2008). Residuos. Recuperado de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.html>
- Smith, J. A., & González, M. L. (2020). Propiedades y aplicaciones de polímeros biodegradables en la industria. *Revista Internacional de Ciencia de Polímeros*.
- Spiridon, I., & Popa, V. I. (2008). PLA as a biodegradable polymer—Challenges and solutions. *Plastics from Bacteria*, 139–160. https://doi.org/10.1007/978-3-540-95991-5_6

REDISEÑO DE UN CONTENEDOR DE RESIDUOS DOMESTICOS

Arturo Barbosa Olivares¹

Roberto Anibal Flores Guerrero²

Gabriela Barbosa Moreno³

Ricardo Fabian Alvarado Mar⁴

RESUMEN

La presente investigación consiste en la industrialización y comercialización de contenedores sustentables, tiene como objetivo diseñar, fabricar y distribuir un contenedor de basura interior innovador, enfocado en la estabilidad, sustentabilidad y funcionalidad para hogares, oficinas y espacios urbanos. El problema ambiental actual, caracterizado por el manejo ineficiente de residuos y la contaminación, impulsó la necesidad de desarrollar un producto que reduzca estos impactos negativos.

Palabras clave: Contenedor, residuo, sustentabilidad.

ABSTRACT

This research focuses on the industrialization and commercialization of sustainable containers. Its objective is to design, manufacture, and distribute an innovative indoor trash container focused on stability, sustainability, and functionality for homes, offices, and urban spaces. The current environmental problem, characterized by inefficient waste management and pollution, prompted the need to develop a product that reduces these negative impacts.

Key words: Container, waste, sustainability.

INTRODUCCIÓN.

El acelerado crecimiento urbano y el incremento en la generación de residuos sólidos representan un desafío para las ciudades sostenibles. En México, el manejo inadecuado de la basura no solo deteriora el medio ambiente, sino también la salud pública (Enlight, 2024). Bajo este contexto, el producto responde a la necesidad de reconfigurar el modelo tradicional de recolección de residuos mediante un diseño innovador y sustentable.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

El estado del arte evidencia una evolución importante en los mecanismos de gestión de residuos. Desde compactadores que reducen el volumen de basura (Gilos, 2024) hasta contenedores con compartimentos separados para facilitar el reciclaje (Basura Banko, 2023), la innovación ha sido un eje central. Sin embargo, muchos productos actuales no consideran la prevención de volcaduras, los materiales reciclados o el uso doméstico eficiente. Además, estudios recientes destacan la urgencia de diseñar productos que reduzcan el impacto ambiental desde su origen, como lo establece la ISO 14044 sobre análisis del ciclo de vida (ISO, 2024).

Por ello, el estado de la técnica analizado incluye modelos comerciales como los contenedores SULO de alta resistencia (V. Manuel, 2021) y botes metálicos de uso doméstico (González Pinza, 2021). Estos productos, aunque eficaces, presentan costos elevados o limitaciones funcionales. El producto se presenta como una alternativa competitiva, accesible y con valor agregado al incorporar principios de eco diseño, funcionalidad anti-caída y material reciclable, respondiendo así a los objetivos del Desarrollo Sostenible y al programa PRONACE.

DESARROLLO.

Para el desarrollo del producto, se aplicaron las siguientes herramientas metodológicas:

Investigación documental y técnica: Se revisaron antecedentes de productos similares, normativas técnicas (NOM y NMX) y estándares internacionales (ISO 14001, 14044).

Estudio de mercado: Incluyó una encuesta estructurada aplicada a 383 personas adultas de la región sur de Tamaulipas, utilizando muestreo probabilístico y análisis de segmentación.

Pronósticos de demanda: Se calcularon escenarios pesimista, realista y optimista, determinando el realista como el más viable (aceptación del 60%).

Análisis de localización: Se emplearon métodos multicriterio como el método de puntos y el algoritmo de Brown & Gibson para definir macro y micro localización.

Diseño del producto: Se elaboró un prototipo con materiales reciclables (PEAD y goma de nitrilo) y se aplicó la metodología SLP para la distribución de áreas en planta.

Planeación de producción: Incluyó diagrama de flujo, Takt time, PMP para tres meses, explosión de materiales y análisis de disponibilidad de insumos.

METODOLOGÍA.

A través de un enfoque metodológico que integra análisis de mercado, ingeniería del producto, estimación de demanda y estudio de localización, se propone un contenedor cilíndrico autoestabilizable hecho de polietileno reciclado con un sistema anti-caída. La investigación de

mercado identificó que el 64% de los encuestados enfrenta problemas con animales en la basura y que más del 50% prefiere adquirir el producto en línea. Con base en ello, se diseñó un modelo de comercialización híbrido.

Los resultados proyectan una demanda anual aproximada de 3,883 unidades en un escenario realista. El diseño técnico se complementa con el cumplimiento de normas oficiales mexicanas y estándares internacionales como ISO 14001 e ISO 14006. La localización óptima para la planta de producción se determinó en Tampico, Tamaulipas, por su conectividad, incentivos fiscales y cercanía a los mercados meta.

El producto busca ser una solución práctica y ecológica, fomentando el consumo responsable y la economía circular, con un impacto directo en la mejora del entorno urbano y la salud pública.

RESULTADOS.

1. ¿Qué tipo de residuos desecha normalmente?

A) Orgánicos (restos de comida, etc.)	19
B) Reciclables (papel, plástico, vidrio, etc.)	20
C) Residuos peligrosos (baterías, pintura, etc.)	5
D) Residuos electrónicos (dispositivos viejos, etc.)	3
E) Residuos médicos (jeringas usadas, guantes desechables, etc.)	3



La mayoría de los residuos generados por los encuestados son reciclables (40%) y orgánicos (38%), lo que indica una oportunidad para mejorar su manejo y reutilización. En menor medida, el 10% desecha residuos peligrosos, mientras que los electrónicos y médicos representan el 6% cada uno. Esto resalta la necesidad de estrategias efectivas para reducir el impacto ambiental de estos desechos.

2. En términos de gestión de residuos, ¿Qué valor le das a las soluciones innovadoras?

A) Ninguno	3
B) Poco	8
C) Neutral	17
D) Mucho	14
E) Extremadamente	8



Una parte significativa de los encuestados reconoce la importancia de las soluciones innovadoras en la gestión de residuos, con un 28% considerándolas muy importantes y un 16% extremadamente valiosas. Sin embargo, el 34% mantiene una postura neutral, mientras que un 16% muestra poco interés y un 6% no les otorga relevancia. Esto sugiere la necesidad de estrategias de concienciación para destacar los beneficios de estas innovaciones.

3. ¿Qué factores le han impedido o dificultado la compra de un contenedor de basura adecuado para su hogar o negocio?

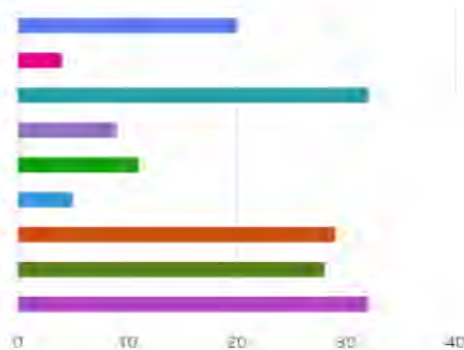
A) Precio elevado	20
B) Falta de disponibilidad en puntos de venta cercanos	8
C) Falta de información sobre opciones innovadoras	13
D) No considera necesario invertir en un contenedor de basura	6
E) Otro (especificar)	3



El precio elevado es la principal barrera para adquirir un contenedor de basura (40%), seguido por la falta de información sobre opciones innovadoras (26%) y problemas de disponibilidad (16%). Además, un 12% considera innecesario invertir en uno, mientras que un 6% menciona otros factores. Esto destaca la importancia de mejorar la accesibilidad económica y la difusión de información sobre alternativas eficientes.

4. ¿De los siguientes atributos, señale aquellos que considere indispensables en un contenedor de basura?

A) Diseño	20
B) Tiempo	4
C) Material	32
D) Peso	9
E) Movilidad	11
F) Colores	5
G) Resistencia	29
H) Vida Útil	28
I) Capacidad	32



Los atributos más valorados son Material y Capacidad, con 32 votos cada uno, seguidos de Resistencia (29 votos) y Vida Útil (28 votos). En contraste, los menos considerados son Tiempo (4 votos) y Colores (5 votos). Esto sugiere que la durabilidad y funcionalidad del producto son aspectos clave para los encuestados.

5. ¿Estaría dispuesto a invertir en un contenedor de basura considerando los atributos mencionados en las preguntas anteriores con dichas características?



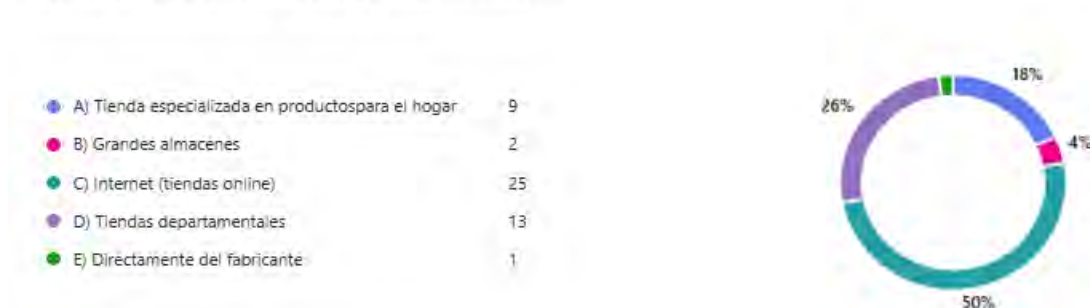
Los datos revelan que una abrumadora mayoría de los encuestados está interesada en invertir en el contenedor de basura con las características mencionadas previamente.

6. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar por un contenedor de basura con las características presentadas?



Una clara mayoría de los encuestados considera razonable pagar entre 350 y 450 unidades por el contenedor de basura.

7. ¿Dónde preferiría comprar un bote de basura innovador?



La mayoría de los encuestados prefiere realizar su compra a través de tiendas online, lo que sugiere una tendencia hacia la comodidad y el acceso digital.

8. ¿Ha experimentado problemas con animales (como perros o gatos) que interfieren con su bote de basura o con la contención de residuos?



Los datos muestran que una mayoría significativa de los encuestados (64%) ha tenido algún grado de problema con animales, desde ocasional hasta siempre. Esto podría indicar una necesidad clara de soluciones que aborden esta situación.

9. ¿Qué medio publicitario suele usted consultar?



Los datos reflejan que una clara mayoría de los encuestados prefiere el Internet como su principal medio publicitario, muy por encima de los medios tradicionales como la televisión o las revistas.

10. ¿Dónde sería cómodo para usted adquirir el bote de basura propuesto?



La mayoría de los encuestados encuentra más cómodo adquirir el bote de basura en tiendas de materiales, seguido por otras opciones y, finalmente, tiendas de autoservicio.

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento favorable del mercado hacia el producto. Las gráficas de encuesta indican que:

El 40% de los encuestados desecha principalmente residuos reciclables y el 38% residuos orgánicos. El 50% prefiere adquirir el producto en línea.

Un 64% ha tenido problemas con animales que interfieren con su basura, validando la necesidad de una tapa hermética y estructura estable.

El precio ideal fue de entre \$350 y \$450 pesos, lo cual coincide con el precio de venta proyectado de \$345.63 MXN.

En términos de ingeniería del proyecto, se determinó que el Takt Time es adecuado para producir 81 unidades semanales, considerando una demanda anual de 3,883 unidades. El Programa Maestro de Producción prevé tres lotes mensuales de 115 unidades.

La localización óptima seleccionada fue Tampico, Tamaulipas, por su infraestructura de transporte y políticas de sostenibilidad. La micro localización elegida fue la Colonia Petrolera, con mayor puntuación en servicios, acceso y conectividad.

CONCLUSIONES.

El proyecto CILIFLEX representa una propuesta viable tanto técnica como comercialmente. Se ha validado su aceptación en el mercado meta mediante herramientas cuantitativas y cualitativas. El producto propuesto resuelve múltiples problemáticas del manejo de residuos: derrames, contacto con animales, inestabilidad y falta de opciones sustentables.

Gracias al uso de materiales reciclados y a un diseño funcional e innovador, se promueve una cultura de consumo responsable. Las proyecciones financieras y logísticas muestran rentabilidad en el primer semestre, con un margen estimado del 25%.

Además, la implementación del proyecto en Tampico optimiza la cadena de suministro y distribución regional. La estrategia de comercialización híbrida asegura un mayor alcance, especialmente en plataformas digitales. Finalmente, el proyecto se alinea con el ODS 11 y con los principios del PRONACE, consolidando su pertinencia en términos sociales, ambientales y económicos.

Finalmente, el desarrollo del producto aporta una solución que trasciende el ámbito comercial. Representa una oportunidad para fomentar prácticas urbanas más limpias, resilientes y tecnológicamente apropiadas. Se espera que su implementación impulse un cambio de paradigma en la forma en que se conciben y utilizan los productos de gestión de residuos en México.

REFERENCIAS

Alexa (2022). Contaminación por basura y sus consecuencias. Revista Ambiental.

Basura Banko (2023). Contenedor cilíndrico para residuos separados. Revista Innovación.

BG González Pinza (2021). Bote de basura de acero inoxidable 40 Litros. CONSANH. <https://consanhigdl.com.mx/products/bote-de-basura-de-acero-inoxidable-40-litros>

Boletín De Noticias (2024, abril 27). Botes De Basura Para Interiores. <https://www.botesdebasuramex.com.mx/217-botes-de-basura-para-interiores>

CONAHCYT. (2021). Día Mundial del Medio Ambiente. SECIHTI. <https://secihti.mx/dia-mundial-del-medio-ambiente/>

- Days Abroad (2024). Matamoros – Tamaulipas, México. <https://7daysabroad.com/matamoros-tamaulipas-mexico/>
- Emprendiendo, T. (2024, mayo 2). Guía completa para crear un canal de distribución de un producto. <https://triunfaemprendiendo.com/como-hacer-un-canal-de-distribucion-de-un-producto/>
- Enlight (2024). Los principales problemas ambientales de México. <https://www.enlight.mx/blog/alerta-ambiental-los-principales-problemas-ambientales-de-mexico>
- EY (2024). Centro de Impacto Sostenible. https://www.ey.com/es_mx/services/sustainable-impact-hub
- Gilos, F. (2024). Compactador de basura. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).
- INEGI (2023). Estructura económica de Tamaulipas, en síntesis. <https://www.inegi.org.mx>
- OMPI (2023). Contenedor de basura, solicitud MX2023007723. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.
- V. Manuel (2021). Contenedor SULO de 1100 L. ASECA. <https://aseca.com/producto/contenedor-1100-l/>

CULTIVATEC, TALLER DE CAPACITACIÓN COMO PRÁCTICA SOLIDARIA DE HONGOS COMESTIBLES

Montserrat Acosta Cadenas¹

Juana Fabiola Jiménez Flores²

Daniel Utrera López³

Ramiro Sánchez Uranga⁴

RESUMEN

Cultivatec es un proyecto desarrollado en el Instituto Tecnológico de Ursulo Galvan, tiene origen en 2024 al nacer la idea de dar forma a la Capacitación de manera solidaria, capacitando a personas y comunidades en la producción sustentable de hongos comestibles del tipo *Pleurotus*; en la cual se pueda intervenir en problemáticas de pobreza y hambre desde diferentes perspectivas moderadoras. La capacitación está diseñada para ser accesible, práctica y replicable, y está dirigida principalmente a jóvenes, mujeres, personas desempleadas, emprendedores sociales y comunidades interesadas en la soberanía alimentaria y el desarrollo local.

El objetivo es enseñar de forma sencilla cómo cultivar hongos usando materiales reciclables y de bajo costo, como residuos agrícolas, cartón o aserrín. Se promueve así una alternativa alimentaria saludable, económica y ecológica.

Esta iniciativa se enmarca en la Economía Social y Solidaria, lo que implica que busca generar beneficios colectivos, fortaleciendo la organización comunitaria, promover el cuidado ambiental y fomentar emprendimientos con impacto social.

Palabras Clave: hongos comestibles, capacitación, economía social y solidaria.

ABSTRACT

Cultivatec is a project developed at the *Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván*. It was conceived in 2024 with the purpose of establishing a solidarity-based training model aimed at individuals and communities in the sustainable production of edible mushrooms of the *Pleurotus* genus. This initiative seeks to contribute to the mitigation of poverty and hunger through diverse and integrative approaches.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. montserrat.ac@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. juana.jf@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. daniel.ul@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. ramiro.su@ugalvan.tecnm.mx

The training program is structured to be accessible, practical, and replicable. It is primarily directed toward young people, women, unemployed individuals, social entrepreneurs, and communities interested in food sovereignty and local development.

Its main objective is to provide straightforward methodologies for mushroom cultivation by employing recyclable and low-cost materials, including agricultural residues, cardboard, and sawdust. In this way, the program fosters the adoption of a healthy, affordable, and environmentally sustainable food alternative.

This initiative is framed within the principles of the Social and Solidarity Economy, which emphasize the generation of collective benefits, the strengthening of community organization, the promotion of environmental stewardship, and the encouragement of socially impactful entrepreneurship.

Keywords: edible mushrooms, training, social and solidarity economy.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, muchas personas interesadas en la producción de hongos *Pleurotus* carecen de información accesible y práctica sobre el proceso de cultivo. La mayoría recurre a videos en internet o a información empírica, lo que a menudo genera problemas como baja productividad, contaminación de los cultivos y desconocimiento sobre el manejo postcosecha.

Uno de los principales inconvenientes es la falta de capacitación estructurada y basada en ciencia. Las soluciones actuales no siempre abordan aspectos clave como el control de temperatura y humedad, la preparación adecuada del sustrato o la identificación de enfermedades en el cultivo. Esto representa un obstáculo para quienes desean emprender en este sector y dificulta el acceso a un mercado creciente de hongos comestibles. La capacitación CultivaTec ofrece una solución integral mediante formación teórico - práctica impartida por expertos del Instituto Tecnológico del Úrsulo Galván. Su enfoque permite a los participantes aprender desde la selección del sustrato hasta la comercialización del producto final.

Beneficios de la solución:

- Adquisición de conocimientos técnicos confiables.
- Reducción de pérdidas por contaminación o manejo inadecuado.
- Oportunidad de generar ingresos a través de la producción de hongos.
- Contribución a la sustentabilidad mediante el aprovechamiento de residuos agrícolas.

Con esta capacitación, los participantes podrán mejorar su producción y acceder a un mercado en expansión, garantizando la calidad y rentabilidad de su emprendimiento.

Figura 1. Capacitación a Secundaria.



Elaboración Propia.

Localización Geográfica

La mayor parte de las actividades de la capacitación se realizarán dentro del Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván.

MATERIALES Y MÉTODOS

Problemática: En la actualidad, la producción de hongos comestibles tipo *Pleurotus* representa una oportunidad para fortalecer la seguridad alimentaria y la economía local. Sin embargo, muchos productores carecen del conocimiento técnico necesario para optimizar el cultivo, lo que limita su rendimiento y rentabilidad. El desconocimiento sobre los procesos adecuados de inoculación, sustratos, condiciones ambientales y manejo postcosecha puede generar pérdidas económicas y afectar la calidad del producto final. Además, la falta de acceso a capacitación especializada restringe la expansión del cultivo en zonas con alto potencial productivo.

Relevancia del problema: Si no se atiende esta necesidad de formación, se perderá la oportunidad de impulsar una alternativa agroalimentaria sostenible, con beneficios económicos y ambientales. La producción de hongos puede diversificar las fuentes de ingreso, reducir la dependencia de cultivos tradicionales y aprovechar residuos agrícolas como sustratos.

Relación con ejes transversales: Esta problemática se vincula con el desarrollo económico, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. La capacitación en la producción de hongos comestibles contribuye a la generación de empleo, el aprovechamiento de recursos naturales y la promoción de prácticas agrícolas sustentables.

Fuentes confiables: La información utilizada para justificar esta propuesta proviene de estudios técnicos sobre micología aplicada, publicaciones académicas en agroecología y datos de organismos gubernamentales enfocados en el desarrollo rural y la producción sostenible.

Fig 2. Producción de hongos comestibles



Elaboración Propia

CultivaTec es una capacitación comunitaria orientada a la producción sustentable de hongos comestibles del tipo *Pleurotus* (setas u hongos ostra). El proyecto promueve el uso de residuos orgánicos (cartón, paja, aserrín) como sustrato para el cultivo, facilitando el acceso a la producción alimentaria con bajo costo y mínimo impacto ambiental. Se trabaja de forma integral: desde la preparación del material, inoculación, cuidados del cultivo, hasta la cosecha y conservación del hongo. Es una solución pensada para generar soberanía alimentaria, autoempleo y fortalecer redes locales.

Estatus de la solución: El modelo ya ha sido probado con éxito en entornos comunitarios y educativos. Cuenta con un prototipo validado, materiales didácticos y guías prácticas accesibles. No requiere aprobación regulatoria, ya que se basa en técnicas naturales y no industriales. La solución es fácilmente escalable a otras comunidades por su bajo requerimiento tecnológico, y puede implementarse en espacios domésticos o comunitarios.

Riesgos y barreras de implementación: El principal riesgo es la variabilidad en la producción, que depende del clima, la higiene y la calidad del sustrato. Se mitiga con acompañamiento técnico, manuales prácticos y seguimiento. Las metas incluyen lograr cosechas exitosas en el 90% de las personas capacitadas. Entre las barreras, se identifican limitaciones económicas (acceso a materiales), sociales (desconocimiento del consumo de hongos), y tecnológicas (falta de infraestructura). Para enfrentarlas, se promueve la creación de bancos de esporas, el uso de

materiales reciclados, y talleres de sensibilización. La propuesta no presenta barreras legales o ecológicas, y se alinea con principios de la economía social y solidaria.

El proyecto CultivaTec, enfocado en la capacitación para el cultivo de hongos comestibles tipo *Pleurotus*, se clasifica bajo el código SCIAN 111419 – Otros cultivos agrícolas. Su enfoque está alineado con los principios de la Economía Social y Solidaria (ESS), impulsando el trabajo colectivo, la sustentabilidad y la soberanía alimentaria. En México, el mercado de hongos comestibles ha crecido de forma constante, con una demanda en aumento por parte de sectores que priorizan alimentos saludables, sin agroquímicos y de producción local. Existen amplias oportunidades en tianguis agroecológicos, cooperativas, nodos de consumo, comedores comunitarios y emprendimientos sociales. El mercado potencial supera los 3 millones de personas consumidoras, con especial interés en zonas urbanas, regiones indígenas y comunidades organizadas. El crecimiento anual estimado en ventas y producción es de 8% a 10%.

Entre los principales competidores destacan grandes productores como Setas Don Porfirio, Hongos Selectos de México y algunas cooperativas en Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Sin embargo, su enfoque es más industrial o comercial, lo que deja un espacio amplio para proyectos comunitarios como CultivaTec, que priorizan la formación, el autoconsumo y la economía local. El proyecto ofrece una solución de bajo costo, replicable, con impacto social y ecológico positivo. Su implementación permite generar ingresos solidarios, recuperar saberes, y fortalecer redes territoriales en contextos rurales y urbanos. Además, responde a tendencias clave como el veganismo, la agricultura urbana y el consumo responsable.

Fig 3.



RESULTADOS

Como resultado de los talleres impartidos de CultivaTec, es importante resaltar que cada segmento de Mercado observa, analiza y aprende desde diferente perspectiva.

Para lo cual se implementó estas pequeñas ilustraciones para niños pequeños desde primaria para aprender la importancia de los hongos, y trabajar en el posicionamiento de la marca y de la enseñanza aprendizaje para irse de manera paulatina y remota con sus compañeros de clas, dentro del aula y a sus padres, para así ir pudiendo replicar este aprendizaje cada día, y que sus padres posteriormente tomen esta capacitación para que de tal manera se pueda llevar a cabo dentro de sus casas y ver la manera de un emprendimiento para poder apoyar a sostener a sus familias.

Figura 4 . Ilustración para niños.



Elaboración de Propia

REFERENCIAS

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023-CIIU Rev. 4: Tabla comparativa SCIAN México 2023 - CIIU Rev. 4* [Archivo PDF]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/tabla_xvi.pdf
- Mordor Intelligence. (2024, 20 de noviembre). *Fresh mushroom market: Consumption, size, share & industry analysis*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/fresh-mushrooms-market>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (s. f.). *About OECD*.
<https://www.oecd.org/en/about.html>

Repositorio Universitario del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM). (s. f.).
Repositorio Universitario del CRIM, UNAM. <https://ru.crim.unam.mx/>

<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/mushrooms-groceries-fresh-or-chilled-exclmushrooms-of-the-genus-agaricus-and-truffles>

LA NEOFOBIA ALIMENTARIA Y SU EFECTO EN EL CONSUMO DE PRODUCTOS E IMPACTO AMBIENTAL

Erika Dolores Ruiz¹

Julio Fernando Salazar Gómez²

María de Jesús Valdivia Rivera³

Daniel Tejeda Córdoba⁴

Manuel Hernández Cárdenas⁵

RESUMEN

La resistencia a probar diversos alimentos nuevos o desconocidos denominada neofobia, es una de las variables que mayor impacto tiene en el comportamiento consumidor y en el medio ambiente, dificultando el posicionamiento de los productos en el mercado. El objetivo de esta investigación es describir como afecta la neofobia alimentaria en el consumo de productos e impacto ambiental. La metodología utilizada es descriptiva colección de tipo cuantitativa, su diseño es no experimental transeccional, teniendo una muestra por conveniencia teniendo un total de 100 participantes. Los resultados arrojan el consumo de productos y el impacto ambiental no pueden explicarse a partir de la neofobia alimentaria ya que el fenómeno es multidimensional. Las limitaciones recaen que el estudio se enfoca en una muestra poblacional joven en un rango de edad de 18 a 40 años. La relevancia del estudio está enfocada en el aporte al entendimiento del comportamiento consumidor, contribuciones metodológicas en contextos locales y la educación en materia alimentaria.

Palabras claves: Neofobia, consumo, impacto ambiental

ABSTRACT

Resistance to trying new or unfamiliar foods, known as neophobia, is one of the variables that has the greatest impact on consumer behaviour and on the environment, making it difficult to position products in the market. The objective of this research is to describe how food neophobia affects product consumption and environmental impact. The methodology used is descriptive and quantitative, with a non-experimental transectional design and a convenience sample with a total of 100 participants. The results show that product consumption and environmental impact cannot be explained on the basis of

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Erika.dr@tierrablanca.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. juliof.sg@tierrablanca.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. maria.vr@tierrablanca.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. daniel.tc@tierrablanca.tecnm.mx

⁵ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Manuel.hc@tierrablanca.tecnm.mx

food neophobia, as the phenomenon is multidimensional. The limitations lie in the fact that the study focuses on a young population sample in the age range of 18 to 40 years. The relevance of the study is focused on the contribution to the understanding of consumer behaviour, methodological contributions in local contexts and food education.

Keywords: Neophobia, consumption, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

En medio de una crisis ambiental que no ha sido atendida oportunamente y que además no se visualizan estrategias que se enfoquen en soluciones efectivas y contundentes, es que el sistema alimentario global ha sido uno de los principales afectados, mostrando un deterioro ecológico importante y que pone en peligro la permanencia de la humanidad.

Lo anterior trae como consecuencia que la producción alimentos sea cada día más escasa y precaria, especialmente los que provienen de animales, la cual representa una de las actividades con mayor impacto en el uso de recursos, como lo es el agua, degradación del suelo y el efecto invernadero.

Esta dinámica ha generado que los países adopten diversas estrategias, con la finalidad de hacer frente a esta crisis global que el sistema alimentario vive día a día, trayendo como consecuencia grandes desafíos que se correlacionan con la sostenibilidad alimentaria, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad Martínez et al. (2024).

En este sentido, el modelo agroalimentario que actualmente se tiene, ha sustentado su producción en la ganadería intensiva y el monocultivo, dichas actividades son responsables de aproximadamente el 30% de emisiones de gases con efecto invernadero. Aunado al consumo excesivo de agua, la deforestación desmedida y la degradación de los ecosistemas.

Ante esta situación, algunas organizaciones como la FAO (2016), han realizado diversas acciones con el objeto de lograr modificar estos patrones de consumo desmedido, buscando la promoción de cambios en la dieta volviéndolas más sostenibles, recurriendo con ello a proteínas alternativas y sostenibles.

Sin embargo, estas medidas aun no son significativas en la conservación del medio ambiente. La realidad que prevalece se sustenta en el alto consumo de la ganadería, estas demandas tan excesivas obligan a los agricultores a realizar cambios en sus actividades productivas, optando por la cría y derivados de la ganadería.

No obstante, considerando las condiciones actuales y la gravedad del problema antes mencionado, es necesario tomar conciencia de todos los efectos que se están viviendo. Esto obliga a retomar dietas ancestrales y efectivas que garanticen una nutrición importante y sostenible para los individuos Flores

et al. (2023). Sin embargo, el contexto demuestra que existe una gran problemática en la comunidad joven. Presentándose la neofobia alimentaria que se considera una resistencia que las personas presentan a probar productos alimenticios nuevos o completamente distintos a los que comúnmente consumen (Marques et al. 2024).

Esta neofobia alimentaria es una tendencia en poblaciones jóvenes y mayores relacionado con el miedo al riesgo, la cultura (Alemu et al., 2021). Según (Sogari et al., 2022). La evidencia empírica demuestra que los altos niveles de neofobia alimentarias están correlacionados con el deficiente consumo de frutas y verduras y alimentos nuevos. (Onwezen et al., 2021) afirma que en Europa la neofobia alimentaria reduce significativamente la disposición de los individuos a consumir alimentos con impacto ambiental, aun conociendo los beneficios. Provocando que el mercado de productos sostenibles no logre un desarrollo importante que impacte positivamente en el cambio climático.

Ahora bien, desde la percepción ambiental, se visualiza una resistencia a incorporar diversos alimentos que se caracterizan por ser más sostenibles, que propicien el cuidado del agua, el suelo y por ende las emisiones de gases, considerando el efecto invernadero, al mantener en sus preferencias productos con mayor huella ecológica (Poore & Nemecek, 2018). Por lo que la neofobia alimentaria condicionada en gran medida el consumo desde una perspectiva individual ampliándolo a nivel global. Por lo que las personas que tiene una mayor exposición cultural o zonas urbanas con acceso a tener experiencias culinarias han mostrado mayor rechazo hacia los alimentos nuevos (Apostolidis & McLeay, 2021). Según (Vella, 2023), esta tendencia se manifiesta tanto en adultos como en niños al analizar que “los consumidores con alto nivel de neofobia hacia la tecnología alimentaria mostraron una menor aceptación hacia manzanas cubiertas con recubrimientos comestibles”. Por parte de Silva et al. (2022) “la aceptación de carne recubierta con quitosano comestible”. En este contexto, Yildirim y Bellikci-Koyu (2022), “la neofobia se vincula a una evaluación negativa automática basada en emociones y experiencias previas” creando una barrera psicológica.

Mili et al. (2021) encontraron que, “en contextos multiculturales como Grecia, Chipre y Uganda, los niveles de neofobia variaban según el nivel educativo y la familiaridad con los productos”. Por lo tanto, la neofobia representa una de las grandes barreras en materia del comportamiento del consumidor, afectando completamente la decisión de compra (Bastos et al. (2024), y representando una barrera psicológica muy importante. Según Ismail et al. (2024) esto puede ser contrarrestado haciendo uso eficiente del marketing responsable, que contribuye en la disminución de la resistencia inicial.

Dentro de la literatura científica se ha logrado demostrar con evidencia significativa que este tipo de conductas (Barraza, 2025), realmente limita la aceptación de productos alternativos adicionados con insectos o alimentos que están basados en plantas. En esta dinámica estudios como los de (Huerte y

Arce, 2021); Mongeotti y Contreras, (2025) & Guapizaca y Velecela, (2022)) han revelado que la neofobia se asocia a diversos patrones dietéticos que suelen ser más restrictivos y menos variados, por ejemplo, el consumo de ciertas frutas y verduras en niños y adultos en igual cantidad.

El estudiar la neofobia alimentaria, es de gran importancia ya que esta condiciona el comportamiento del consumidor e impide la diversificación de la dieta, e impacta en la adopción de nuevos productos. Superar la neofobia implica intervenciones integrales que incluyan educación nutricional y corresponde a las empresas implementar diversas estrategias enfocadas en eliminar dicha resistencia para lograr que la aceptación de nuevos productos sea exitosa.

Con base en lo anterior es que se plantea como pregunta de investigación ¿Cómo la neofobia alimentaria afecta el consumo e impacto ambiental? El objetivo de investigación establece describir como afecta la neofobia alimentaria en el consumo e impacto ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del lugar

El estudio se realizó en la ciudad de Tierra Blanca, considerando a los jóvenes de 18 años en adelante, los participantes radican en la zona urbana. Tierra Blanca Veracruz, se caracteriza por ser una ciudad donde la actividad comercial es la que prevalece, como segunda actividad se encuentra la primaria. El periodo de investigación inició en enero 2024 y término en febrero 2025.

Enfoque y tipo de investigación

La investigación es de tipo cuantitativa de tipo descriptiva, teniendo como propósito es identificar y caracterizar como la neofobia alimentaria afecta en el comportamiento consumidor y su relación con el impacto ambiental. Se decide un enfoque cuantitativo porque permite medir de forma objetiva las variables. Descriptiva porque busca especificar las propiedades y características del fenómeno objeto de estudio Hernández et al. (2022).

Diseño de la investigación

Esta investigación tiene un diseño no experimental porque no se manipulan las variables (Haro et al. 2024 & Hernández et al., 2022). Transeccional ya que la muestra se aplicó en un solo momento, llevándose el proceso de forma personal y cara a cara. Correlacional porque se busca establecer la relación entre las variables objeto de estudio.

Muestra

La población está compuesta por consumidores locales a partir de 18 años en adelante, pertenecientes a la zona urbana de la ciudad de Tierra Blanca, debido a que cumplen la condición de estar expuestos a diversos productos, tanto innovadores como tradicionales. Basados en esta característica se decide

un muestreo no probabilístico por conveniencia (Field, 2020 & Herrera et al. 2021), integrada por 100 participantes.

Instrumento de recolección de datos

El cuestionario utilizado para la recolección de datos se encuentra validado por (Ocampo, 2020), el cual contempla 30 ítems en escala tipo Likert. Su aplicación fue cara a cara con el instrumento en físico.

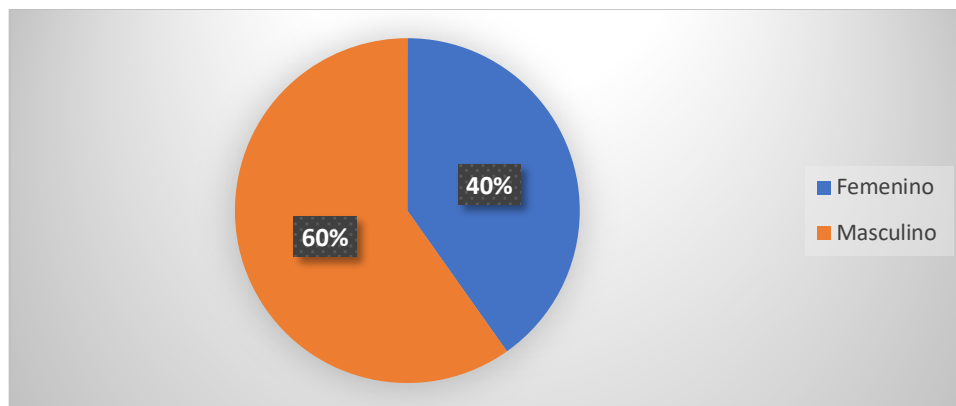
Análisis de datos

Los datos se procesaron mediante el software SPSS 25, el tratamiento estadístico se basó en el objetivo de investigación, empleándose estadística descriptiva (media, desviación estándar) y estadística inferencial, para determinar la relación de variables de empleo una correlación de Pearson (Onwezen et al. (2021) y La Barbera et al. (2023).

RESULTADOS

Para poder describir como afecta la neofobia alimentaria en el consumo e impacto ambiental se muestra en primer lugar la caracterización demográfica de los participantes. En cuanto al género en la figura 1 se muestra que el 60% corresponde al género masculino y el 40% son del género femenino.

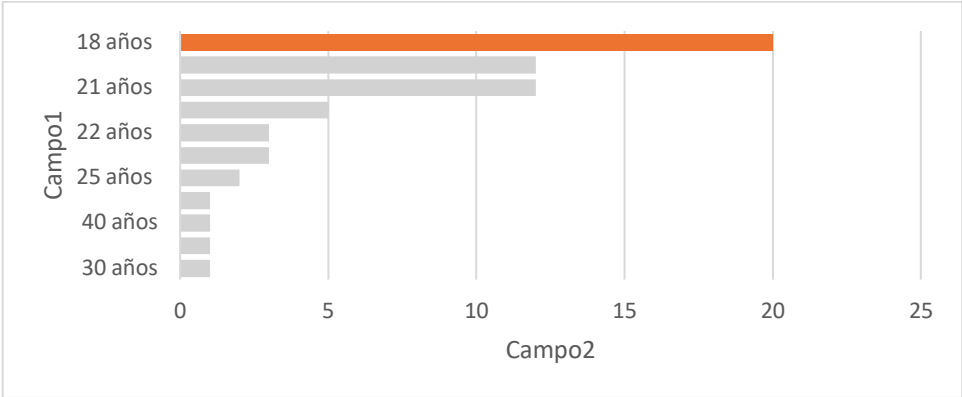
Figura 1. Caracterización de la muestra por género.



Fuente: Propia

Se visualiza que la mayoría de los participantes se encuentran entre 18 y 20 años, en según lugar de 21 a 23 años. La muestra está caracterizada por población relativamente joven, en donde la menor edad es 18 años y la máxima 40 años (figura 2).

Figura 2. Edad de la muestra participante



Fuente: Propia

Se analizaron a 100 participantes para determinar cuál es la tendencia central y de dispersión con relación a la neofobia alimentaria, el consumo de productos y el impacto ambiental, los resultados muestran que la neofobia alimentaria presentó una media de 2.35 en una escala de 1 a 3 indicando una tendencia moderada a evitar alimentos nuevos o desconocidos. La dispersión se considera baja debido a que refleja homogeneidad en las respuestas, al ubicarse los participantes entre los valores 2 y 3 sin haber evidencia de puntuaciones mínimas. Con relación a la variable consumo de productos la media es de 2.58 indicando una frecuencia moderada, mostrando una mayor variabilidad en las respuestas en comparación con la neofobia alimentaria, indicando una influencia en la accesibilidad, hábitos o valores personales relacionada con las decisiones de consumo. Por último, la variable impacto ambiental refleja una media de 2.02 situándose más cerca del valor mínimo de la escala, reflejando que los participantes no perciben un impacto ambiental significativo en sus decisiones de consumo. También se observa que es la variable con mayor dispersión, exponiendo una mayor dispersión que se traduce a una diversidad de opiniones entre los encuestados (tabla 1). Los hallazgos sugieren que existe cierta reticencia a probar nuevos alimentos, el consumo no se ve fuertemente limitado y el impacto ambiental relacionado con el consumo es incipiente.

Tabla 1. Estadístico descriptivo las variables objeto de estudio

	N	Rango	Mínimo	Máxim o	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Neofobia	100	1	2	3	235	2.35	.479	.230
Consumo	100	2	1	3	228	2.28	.570	.325
ImpactoAmb	100	2	1	3	202	2.02	.635	.404
N válido (por lista)	100							

El análisis de regresión lineal muestra que el coeficiente de correlación fue de .044 indicando una relación positiva débil entre las variables neofobia alimentaria y consumo de productos. El coeficiente de determinación (R^2) tiene un valor de .002 siendo este no significativo. El error estándar de la estimación fue de .572 el cual representa una magnitud de error considerable en relación con la escala utilizada (1 a 3) esto sugiere que la predicción del consumo a partir de la neofobia es imprecisa, en general la neofobia alimentaria no es un factor predictor significativo del nivel de consumo.

Tabla 2. Modelo de regresión lineal neofobia alimentaria vs consumo de productos.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.044 ^a	.002	-.008	.572

a. Predictores: (Constante), Neofobia

Los resultados del ANOVA confirman que la regresión no es significativa $F(1, 98) = 0.193, p = .661$) por lo tanto, la neofobia no contribuye de forma significativa a explicar las variaciones en el consumo dentro del modelo planteado. Por lo que es importante considerar otras variables para poder identificar cuáles son los factores que más impactan en el comportamiento de consumo de productos en los participantes, debido a que los propuestos no son significativos.

Tabla 3. Análisis anova

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	.063	1	.063	.193	.661 ^b
Residuo	32.097	98	.328		
Total	32.160	99			

a. Variable dependiente: Consumo

b. Predictores: (Constante), Neofobia

Con relación a la variable neofobia e impacto ambiental en la tabla 4 se puede observar que el modelo indica un coeficiente de correlación (**R**) de **.176**, esto significa la existencia de una relación positiva débil entre las variables: a mayor neofobia, ligeramente mayor percepción del impacto ambiental. El coeficiente de determinación (**R²**) es de **.031**, esto explica que la neofobia alimentaria muestra solo el **3.1% de la varianza** en la percepción del impacto ambiental. **R² ajustado** es de **.021**, confirmando que el modelo tiene baja capacidad predictiva y que el ajuste del modelo es limitado. En función del error estándar de la estimación este arrojó un valor de **0.629**, representando una magnitud de error moderada respecto a la escala empleada (1 a 3), lo cual sugiere que las predicciones individuales del modelo presentan cierta inexactitud (tabla 4). Debido a las características del modelo la neofobia alimentaria no es un predictor fuerte del impacto ambiental, percibido por los encuestados. Esto indica

que podrían existir otros factores como el nivel educativo, valores ambientales o tipo de productos que podrían influir significativamente.

Tabla 4. Modelo de regresión lineal neofobia alimentaria vs impacto ambiental.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.176 ^a	.031	.021	.629

a. Predictores: (Constante), Neofobia

El análisis de varianza del modelo propuesto (tabla 4), sugiere un coeficiente B no estandarizado para neofobia es 0.233, indicando que, por cada unidad de incremento en la neofobia, se espera un aumento promedio de 0.233 unidades en la percepción del impacto ambiental, manteniendo constante el resto del modelo. El coeficiente Beta estandarizado = 0.176 sugiere una relación positiva débil entre las dos variables. Con relación a el valor $t = 1.768$ con una significancia $p = .080$ indica que esta relación no es estadísticamente significativa al nivel convencional de $\alpha = .05$, aunque se aproxima al umbral de significación, lo que podría considerarse una tendencia débil o un efecto marginal. En general se visualiza una relación positiva entre neofobia e impacto ambiental percibido, sin embargo, este no es significativo porque la neofobia alimentaria no es un predictor significativo del impacto ambiental en los participantes

Tabla 5. Análisis de varianza

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes ^a estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.
1 (Constante)	1.473	.316		4.659	.000
Neofobia	.233	.132	.176	1.768	.080

a. Variable dependiente: ImpactoAmb

b. Predictores: (Constante), Neofobia

DISCUSIONES

Los resultados de esta investigación ofrecen hallazgos importantes en torno al papel de la neofobia alimentaria en las decisiones de consumo de productos y la percepción del impacto ambiental.

Como primer punto es necesario destacar que el análisis descriptivo mostró que los niveles de neofobia alimentaria son moderados ($M = 2.35$ en una escala de 1 a 3), lo que indica que los participantes presentan cierta resistencia a probar alimentos nuevos, aunque sin llegar a niveles

extremos. Este resultado concuerda con estudios previos que indican que la neofobia es una respuesta común frente a la incertidumbre alimentaria, especialmente en contextos donde los productos no son familiares (Pliner & Hobden, 1992; Damsbo-Svendsen et al., 2017).

El consumo de productos muestra un resultado moderado ($M = 2.28$), mientras que la percepción del impacto ambiental es baja en promedio ($M = 2.02$), aunque con una dispersión mayor, lo que sugiere una diversidad de posturas sobre el tema ambiental. Esta diversidad (Hughner et al., 2007) puede deberse a diferencias en el nivel de alfabetización ambiental o en la importancia que los individuos otorgan a la sostenibilidad en sus decisiones de compra.

No obstante, los modelos de regresión lineal, evidenciaron que la neofobia alimentaria no es un predictor significativo del consumo de productos) refiriendo que la neofobia no explica de forma relevante las decisiones de consumo en esta muestra, lo que coincide con investigaciones que argumentan que el comportamiento alimentario es un fenómeno complejo, influido por múltiples factores más allá de la simple aceptación de lo nuevo como lo indican los resultados de (Rozin, 2007; Köster & Mojet, 2007).

Respecto a la relación entre neofobia alimentaria e impacto ambiental percibido, el modelo presentó una relación positiva débil. Aunque el resultado no alcanza significancia estadística al nivel del 5%, se observa una tendencia marginal, que podría indicar un posible vínculo incipiente: las personas con mayor neofobia podrían estar desarrollando cierta conciencia del impacto ambiental, aunque de manera no concluyente. Este hallazgo puede interpretarse a la luz de teorías de (Siegrist & Hartmann, 2020) que relacionan la resistencia al cambio con actitudes de protección o precaución, incluso en contextos de sostenibilidad.

Estos resultados sugieren que la neofobia, en este caso, no actúa como barrera directa al consumo, pero tampoco contribuye significativamente a fomentar una conciencia ambiental activa. Esto respalda la necesidad de considerar otras variables —como el diseño del empaque, las creencias culturales, el nivel educativo, o la información disponible sobre sostenibilidad en el análisis del comportamiento del consumidor como lo revelan en sus investigaciones (Verain et al., 2015; Aschemann-Witzel et al., 2013).

CONCLUSIONES

El estudio logró mostrar que la neofobia alimentaria no representa un predictor significativo del consumo de productos en la muestra analizada. A pesar de presentar un nivel moderado en la población ($M = 2.35$), los análisis de regresión y ANOVA mostraron que no influye de forma estadísticamente significativa en el consumo de productos. Esto indica que la resistencia a probar

alimentos nuevos no necesariamente se traduce en una reducción del consumo de productos, al menos no de manera directa.

En función de la percepción del impacto ambiental es baja y dispersa entre los participantes lo que refleja que no existe una conciencia ambiental homogénea. Este hallazgo puede limitar el posicionamiento y la aceptación de productos sostenibles, lo que plantea retos importantes para las estrategias de comunicación ambiental y mercadotecnia ecológica.

El modelo de regresión que analiza el efecto de la neofobia sobre el impacto ambiental mostró una tendencia positiva débil y marginalmente significativa ($p = .080$). Aunque no se alcanzó significancia estadística, se sugiere que podría existir una relación incipiente entre la reticencia a los alimentos nuevos y una mayor percepción del impacto ambiental. Este hallazgo requiere validación en futuras investigaciones con mayor poder estadístico o diseño multivariado.

En general los resultados evidencian que el consumo de productos no puede explicarse únicamente a partir de la neofobia alimentaria, ya que este fenómeno es multidimensional. En este sentido factores como el diseño del empaque, los valores culturales, la información disponible, el nivel educativo y las actitudes hacia la sostenibilidad podrían tener un papel más determinante y deben ser considerados en estudios posteriores.

Finalmente, los hallazgos subrayan la importancia de educar al consumidor y fomentar el pensamiento crítico ambiental, particularmente en contextos donde se busca promover alternativas alimentarias sostenibles. La baja percepción del impacto ambiental identificada en este estudio podría limitar los avances hacia un consumo más responsable, si no se abordan mediante estrategias de intervención y comunicación efectivas.

REFERENCIAS

- Alemu, M. H., Olsen, S. B., Vedel, S. E., Pambo, K. O., & Owino, V. O. (2021). Consumer acceptance and willingness to pay for edible insects as food in Kenya: The role of information and pricing. *Food Quality and Preference*, 94, 104296. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104296>
- Apostolidis, C., & McLeay, F. (2021). Should we stop meat eating like this? Reducing meat consumption through substitution. *Food Policy*, 99, 101915. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101915>
- Aschemann-Witzel, J., Maroscheck, N., & Hamm, U. (2013). Are organic consumers preferring or avoiding foods with nutrition and health claims? *Food Quality and Preference*, 30(1), 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.01.004>

- Bastos Marques, D. V.; García- Rezende, E; da Cruz Della Torre, A. C; da Souza e Silva, T.G; Goncalves, A.P; da Silva, L.A; C. D; Aguiar Toloni, M.H y Braga Lima., D (2024). Estado Nutricional e Neofobia Alimentar de Crianças e Adolescentes Atendidos por Organização Não Governamental. Revista Psicologia E Saúde, 16(2), e16402477. <https://doi.org/10.20435/pssa.v16i1.2477>
- Barraza Macías, A. (2025). Funcionamiento familiar y neofobia generalizada. Análisis de su relación en una población estudiantil mexicana. IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH, 16, e2103. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v16i0.2103
- Damsbo-Svendsen, M., Frøst, M. B., & Olsen, A. (2017). A review of instruments developed to measure food neophobia. **Appetite**, 113, 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.036>
- Field, A. (2020). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5.ª ed.). SAGE Publications.
- Flores-Ávila, Y.M; Palomino-Quispe, L.P y Flores-Luna, J.M y Miranda-Bailón, D.I. (2023). Neofobia alimentaria y perfil nutricional en preescolares que acuden a un Centro de Salud. (2023). Nutrición Clínica Y Dietética Hospitalaria, 43(4). <https://doi.org/10.12873/434flores>
- Guapizaca Bermeo, J.L. Velecela Fajardo, P.N. (2022) “Efectos del consumo de alimentos ultra procesados en escolares. Revisión Sistemática” . Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12979>
- Haro Sarango, A. F., Chisag Pallmay, E. R., Ruiz Sarzosa, J. P., & Caicedo Pozo, J. E. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades 5 (2), 956 – 966. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1927>
- Herrera, Paulina, Gálvez, Patricia, Cuevas, Carla, & Sanhueza, Dégica. (2021). An approach to the nutritional literacy, evaluation of the nutritional status and food quality in a convenience sample of women from neighborhoods with multidimensional poverty. Revista chilena de nutrición, 48(5), 748-757. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182021000500748>
- Hernández-Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P., & Baptista Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hughner, R. S., McDonagh, P., Prothero, A., Shultz II, C. J., & Stanton, J. (2007). Who are organic food consumers? Journal of Consumer Behaviour, 6(2-3), 94–110. <https://doi.org/10.1002/cb.210>
- Huete-Córdova MA, Arce-Martino MD. Trastorno de evitación y restricción de la ingesta de alimentos (ARFID) con síntomas obsesivos en un niño con Trastorno del Espectro Autista. A propósito de un caso. diagnostico [Internet]. 2 de octubre de 2021 [citado 24 de junio de 2025];60(3):150-5. isponible en: <https://revistadiagnostico.fihu.org.pe/index.php/diagnostico/article/view/304>

- Ismail, W. R. W., Che Ahmat, N. H., Ramli, R. A., Handajani, S., & Ngelambong, A. (2024). Pushing the boundaries of food product innovation acceptance: The mediating role of food neophobia and food technology neophobia in Malaysia. *Information Management and Business Review*, 16(3S), 18–29. [https://doi.org/10.22610/imbr.v16i3\(I\)S.3954](https://doi.org/10.22610/imbr.v16i3(I)S.3954)
- Köster, E. P., & Mojet, J. (2007). Theories of food choice development. In L. Frewer & H. van Trijp (Eds.), *Understanding consumers of food products* (pp. 93–124). Woodhead Publishing.
- La Barbera, F., Verneau, F., Amato, M., & Grunert, K. G. (2023). Understanding the role of food neophobia and openness to different cultures in sustainable food consumption. *Appetite*, 181, 106382. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106382>
- Martínez Juárez, M., Ramírez, A. G., & Vega Noriega, D. A. (2024). ¿Qué Motiva a Comer Fuera de Casa? Un Estudio sobre Neofobia Alimentaria y Comportamiento de Consumo. *Estudios Contemporáneos En Marketing Y Consumo*, 2(1). Recuperado a partir de <https://marketingyconsumo.unison.mx/index.php/ecmc/article/view/8>
- Marques, D. V. B. ., Rezende, E. G. ., da Cruz Della Torre, A. C. da C. D. ., Silva, T. G. de S. e, Gonçalves, A. P. ., da Silva, L. A., Toloni, M. H. de A., & Lima, D. B. . (2025). Estado Nutricional e Neofobia Alimentar de Crianças e Adolescentes Atendidos por Organização Não Governamental. *Revista Psicologia E Saúde*, 16(2), e16402477. Mongeotti, P.& Contreras. G.(2025).La alimentación intuitiva como indicador de salud mental positiva y bienestar infantil: mirada desde la psicología y el modelo salutogénico. *Revista Pensamiento Científico Latinoamericano*, 4(7), 144-156 <https://doi.org/10.20435/pssa.v16i1.2477>
- Mili, S., Lyness, E., & Papadakis, A. (2021). Novel Foods and Neophobia: Evidence from Greece, Cyprus, and Uganda. *Resources*, 11(1), 2. <https://doi.org/10.3390/resources11010002>
- Ocampo Cadena, J. A. (2020). Percepciones sobre el consumo de insectos como sustituto de las fuentes de proteínas tradicionales en los consumidores hispanohablantes. *Revista Kavilando*, 12(2), 413-428. Obtenido de <https://kavilando.org/revista/index.php/kavilando/issue/archive>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016). *El trabajo de la fao sobre el cambio climático*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3686ab8b-c76e-45c8-a81f-0c546f4b4037/content>
- Onwezen, M. C., Bouwman, E. P., Reinders, M. J., & Dagevos, H. (2021). A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. *Appetite*, 159, 105058. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105058>

- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
- Pliner, P., & Hobden, K. (1992). Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, 19(2), 105–120. [https://doi.org/10.1016/0195-6663\(92\)90014-W](https://doi.org/10.1016/0195-6663(92)90014-W)
- Rozin, P. (2007). Food choice: An introduction. In H. L. Meiselman (Ed.), **Dimensions of the meal: The science, culture, business, and art of eating** (pp. 3–17). Aspen Publishers.
- Siegrist, M., & Hartmann, C. (2020). Consumer acceptance of novel food technologies. *Nature Food*, 1(6), 343–350. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0094-x>
- Silva, C. F., Bovi Karatayev, A. A., de Castro, W. F., & Bovi Karatayev, A. (2022). Acceptance and purchase intention of meat with edible coating: The role of food neophobia. *Meat Science*, 192, 108000. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108000>
- Sogari, G., Mora, C., Menozzi, D., & Pellegrini, N. (2022). The effect of food neophobia in promoting edible insect consumption: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 120, 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.002>
- Vella, S. (2023). Consumer acceptance of edible coatings on apples: The role of food technology neophobia, information, and familiarity. *Food Quality and Preference*, 112, 105024. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105024>
- Verain, M. C. D., Dagevos, H., & Antonides, G. (2015). Sustainable food consumption. *Appetite*, 91, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.03.013>
- Yildirim, A., & Bellikci-Koyu, E. (2022). A narrative review on food neophobia throughout the lifespan: An emotional-cognitive-sensory perspective. *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1017/S0007114522000013> *Preference*, 112, 105024. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105024>

PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO CON SEMILLA DE MAIZ

Daniel Bello Parra¹

Félix Murrieta Domínguez²

Alberto Ceballos³

Jesús Eduardo Hernández Cortes⁴

RESUMEN

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) se presenta como una alternativa viable frente a las limitaciones de la producción tradicional de forraje en zonas áridas y semiáridas, donde la escasez de lluvia, la baja calidad de los suelos y la limitada disponibilidad de agua afectan el rendimiento agrícola. Con el propósito de evaluar la producción y rentabilidad de esta técnica, se desarrolló un proceso experimental de FVH de maíz en los invernaderos del Instituto Tecnológico Superior de Perote. Para ello se seleccionaron semillas de maíz de la región, sometidas a un tratamiento de pre-germinación con agua y cal, seguido de un remojo adicional en agua limpia. Posteriormente, se sembraron 48 charolas desinfectadas con 700 gramos de semilla cada una, cubiertas con nailon para favorecer la germinación inicial y con un sistema de riego automatizado programado en intervalos de tres y luego cuatro horas. Durante el ciclo de producción se incorporó una solución nutritiva para optimizar el crecimiento, y al día 16 se llevó a cabo la cosecha. El rendimiento alcanzado fue de 85.445 kg de forraje a partir de 34 kg de semilla seca, lo que, considerando un costo de \$340 pesos por semilla y un precio de venta de \$22 por kilogramo de forraje, generó una ganancia neta de \$1,540 pesos. Estos resultados demuestran que el FVH no solo es una técnica productivamente eficiente y económicamente rentable, sino también una opción sostenible para garantizar el suministro de alimento de calidad para el ganado, contribuyendo al fortalecimiento de las prácticas agropecuarias en contextos con limitaciones climáticas y de recursos.

Palabras clave: Forraje verde hidropónico, maíz, producción sustentable, agropecuaria, rentabilidad.

ABSTRACT:

Hydroponic Green Forage (HGF) is presented as a viable alternative to address the limitations of traditional forage production in arid and semi-arid areas, where scarce rainfall, poor soil quality, and

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. daniel.bello@perote.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. felix.murrieta@perote.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. alberto.ceballos@perote.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. doc-206@perote.tecnm.mx

limited water availability affect agricultural yields. To evaluate the production and profitability of this technique, an experimental process for HGF maize was developed in the greenhouses of the Instituto Tecnológico Superior de Perote. Maize seeds from the region were selected and subjected to a pre-germination treatment with water and lime, followed by an additional soaking in clean water. Forty-eight disinfected trays containing 700 grams of seed each were then sown, covered with nylon to promote initial germination, and operated using an automated irrigation system programmed at three- and then four-hour intervals. A nutrient solution was added during the production cycle to optimize growth, and harvesting took place on day 16. The yield achieved was 85,445 kg of forage from 34 kg of dry seed, which, considering a cost of \$340 pesos per seed and a sales price of \$22 per kilogram of forage, generated a net profit of \$1,540 pesos. These results demonstrate that FVH is not only a productively efficient and economically profitable technique, but also a sustainable option for ensuring the supply of quality feed for livestock, contributing to the strengthening of agricultural practices in contexts with climatic and resource limitations.

Keywords: Hydroponic green fodder, corn, sustainable production, agriculture, profitability.

INTRODUCCIÓN:

La alimentación del ganado es un factor determinante en la productividad del sector agropecuario, sin embargo, en México y en diversas partes del mundo existen limitaciones significativas para producir forraje de manera tradicional. Las regiones áridas y semiáridas enfrentan problemas como la escasez de lluvias, suelos con baja fertilidad y agua de riego de calidad limitada, lo cual reduce considerablemente la disponibilidad de alimento para el ganado y afecta tanto la calidad nutricional como la estabilidad económica de los productores. Estas condiciones han impulsado la búsqueda de alternativas que permitan garantizar el abasto continuo y seguro de forraje.

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) surge como una opción innovadora y sostenible para enfrentar esta problemática, pues no requiere suelo agrícola, utiliza cantidades reducidas de agua y genera un alimento fresco y de alto valor nutritivo en periodos cortos de tiempo. Además, este sistema se sustenta en principios de la agricultura hidropónica, lo que permite un mayor control de las condiciones de crecimiento, disminuyendo los riesgos asociados a plagas y cambios climáticos. El FVH representa un recurso estratégico para incrementar la seguridad alimentaria en la producción pecuaria, mejorar la eficiencia en el uso de recursos naturales y aportar beneficios económicos directos a los productores al aumentar la rentabilidad.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de la producción de FVH de maíz en los invernaderos del Instituto Tecnológico Superior de Perote. Para

ello, se documenta de manera detallada el proceso de producción, desde la preparación de la semilla hasta la cosecha, así como los resultados obtenidos en términos de rendimiento y rentabilidad. Con este análisis se busca aportar evidencia empírica que respalde el uso del FVH como una alternativa sustentable para la alimentación del ganado, contribuyendo al desarrollo de prácticas agropecuarias más eficientes y resilientes en entornos con limitaciones agroclimáticas.

Forraje Verde Hidropónico: El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal que se obtiene a partir de la germinación y crecimiento de semillas de cereales. El FVH es de alta digestibilidad, calidad nutricional y es apto para la alimentación animal. (Juárez et.al, 2013).

Producción sustentable: La producción sustentable se refiere a un enfoque de producción, distribución y consumo de alimentos que tiene en cuenta los aspectos ambientales, sociales y económicos a lo largo de toda la cadena alimentaria. El objetivo principal de la alimentación sustentable es satisfacer las necesidades alimentarias de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. (Gundo,2022)

Rentabilidad sustentable: Es un programa de trabajo integral que permite mejorar los ingresos económicos de una empresa cafetalera a través de la implementación de un sistema agronómico productivo, optimizando el uso adecuado de los recursos en tiempo y forma, buscando que los productores logren alcanzar beneficios tangibles y sostenibles en aspectos económicos, sociales y ambientales (Anacafé 2024).

Innovación: La palabra “innovación” se deriva del verbo latino innovare, que significa renovar. En esencia, este término ha conservado su significado hasta hoy. A su vez, significa mejorar o reemplazar algo, por ejemplo, un proceso, un producto o un servicio. (Autónoma, 2022).

METODOLOGÍA:

Localización y área de estudio

La investigación se llevó a cabo en los invernaderos del Instituto Tecnológico Superior de Perote, ubicado en el municipio de Perote, Veracruz, México. Esta zona se caracteriza por presentar condiciones climáticas templadas con temporadas de lluvias escasas, lo que la hace adecuada para evaluar alternativas de producción de forraje como el sistema hidropónico.

Materiales y equipos

1. Semilla de maíz proveniente de la región de Perote (34 kg en total).
2. Charolas de germinación (48 unidades).
3. Solución de agua con cal (50 g por cada 20 L de agua).

4. Solución nutritiva (700 g disueltos en agua).
5. Cloro doméstico para desinfección de charolas (1 mL/L de agua).
6. Estantes metálicos recubiertos con nailon negro.
7. Sistema automatizado de riego programable.
8. Dos tinacos: uno con agua limpia y otro con solución nutritiva.

Periodo de realización

El proceso experimental se desarrolló entre el 27 de agosto y el 12 de septiembre, comprendiendo un ciclo completo de producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz desde la pre-germinación hasta la cosecha.

Métodos y técnicas empleadas

1. Selección y pre-germinación de semillas: Las semillas fueron sumergidas durante 24 horas en agua con cal (100 g en 40 L), oxigenadas por 30 minutos y posteriormente remojadas 24 horas más en agua limpia.
2. Siembra en charolas: Se sembraron 700 g de semilla en cada una de las 48 charolas previamente desinfectadas con cloro, utilizando un total de 34 kg de semilla seca.
3. Condiciones de germinación: Las charolas fueron cubiertas con nailon para mantenerlas en oscuridad y estimular un crecimiento rápido.
4. Riego automatizado: El sistema se programó inicialmente para activarse cada 3 horas y posteriormente cada 4 horas, con supervisión diaria a cargo de alumnos de Ingeniería Industrial.
5. Nutrición: A partir del 4 de septiembre se reemplazó el tinaco de agua por uno con solución nutritiva disuelta.
6. Monitoreo y control: Se conformaron equipos de dos personas para verificar diariamente el funcionamiento del sistema de riego y el estado del cultivo.

Diseño experimental

Se cultivó semilla de maíz bajo condiciones hidropónicas, con un único ciclo de producción y control de variables ambientales mediante el sistema de riego automatizado y la cobertura plástica durante la germinación. El rendimiento se evaluó al momento de la cosecha, considerando el peso total de forraje obtenido y el análisis económico correspondiente.

RESULTADOS:

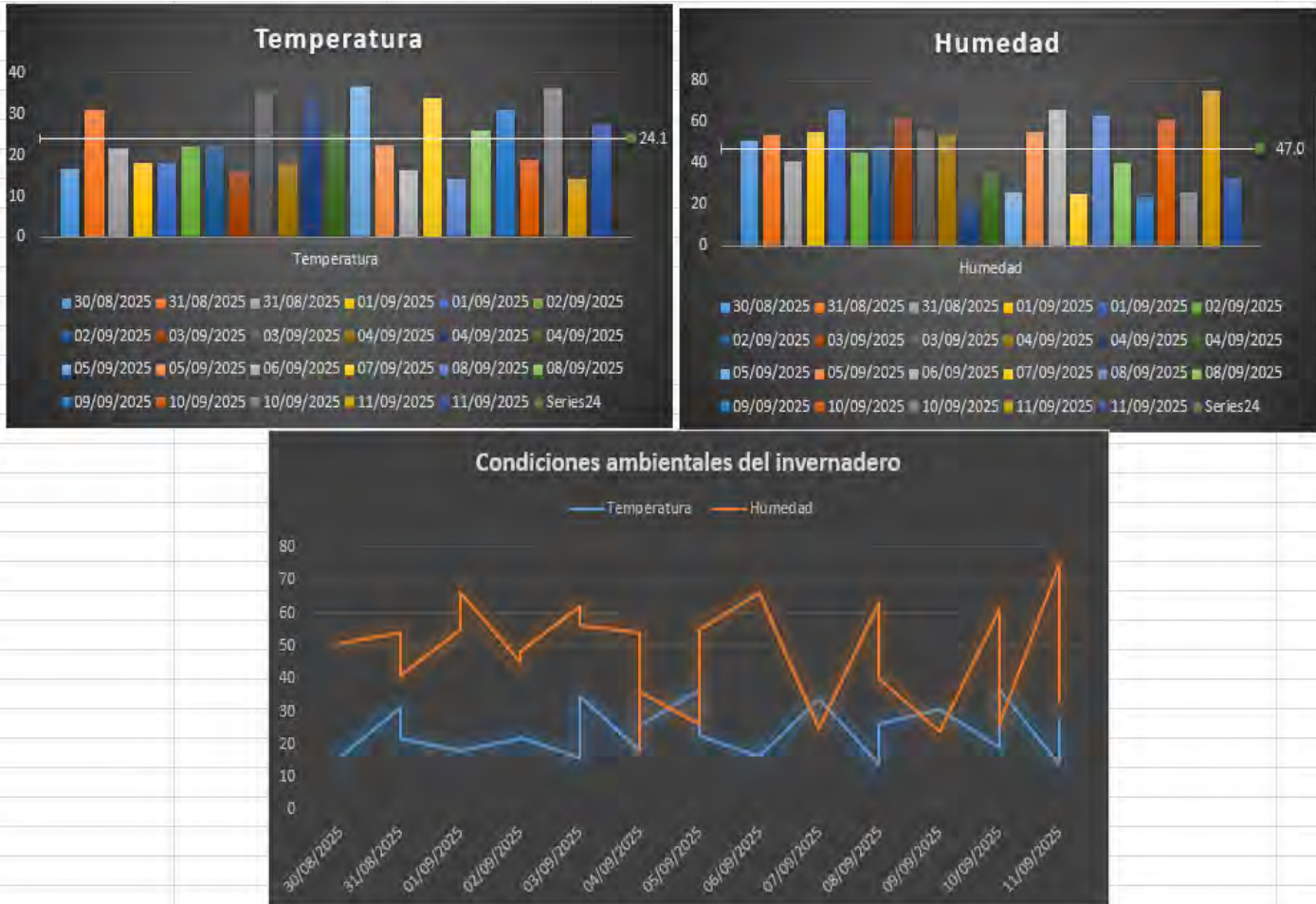
Monitoreo y control: La tabla 1 muestra datos obtenidos con base al monitoreo de los alumnos de las condiciones del invernadero durante estos 15 días

Tabla 1: Monitoreo de las condiciones ambientales obtenidos

Estado del invernadero	Fecha	Horario	Temperatura	Humedad	Observaciones
CON TUNEL	30/08/2025	08:05	16.5	51	Tinaco de agua lleno y se hacen los riegos cada 3 horas por 1 minuto de aspercion
CON TUNEL	31/08/2025	11:05	31.1	54	Sistema de riego trabajando normal
CON TUNEL	31/08/2025	17:05	21.6	41	Tinaco de agua lleno y semilla humeda
CON TUNEL	01/09/2025	08:05	17.9	55	Tinaco de agua 3/4
CON TUNEL	01/09/2025	14:05	17.9	66	La semilla empieza germinar
CON TUNEL	02/09/2025	08:05	21.9	45	Tinaco de agua 3/4
CON TUNEL	02/09/2025	14:05	22.3	48	Se realiza el riego correctamente
CON TUNEL	03/09/2025	08:05	16	62	Tinaco de agua 1/2
CON TUNEL	03/09/2025	14:05	34.8	56	Semilla germinada
CON TUNEL	04/09/2025	08:05	18.1	54	Semilla germinada
SIN TUNEL	04/09/2025	11:05	33.5	20	Cambio de tinaco de agua limpia a tinaco de agua con nutriente
SIN TUNEL	04/09/2025	16:00	25.7	36	Se hace la reprogramacion de los riegos cada 4 horas por 1 minuto de aspercion
SIN TUNEL	05/09/2025	12:00	36.7	26	Tinaco de nutriente lleno
SIN TUNEL	05/09/2025	16:00	22.5	55	Altura promedio de la semilla es de 3 cm
SIN TUNEL	06/09/2025	08:00	16.3	66	Se realiza correctamente el riego
SIN TUNEL	07/09/2025	08:00	33.9	25	Tinaco de nutriente 3/4
SIN TUNEL	08/09/2025	08:00	14.1	63	Se encontro presencia de mosquitos
SIN TUNEL	08/09/2025	16:00	26.1	40	Altura promedio de la semilla es de 7 cm
SIN TUNEL	09/09/2025	16:00	30.8	24	Se realiza correctamente el riego
SIN TUNEL	10/09/2025	08:00	18.8	61	Tinaco de nutriente 1/2 y altura de la semilla de 8-10 cm
SIN TUNEL	10/09/2025	12:00	36.3	26	Fallas en dos aspersores
SIN TUNEL	11/09/2025	08:00	14.2	75	Cambio de tinaco de agua con nutriente a tinaco de agua limpia
SIN TUNEL	11/09/2025	12:00	27.3	33	Altura promedio de la semilla es de 10-12 cm
promedio			24.1	47.0	

Nota: Elaboración propia

Figura 1: Temperatura y humedad obtenida del monitoreo del invernadero



Nota: En la figura se muestra el concentrado de observaciones de las condiciones ambientales del invernadero

La temperatura estuvo entre 14.1 °C y 34.8 °C, con varios días en los que la temperatura superó los 30 °C, mientras que la humedad relativa: fluctuó entre 20 % y 66 %, con una caída importante hasta 20 %, lo que representa un ambiente seco.

Las variaciones extremas de temperatura y humedad pudieron afectar el crecimiento del forraje. Los días con calor intenso (34.8 °C y 33.5 °C) y baja humedad (20 %) pudieron provocar estrés en el forraje. (Figura 1)

Rendimiento: Para analizar el rendimiento total alcanzado se midió todo el forraje producido por charola y se le restaron los 34 kilogramos utilizados

Rendimiento = Suma del peso total de las charolas - Suma del peso inicial de todas las charolas

Se sembró 48 charolas con un peso inicial uniforme de 700 g de semilla. El peso final osciló entre 1450 g y 2260 g. El promedio de peso final fue de ~1785 g. El rendimiento neto promedio (ganancia del forraje) fue de ~1085 g por charola. Del maíz sembrado son 34 kg utilizados cada kilogramo de maíz tiene un costo de 10 pesos por lo cual son \$340 pesos invertidos y en total de forraje producido es 85.445 kilogramos y cada kg de forraje esta de \$22 pesos teniendo un total de \$1880 por lo cual la ganancia es de \$1540 pesos. El sistema mostró un buen rendimiento promedio (>1000 g adicionales por charola), sin embargo, la variabilidad ambiental influyó en los resultados. Para mejorar la uniformidad, sería recomendable Implementar un control más estable de la humedad relativa (mínimo 50 %). Monitorear las charolas con bajo rendimiento para identificar si se trata de problemas ambientales o de manejo. (Figura 2)

Figura 2: Rendimiento del forraje por charola

En el día 12 de septiembre se cosecho el maíz y se midió todo el forraje producido por charola para conocer el rendimiento de la producción.

Charolas	Peso Inicial	Peso Total
1	700	1450
2	700	1945
3	700	1970
4	700	1760
5	700	1885
6	700	2260
7	700	1830
8	700	1680
9	700	1880
10	700	1845
11	700	1930
12	700	1950
13	700	1720
14	700	1965
15	700	1840
16	700	1550
17	700	1930
18	700	1965
19	700	1895
20	700	1615
21	700	1725
22	700	1750
23	700	1715
24	700	1545
25	700	1905
26	700	1455

27	700	1795
28	700	1885
29	700	1915
30	700	1835
31	700	1640
32	700	1845
33	700	1700
34	700	1765
35	700	1630
36	700	1670
37	700	1925
38	700	1860
39	700	1860
40	700	1555
41	700	1515
42	700	1770
43	700	1910
44	700	1770
45	700	1555
46	700	1640
47	700	1695
48	700	1750
	33600	85445
Rendimiento Total		51845

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

El estudio permitió evaluar el rendimiento de las charolas de forraje en relación con las condiciones ambientales registradas dentro del invernadero. Los resultados evidencian que la producción presentó un incremento significativo en el peso del forraje, con una ganancia promedio por charola de más de un kilogramo respecto al peso inicial, lo que confirma la viabilidad del sistema de cultivo empleado.

El rendimiento obtenido en este estudio (51.8 kg de forraje total a partir de 33.6 kg de semilla, con un promedio de 1.08 kg de ganancia por charola) se encuentra dentro de los parámetros reportados en investigaciones sobre forraje verde hidropónico. El análisis de las variables ambientales mostró que la temperatura y la humedad relativa tuvieron un efecto directo sobre el desarrollo del forraje. La falta de estabilidad en las condiciones ambientales repercutió en diferencias de rendimiento, lo que subraya la importancia de implementar medidas de control en el invernadero para asegurar un ambiente óptimo. Finalmente, se confirma que el sistema de riego y manejo aplicado es funcional

para la producción de forraje, pero requiere ajustes en el control ambiental para alcanzar una mayor consistencia en los resultados y garantizar la eficiencia productiva.

REFERENCIAS

- Asociación Nacional del Café –Anacafé (2024), GUÍA DE RENTABILIDAD SUSTENTABLE, (2.^a ed.) pag-9. <https://www.anacafe.org/uploads/file/81a9d8e4afa248758a35f078ca49dc29/Guia-Rentabilidad-Sustentable-2024.pdf> .
- Autónoma (2022). ¿Qué es la innovación? - Universidad Autónoma del Perú. Universidad Autónoma del Perú. <https://www.autonoma.pe/blog/que-es-innovacion/>
- Galicia, A. (2025). Productos para Hidroponía Hydro Environment Innovación Agrícola Hydro Environment. <https://hydroenv.com.mx/>
- GUNDO: Personalización nutricional para tu compra y tu entrenamiento. (2022). <https://gundo.life/blog/que-es-la-alimentacion-sustentable>
- Juárez P. et.al, (2013). PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO Revista Fuente nueva época Año 4, No. 13, abril - junio 2013, <https://aramara.uan.mx/bitstream/123456789/2126/1/Produccion%20de%20forraje%20verde%20hidroponico.pdf>