



La innovación agropecuaria en el panorama ambiental para el México del mañana

Adame García Jacel
Fernández Viveros José Antonio
Murillo Cuevas Félix David
Rivera Meza Adriana Elena

LA **INNOVACIÓN AGROPECUARIA** EN EL PANORAMA AMBIENTAL PARA EL MÉXICO DEL MAÑANA

COORDINADORES

ADAME GARCÍA JACEL
FERNÁNDEZ VIVEROS JOSÉ ANTONIO
MURILLO CUEVAS FÉLIX DAVID
RIVERA MEZA ADRIANA ELENA

AUTORES

ADALID GRACIANO OBESO, ADRIANA ELENA RIVERA MEZA, ADRIANA MORENO LEAL, ALBERTO CEBALLOS, ALEJANDRO RETURETA APONTE, ALFREDO DÍAZ CRIOLLO, ALICIA PERALTA MAROTO, ANA GRACIELA PÉREZ SOLÍS, ANA JIMÉNEZ SUAZO, ANAYSA GUTIERREZ ALMEIDA, ANDREA NIETO REYES, ANGEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ, ANGELES DE JESÚS SALAS LARA, BENIGNO ORTIZ MUÑIZ, BRENDA COLORADO LÓPEZ, CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ, CLAUDIA IVETH MATA VALENCIA, CORAL LIZZETTE RAMOS MENDEZ, DANIEL BELLO PARRA, DELIA DEL CARMEN GAMBOA OLIVARES, DENISSE ALEJANDRA DÍAZ ROMO, DOREIDY MELGAREJO GALINDO, EDITH DEL CARMEN ROSAS PRIETO, EDUARDO JEREZ MOMPIE, EDUARDO MANUEL GRAILLET JUÁREZ, ELIUBI ECHEVERRÍA LANDÍN, ELSA ELENA CORONA MAYORAL, EMANUEL PÉREZ LÓPEZ, ENRIQUE HIPÓLITO ROMERO ERIC ELPIDIO FOMPEROSA MUNÓZ EVA MERCEDES ALVARADO BRADY, FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS, FÉLIX MURRIETA DOMÍNGUEZ, FERNANDO ALBERTO JIMÉNEZ FERRER, FORTUNATO JIMÉNEZ CRUZ, FREDY MERA ZÚÑIGA, GABRIEL LÓPEZ SALVADOR, GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ, GRISELDA RODRÍGUEZ AGUSTÍN, GUADALUPE PÉREZ CERVANTES, IGNACIO GARAY PERALTA, JACEL ADAME GARCÍA, JAIRO NABOR CAMPOS SOSORBE, JAZMÍN BALDERRABANO BRIONES, JAZMÍN VILLEGAS NARVÁEZ, JESÚS HERRERA ALARCÓN, JOHANA VIRGINIA SANTIAGO GASTAMBIDES, JOSÉ ALFREDO VILLAGÓMEZ CORTES, JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS, JOSÉ CRUZ MARTÍNEZ VÁZQUEZ, JUAN JOSÉ GARCÍA RODRÍGUEZ, LÁZARO GABRIEL TRUJILLO JUÁREZ, LEIRA CAROL ESCUDERO RAMÍREZ, LOIDA MELGAREJO GALINDO, LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, MANUEL ALBERTO SUSUNAGA MIRANDA, MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS, MARÍA DE LOS ÁNGELES ACOSTA SOBERANO, MARÍA ESTHER CARMONA GUZMÁN, MARÍA EUGENIA JEREZ VELASCO, MARINA MARTÍNEZ MARTÍNEZ, MERCEDES MURAIRA SOTO, MIGUEL DE JESUS REBOLLEDO ROGEL, MIRIAM NÚÑEZ VÁZQUEZ, MONTSERRAT ACOSTA CADENAS, PEDRO GUTIÉRREZ AGUILAR, PEDRO JOSÉ GONZÁLEZ CAÑIZARES, RAYMUNDO SALVADOR GUDIÑO ESCANDÓN, ROCÍO ENRÍQUEZ CORONA, RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN, ROSALÍA JANETH CASTRO LARA, RUBÉN AZAREL CUEVAS POXTAN, SALVADOR PAREDES RINCÓN, SALVADOR VAZQUEZ MARTINEZ, SANDRA HERNÁNDEZ CARMONA, SERGIO RODRÍGUEZ ROY, SUSANA DEL CARMEN MINA, TRISTÁN REYES RAMÓN, VERONICA ROMO LÓPEZ, VÍCTOR EMMANUEL HIGAREDA ARANO, VÍCTOR MANUEL DOMÍNGUEZ CARTAS, YAMILETH JACOME BLANCO, YANELIS REYES GUERRERO, YESSICA YAMILETH MERCADO LINARES, YOUSSEF UTRERA VÉLEZ

EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2024



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



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 15 MB
Fecha de aparición 07/11/2024
ISBN 978-607-5893-22-8

Xalapa, Veracruz. México a 24 de octubre de 2024

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 de la RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C., del INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ y del INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN; 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, se dictamina que la obra ***"La innovación agropecuaria en el panorama ambiental para el México del mañana"*** 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

Xalapa, Veracruz. México a 07 de noviembre de 2024

CERTIFICACIÓN EDITORIAL

RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. (REDIBAI) con sello editorial N° 978-607-5893 otorgado por la Agencia Mexicana de ISBN, hace constar que el libro "*La innovación agropecuaria en el panorama ambiental para el México del mañana*" registrado con el ISBN 978-607-5893-22-8 fue publicado por nuestro sello editorial con fecha de aparición del 07 de noviembre de 2024 cumpliendo con todos los requisitos de calidad científica y normalización que exige nuestra política editorial.

Fue evaluado por pares académicos externos y aprobado los Comités Editorial y Científico de la RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C., del INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ y del INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

Todos los soportes concernientes a los procesos editoriales y de evaluación se encuentran bajo el poder y disponibles en Editorial 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

ÍNDICE

**AVANCES EN LA OBTENCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y UTILIZACIÓN DE
EXTRACTOS DE ALGAS (Spirulina y sargazo) EN LA AGRICULTURA
ECOLÓGICA EN CUBA**

YANELIS REYES GUERRERO, ANAYSA GUTIERREZ ALMEIDA, MIRIAM NÚÑEZ VÁZQUEZ

1

**SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL NO CONTROLADO ABANDONADO DE RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS EN MATA VERDE, TLALIXCOYAN, VERACRUZ**

BENIGNO ORTIZ MUÑIZ, MANUEL ALBERTO SUSUNAGA MIRANDA, CLAUDIA IVETH MATA VALENCIA

20

ACCIDENTES E INCIDENTES EN LA PRODUCCIÓN DE AZUCAR EN MÉXICO

SANDRA HERNÁNDEZ CARMONA, ELSA ELENA CORONA MAYORAL, DELIA DEL CARMEN GAMBOA OLIVARES

28

**ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA TERAPÉUTICA QUIRÚRGICA PARA LA
PERSISTENCIA DE URACO EN BOVINOS. REPORTE DE CASO**

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN, ALEJANDRO RETURETA APONTE, VÍCTOR MANUEL DOMÍNGUEZ CARTAS

40

GANADERÍA CON VISIÓN SUSTENTABLE: UN NUEVO ENFOQUE

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN, ALEJANDRO RETURETA APONTE, VÍCTOR MANUEL DOMÍNGUEZ CARTAS

45

**EVALUACIÓN DE 2 VARIEDADES DE PAPAYA (Carica papaya) EN LA ZONA DE
ÚRSULO GALVÁN VERACRUZ**

YOUSSEF UTRERA VÉLEZ, GRISELDA RODRÍGUEZ AGUSTÍN, JAZMÍN BALDERRABANO BRIONES

57

**PRODUCCIÓN DE QUESO, UTILIZANDO LECHE DE BOVINOS BOS TAUROS X
BOS INDICUS VS BUBALO BUBALIS**

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN, ALEJANDRO RETURETA APONTE, MARINA MARTÍNEZ MARTÍNEZ

65

**RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL, PESO Y ESTADO REPRODUCTIVO
EN VACAS DOBLE PROPÓSITO**

YESSICA YAMILETH MERCADO LINARES, JESÚS HERRERA ALARCÓN, IGNACIO GARAY PERALTA, ALFREDO DÍAZ CRIOLLO

72

**GENES INVOLUCRADOS EN LA SÍNTESIS DE CAROTENOIDES EN CHILE
HABANERO PRODUCIDO EN MACROTÚNEL**

JACEL ADAME GARCÍA, FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS, JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS

80

RESPUESTA DEL CUATOMATE (*Solanum glaucenscens* Zucc) A NIVELES DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA

GABRIEL LÓPEZ SALVADOR, PEDRO JOSÉ GONZÁLEZ CAÑIZARES, EDUARDO JEREZ MOMPIÉ

91

IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS MEDIANTE ASISTENCIA TECNICA A ESTUDIANTES DE TELESECUNDARIA

LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, IGNACIO GARAY PERALTA, LEIRA CAROL ESCUDERO RAMÍREZ, RUBÉN AZAREL CUEVAS
POXTAN

104

FERTILIDAD DE SUELOS GANADEROS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

SALVADOR PAREDES RINCÓN, LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, ALFREDO DIAZ CRIOLLO, JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS

118

EVALUACIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO DE LA *Canna indica* POSTERIOR A SU USO EN HUMEDAL CONSTRUIDO PARA EL TRATAMIENTO DE LA VINAZA

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS, JACEL ADAME GARCÍA, FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS, LUIS CARLOS SANDOVAL HERAZO

130

METALES PESADOS BIOACUMULABLES EN PECES DE RIO

ADRIANA ELENA RIVERA MEZA, JACEL ADAME GARCÍA, JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS, FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS

138

LA INDUSTRIA EN MÉXICO Y SU IMPACTO EN EL CONSUMO DE AGUA

ROCÍO ENRÍQUEZ CORONA, FERNANDO ALBERTO JIMÉNEZ FERRER, MARÍA ESTHER CARMONA GUZMÁN

144

CONCIENTIZACIÓN DEL USO DEL AGUA EN LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL SUPERIOR DEL MUNICIPIO DE ÚRSULO GALVÁN

ROSALÍA JANETH CASTRO LARA, DOREIDY MELGAREJO GALINDO, LOIDA MELGAREJO GALINDO, ÁNGELES DE JESÚS SALAS LARA

153

ANÁLISIS SOBRE LAS PERCEPCIONES ECONÓMICAS DEL HUERTO AGROECOLÓGICO CASERO

GUADALUPE PÉREZ CERVANTES, MARÍA DE LOS ÁNGELES ACOSTA SOBERANO, MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS, JOSÉ CRUZ MARTÍNEZ VÁZQUEZ

160

IMPORTANCIA DEL REGISTRO DE DATOS DE CAMPO PARA PROYECCIONES DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANO MACHO, USANDO BASES DE DATOS EN UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

GRISelda RODRÍGUEZ AGUSTÍN, YOUSSEF UTRERA VÉLEZ, JAZMÍN BALDERRABANO BRIONES, ELIUBI ECHEVERRIA LANDÍN

168

PROPUESTA DE INNOVACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIAL “MACETAS BIODECO”

MONTSERRAT ACOSTA CADENAS, CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ, ANA GRACIELA PÉREZ SOLÍS, YAMILETH JACOME BLANCO, MIGUEL DE JESUS REBOLLEDO ROGEL, CORAL LIZZETTE RAMOS MENDEZ

181

PROMOTOR DE CRECIMIENTO PARA HORTALIZAS, ELABORADO A BASE DE DESECHOS DE CÍTRICOS

JAZMÍN VILLEGAS NARVÁEZ, LÁZARO GABRIEL TRUJILLO JUÁREZ, JAIRO NABOR CAMPOS SOSORBE

187

REUTILIZACIÓN DEL AGUA COMO ESTRATEGIA DE CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE EN LOS MUNICIPIOS DE ACTÓPAN Y ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ

LOIDA MELGAREJO GALINDO, VÍCTOR EMMANUEL HIGAREDA ARANO, DOREIDY MELGAREJO GALINDO, ROSALÍA JANETH CASTRO LARA

198

ESTUDIO DE MERCADO PARA IDENTIFICAR EL CONOCIMIENTO Y CONSUMO DE ESTEVIA POR LA POBLACIÓN DE GUASAVE, SINALOA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO Y APATZINGÁN, MICHOACÁN, MÉXICO

ADRIANA MORENO LEAL, ADALID GRACIANO OBESO, GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ

205

PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD DE ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ

JAZMÍN BALDERRABANO BRIONES, YOUSSEF UTRERA VÉLEZ, GRISELDA RODRÍGUEZ AGUSTÍN

214

PROPIEDADES NUTRICIONALES DE CHILE HABANERO CON APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES MICROBIANOS EN CONDICIONES PROTEGIDAS

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS, JACEL ADAME GARCÍA, FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS, ADRIANA ELENA RIVERA MEZA

221

IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS AGROECOLÓGICOS BAJO UN MANEJO SUSTENTABLE EN LA REGIÓN DE ÚRSULO GALVÁN, VER.

JOSÉ CRUZ MARTÍNEZ VÁZQUEZ, MARÍA DE LOS ÁNGELES ACOSTA SOBERANO, GUADALUPE PÉREZ CERVANTES, MARCO ANTONIO DIAZ RAMOS

228

ANÁLISIS DE LA COSECHA DE CÍTRICO PERSA EN LA ZONA ÁLAMO TEMAPACHE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

EVA MERCEDES ALVARADO BRADY, ANGEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ, JUAN JOSÉ GARCÍA RODRÍGUEZ

236

EVALUACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA COSECHA DE Musa balbisiana EN VERMICOMPOSTAJE DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA CON ESTIÉRCOL BOVINO

MERCEDES MURAIRA SOTO, SERGIO RODRÍGUEZ ROY, EMANUEL PÉREZ LÓPEZ
247

PROPUESTA DE INCLUSIÓN DEL TEMA DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE EN LA VIDA DIARIA

EDITH DEL CARMEN ROSAS PRIETO
254

PRÁCTICAS GANADERAS PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CONDICIONES TROPICALES

JOSÉ ALFREDO VILLAGÓMEZ CORTÉS, TRISTÁN REYES RAMÓN, RAYMUNDO SALVADOR GUDIÑO ESCANDÓN
265

CULTIVO DE MAÍZ, OPCIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE LA POBREZA (ODS 1), PROMOVRIENDO LA AGRICULTURA SOSTENIBLE (ODS 2), EL EMPLEO Y EL BIENESTAR ACORDE AL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO Y AGENDA 2030.

SUSANA DEL CARMEN MINA, ANDREA NIETO REYES, JOHANA VIRGINIA SANTIAGO GASTAMBIDES
282

**SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO
POULTRY BY-PRODUCTS IN CATTLE FEED**

VÍCTOR MANUEL DOMÍNGUEZ CARTAS, RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN
296

EL DERECHO HUMANO A UNA VIDA SOSTENIBLE

PEDRO GUTIÉRREZ AGUILAR, MARÍA EUGENIA JEREZ VELASCO, ANA JIMÉNEZ SUAZO
302

GANANCIA DE PESO EN CERDOS EN ETAPA DE INICIACIÓN CON BASE EN DOS TIPOS DE RACIONES

MARINA MARTÍNEZ MARTÍNEZ, RONIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN, ERIC ELPIDIO FOMPEROSA MUNÓZ
313

**DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DEL CULTIVO DE FRIJOL NEGRO
(Phaseolus vulgaris L.) EN SOTEAPAN, VERACRUZ**

EDUARDO MANUEL GRILLET JUÁREZ, ANDRÉS RODRÍGUEZ GARCÍA, RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN
324

APLICACIÓN PROCEDIMENTAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN EN EL CULTIVO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

DANIEL BELLO PARRA, FÉLIX MURRIETA DOMÍNGUEZ, ALBERTO CEBALLOS, ALICIA PERALTA MAROTO
339

**IMPACTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CULTIVO DE PAPAYA
MARADOL EN LA MIXTECA POBLANA**

FORTUNATO JIMÉNEZ CRUZ, FREDY MERA ZÚÑIGA, SALVADOR VÁZQUEZ MARTÍNEZ

352

**REPRODUCCION DE PLANTULAS DE CACAO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
SISTEMAS AGROFORESTALES**

DENISSE ALEJANDRA DIAZ ROMO, ENRIQUE HIPÓLITO ROMERO, VERÓNICA ROMO LÓPEZ, MARCO ANTONIO DIAZ RAMOS

364

**AISLAMIENTO Y EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL
CONTROL DE PULGÓN PLAGA DE HORTALIZAS**

FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS, JACEL ADAME GARCÍA, ADRIANA ELENA RIVERA MEZA, BRENDA COLORADO LÓPEZ

374

AVANCES EN LA OBTENCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y UTILIZACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS (*Spirulina* y sargazo) EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN CUBA

YANELIS REYES GUERRERO¹

ANAYSA GUTIERREZ ALMEIDA²

MIRIAM NÚÑEZ VÁZQUEZ³

Resumen

En Cuba la obtención de alimentos sanos es un tema primordial para la seguridad alimentaria del país. Una de las vías para llevar a cabo este propósito es la utilización de bioestimulantes de origen natural. En los últimos años, las algas marinas y las cianobacterias se han convertido en materias primas populares para la obtención de bioestimulantes (Abreu et al., 2023; Adderley et al., 2023).

Evidencias científicas demuestran la acción estimulante de los extractos de algas marinas y en especial, las del género *Sargassum*, en el rendimiento y la calidad nutricional de los cultivos (Pompermayer Machado et al., 2019). Sin embargo, en Cuba, a pesar de las arribazones de sargazos que han ocurrido en las costas, en los últimos años (Arencibia-Carballo et al., 2020;), no se han explotado aún las potencialidades de uso de sus extractos como bioestimulantes agrícolas.

Las cianobacterias, dentro de las cuales se encuentra la *Spirulina* (*Arthrospira platensis*), se ha demostrado que estimulan la germinación de las semillas (Sivalingam, 2020), el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las cosechas (Shedeed et al., 2022); así como la tolerancia a determinados estrés abióticos (Elnajar et al., 2024; Xu et al., 2023).

En Cuba, no hay antecedentes del uso de extractos de *Spirulina* y sargazo con fines agrícolas; de ahí la necesidad de realizar investigaciones relacionadas con la aplicación de estos extractos en nuestra agricultura, con vistas a disminuir el uso de agroquímicos, tan costosos para el medio ambiente y para la economía del país. Por esta razón, el presente trabajo tuvo como objetivo la obtención, caracterización, actividad biológica y aplicación en campo de diferentes extractos de algas.

¹ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, yanelisrg@inca.edu.cu; yanelisrg@gmail.com

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, anaysa@inca.edu.cu

³ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, mnunez@inca.edu.cu

Abstract

In Cuba, obtaining healthy food is a key issue for the country's food security. One of the ways to achieve this goal is the use of biostimulants of natural origin. In recent years, seaweed and cyanobacteria have become popular raw materials for obtaining biostimulants (Abreu et al., 2023; Adderley et al., 2023).

Scientific evidence demonstrates the stimulating action of seaweed extracts, and especially those of the *Sargassum* genus, on the yield and nutritional quality of crops (Pompermayer Machado et al., 2019). However, in Cuba, despite the arrivals of sargassum that have occurred on the coasts in recent years (Arencibia-Carballo et al., 2020;), the potential for using their extracts as agricultural biostimulants has not yet been exploited.

Cyanobacteria, including *Spirulina* (*Arthrospira platensis*), have been shown to stimulate seed germination (Sivalingam, 2020), crop growth, yield, and quality (Shedeed et al., 2022), as well as tolerance to certain abiotic stresses (Elnajar et al., 2024; Xu et al., 2023).

In Cuba, there is no history of the use of *Spirulina* and sargassum extracts for agricultural purposes; hence the need to conduct research related to the application of these extracts in our agriculture, with a view to reducing the use of agrochemicals, which are so costly for the environment and the country's economy. For this reason, the present work aimed to obtain, characterize, biological activity, and field application of different algae extracts.

Materiales y métodos

Obtención, caracterización y actividad biológica de los extractos de *Spirulina* y sargazo

Los experimentos se desarrollaron en el Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Spirulina

Los extractos se prepararon a partir de *Spirulina* en polvo proveniente de la Empresa Génix de LABIOFAM S.A., usando Etanol (Etanol absoluto M= 46,07) como solvente. Para la elaboración de los extractos fueron estudiadas dos concentraciones de etanol (70 y 90%), dos relaciones masa:solvente (1:20 y 1:10) y dos tiempos de maceración (10 y 21 días).

Caracterización química de los extractos

La caracterización química de los extractos se realizó mediante determinaciones espectrofotométricas de proteínas, flavonoides y fenoles.

Evaluación de la actividad biológica de los extractos

Para determinar si la composición de proteínas, fenoles y flavonoides influían en la actividad biológica de los extractos, se les realizó la evaluación biológica a los extractos de menor y mayor contenido de

dichos compuestos. Para esto, se realizó un experimento en el que se embebieron semillas de arroz cv. INCA LP-7, durante 24 h, con diferentes concentraciones (5; 1; 0,5; 0,05; 0,005 mg L⁻¹) de los extractos. Para la germinación, las semillas se colocaron en placas Petri (20 semillas por placa y cuatro placas por tratamiento) que contenían agua destilada. Las placas se colocaron en la cámara de germinación a 28°C por siete días, evaluándose el número de semillas germinadas por placa a las 24, 48, 72 y 144 horas, con lo que se determinó el porcentaje final de germinación y la velocidad de germinación, y a los diez días, la masa seca de las radículas (25 radículas por tratamiento, cinco muestras de cinco radículas cada una).

Para el procesamiento de los datos, se calcularon las medias, las desviaciones estándar y los intervalos de confianza a $\alpha=0,05$.

Sargazo

Para la elaboración de los extractos fue recolectado el material algal (mezcla de *Sargassum fluitans* y *Sargassum natans*) en las costas de Guanabo (playa del este de La Habana) y se lavó varias veces con agua corriente. Se estudiaron dos formas de preparación de los extractos: a partir del material fresco y a partir del material seco y molido. Además, en el primer caso se utilizó agua como solvente, mientras que en el segundo caso se emplearon como solventes agua y una solución hidroalcohólica.

Los extractos obtenidos fueron los siguientes:

1. Extracto acuoso de Sargazo obtenido a partir de material fresco en proporción 1:6 m:v en maceración, a temperatura ambiente, durante tres meses (EAS1).
2. Extracto acuoso de Sargazo obtenido a partir de material seco y molido en proporción 1:25 m:v, en ebullición durante 2 h (EAS2).
3. Extracto hidroalcohólico (EtOH 50 %) de Sargazo obtenido a partir de material seco y molido en proporción 1:20 m:v, calentado a 120°C durante 15 min (EES).

Caracterización química de los extractos

La caracterización química fue realizada en el Departamento de Química del Instituto de Ciencias del Mar (ICIMAR). A continuación, se presentan las metodologías empleadas. Se determinaron los sólidos solubles totales, el pH, el contenido de fenoles totales (Chlopicka et al., 2012), flavonoides totales (Chang et al., 2002), proteínas solubles totales (Bradford, 1976), carbohidratos solubles totales (Dubois et al., 1956), β -caroteno (Nagata & Yamashita, 1992), clorofilas a y b (Waterhouse, 2005) (Waterhouse et al. 2005) y fucoxantina (Seely et al., 1972).

Evaluación de la actividad biológica de los extractos.

Para evaluar la actividad biológica se realizó un experimento en el que se embebieron semillas de tomate cv. Elbita durante dos horas, con diferentes concentraciones (1; 2; 5 y 10 %) de los extractos. Para la germinación, se utilizó la misma metodología que en el experimento de arroz.

Aplicaciones en condiciones de campo

Los experimentos de frijol y maíz se desarrollaron en áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicadas en San José de las Lajas provincia de Mayabeque, Cuba, en los 22°59'40,79" de latitud Norte y 82°8'21,88" de longitud Oeste, a una altitud de 138 m s. n. m. En esta predomina un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico (Hernández et al., 2015).

El extracto de Spirulina utilizado fue el de la relación masa:solvente 1:20, EtOH 70 % y una maceración de 10 días. El extracto acuoso de Sargazo utilizado fue el obtenido a partir de material fresco en proporción 1:6 m:v en maceración, a temperatura ambiente, durante tres meses.

Frijol

Se utilizaron semillas del cultivar CUL 156, las cuales fueron inoculadas con Azofert®, previo a la siembra, a razón de 200×10^{-3} L de inóculo por 46 kg de semilla. La distancia de siembra utilizada fue de 0,7 x 0,07 m.

Las aspersiones foliares a las plantas con los extractos de Spirulina (EASp) con dosis equivalentes a 20 y 40 mg ha⁻¹ y de Sargazo (EAS) al 1 % y 2 % se realizaron a los 34 y 42 días después de la siembra (DDS).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. Las parcelas estuvieron compuestas por cinco surcos de 5 m de largo, o sea, contaron con un área de 17,5 m².

Las atenciones culturales se realizaron según la Guía Técnica del cultivo (Faure et al., 2014), excepto que el área no recibió fertilización mineral alguna y el riego se efectuó con una máquina de pivote central a un intervalo de más o menos cinco días.

Las evaluaciones de los componentes del rendimiento se efectuaron en el momento de la cosecha, o sea, 90 días después de la siembra y para las mismas, se tomaron 12 plantas por parcela de los tres surcos centrales.

Maíz

Se utilizaron semillas de maíz cv. Diamante, las cuales se asperjaron, con el extracto de Spirulina (0,5 mg L⁻¹) solo y suplementado con una aspersión foliar a los 35 días después de la siembra con dosis de 20 y 40 mg ha⁻¹

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y ocho réplicas. Las parcelas estaban compuestas por tres surcos de 6 m de largo. La distancia de plantación fue 0,9 x 0,3 m.

Las atenciones culturales se realizaron de acuerdo con las normas técnicas del cultivo (Permy Arbeldarde et al., 2000). El riego fue por aspersión y no se hicieron aplicaciones de plaguicidas.

En el momento de la cosecha, se realizaron las siguientes evaluaciones a las mazorcas: longitud y diámetro de la mazorca, número de hileras, número de granos por hilera, número de granos por mazorca, masa de granos por planta, masa de 1000 granos y rendimiento estimado por parcela.

En ambos cultivos, luego de comprobar que los datos obtenidos cumplieron con los supuestos teóricos de normalidad y homogeneidad de varianza, se les realizó un ANOVA factorial. En los casos en que hubo diferencias significativas entre tratamientos se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Rangos Múltiples de Tukey con $p \leq 0,05$.

Hortalizas

La investigación se desarrolló en la Finca “Santa Ana” perteneciente a la CCS “Manuel Fajardo”, San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba.

Para el estudio se emplearon tres especies de hortalizas, acelga, lechuga y col. Se sembraron cuatro surcos de 80 m cada uno, por cada cultivo, las semillas fueron sembradas en líneas con una distancia entre surcos de 50 cm. A los 15 días se aclararon las plantas, dejando las plantas distanciadas a 15 cm.

A los 20 días de la siembra, dos de ellos fueron asperjados con el extracto de sargazo (1%), cada 15 días y dos permanecieron sin tratar. Todas las aspersiones se realizaron temprano en la mañana (8-9 am), para aprovechar la apertura estomática en las hojas de las plantas; todas se hicieron manualmente utilizando una mochila de 16 L de capacidad con boquilla de cono a presión constante. Además, se realizaron dos escardas y un ligero aporcado.

En la cosecha, en todos los casos, se tomó una planta cada 2 m, para un total de 40 plantas por surco y 80 por tratamiento. A las plantas se le determinó: altura de la planta, número de hojas por planta, longitud de la hoja, ancho de la hoja y rendimiento.

Resultados y discusión

Spirulina

Caracterización química de los extractos

En la tabla 1 se muestra el contenido de proteínas, fenoles y flavonoides presentes en los extractos analizados.

Tabla 1. Concentración de proteínas solubles totales, fenoles y flavonoides de los diferentes extractos alcohólicos de Spirulina.

Extractos°	Proteínas ($\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$)	Fenoles ($\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$)	Flavonoides ($\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$)
1	5,5663 \pm 1,1764	0,6513 \pm 0,0420	3,1232 \pm 0,1822*
2	6,7619 \pm 0,8062	0,6255 \pm 0,0339	2,9988 \pm 0,1405*
3	26,4102 \pm 1,7561*	1,3309 \pm 0,0184*	1,8640 \pm 0,1030
4	13,0988 \pm 2,2376*	0,7109 \pm 0,0181	0,6049 \pm 0,0849
5	10,2957 \pm 1,9360	0,8627 \pm 0,0389	4,4198 \pm 0,1523*
6	7,7716 \pm 0,5229	0,7421 \pm 0,0426	3,3150 \pm 0,0842*
7	17,8415 \pm 0,3408*	1,1201 \pm 0,0181*	1,8506 \pm 0,0719
8	21,0298 \pm 2,4684*	1,0707 \pm 0,0244*	1,4563 \pm 0,0473

°1. Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 90% durante 21 días. 2. Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 90 % durante 10 días. 3. Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 70 % durante 21 días. 4. Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 70 % durante 10 días. 5. Relación masa: solvente 1:10 utilizando EtOH 90% durante 21 días. 6. Relación masa: solvente 1:10 utilizando EtOH 90 % durante 10 días. 7. Relación masa: solvente 1:10 utilizando EtOH 70 % durante 21 días. 8. Relación masa: solvente 1:10 utilizando EtOH 70 % durante 10 días.

*Medias que difieren significativamente del tratamiento control según intervalo de confianza a $\alpha=0,05$

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 1, las mayores concentraciones de proteínas se obtuvieron cuando se empleó EtOH al 70% (extractos 3, 4, 7, 8), independientemente de la relación masa:solvente utilizada, por lo que una menor concentración de etanol favorece la presencia de proteínas en los extractos. Nótese que con la relación masa:solvente 1:20 y una maceración de 10 días (extracto 4), que constituye el extracto más económico, se obtuvo un buen contenido de proteínas; lo que sugiere que este extracto pudiera ser utilizado para la biofortificación de los cultivos.

Con el contenido de fenoles, ocurrió algo similar, mientras que las mayores concentraciones de flavonoides se obtuvieron en los extractos obtenidos con EtOH al 90% (extractos 1, 2, 5, 6), independientemente, de la relación masa:solvente y el tiempo de maceración.

De esto se desprende, que la extracción con EtOH 70% favoreció el contenido de proteínas solubles y de fenoles totales de los extractos, lo cual es lógico ya que al tener una cantidad de agua mayor se favorece la polaridad. Igualmente, la actividad antioxidante se vio favorecida en extractos de Spirulina obtenidos con el etanol como solvente, por encima de otros solventes como H₂O, metanol y éter de petróleo (Chakraborty et al., 2019).

Es interesante destacar que las concentraciones de los compuestos evaluados no tuvieron diferencias significativas cuando se comparan los dos tiempos de maceración empleados. Según (Sela et al., 2021), el factor tiempo se hace más significativo cuando se utilizan métodos como la ultrasonificación o la extracción asistida por microondas, no tanto la maceración.

La presencia de proteínas, fenoles, flavonoides, etc. en los extractos de Spirulina, favorece la germinación de semillas, la formación de plantas sanas y equilibradas, logran un mayor rendimiento

del cultivo, mayor vida postcosecha, mayor vigor de hoja, menos incidencia de enfermedades y mayor resistencia frente a estrés por factores climáticos o sequías (Abreu et al., 2023; Arahou et al., 2022; Siringi et al., 2022). Se debe tener en cuenta, que en los extractos, como se mencionó anteriormente, hay otros muchos compuestos que no se determinaron en este trabajo y que pueden influir en la actividad biológica de los mismos.

No obstante, con esta caracterización química limitada, se decidió seleccionar los extractos 1 y 3 como los extractos de menor y mayor contenido de proteínas y fenoles respectivamente, para evaluar su actividad biológica como estimulador de la germinación de semillas de arroz.

Actividad biológica de los extractos

La velocidad y el porcentaje final de germinación de las semillas de cada uno de los tratamientos se muestran en la tabla 2. Como se puede apreciar, hubo influencia en el porcentaje final de germinación con dos concentraciones (5 y 0,5 mg L⁻¹) del extracto 3 aunque no hubo diferencias significativas en la velocidad de germinación, por lo que la mayor concentración de proteínas solubles y fenoles totales que presentó dicho extracto incrementó significativamente el porcentaje final de germinación de las semillas de arroz cv. INCA LP-7.

Tabla 2. Efecto de diferentes concentraciones de dos extractos alcohólicos de Spirulina en la germinación de semillas de arroz cv. INCA LP-7 (Medias \pm intervalos de confianza).

Concentraciones mg L ⁻¹	Extractos alcohólicos de Spirulina	Porcentaje final de germinación	Velocidad de germinación (semillas germinadas día ⁻¹)
0	-	72,50 \pm 2,83	11,95 \pm 0,39
5	Extracto 1	72,50 \pm 6,33	10,95 \pm 1,59
1		75,00 \pm 8,95	10,62 \pm 0,92
0,5		82,50 \pm 10,20	12,91 \pm 1,29
0,05		78,33 \pm 5,66	12,05 \pm 0,83
0,005		75,00 \pm 4,00	11,08 \pm 0,78
5		Extracto 3	82,50 \pm 6,33*
1	71,25 \pm 4,69		9,29 \pm 0,80
0,5	83,33 \pm 71,48*		11,44 \pm 0,92
0,05	68,75 \pm 14,07		10,04 \pm 2,52
0,005	67,50 \pm 8,49		9,54 \pm 0,82

Extracto 1: Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 90% durante 21 días.

Extracto 3: Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 70 % durante 21 días

*Medias que difieren significativamente del tratamiento control según intervalo de confianza a $\alpha=0,05$

Fuente Elaboración propia

Tabla 3. Efecto de diferentes concentraciones de dos extractos alcohólicos de *Spirulina* en la masa seca de radículas de plántulas de arroz cv. INCA LP-7 (Medias \pm intervalos de confianza).

Concentraciones mg L ⁻¹	Extractos alcohólicos de <i>Spirulina</i>	Masa seca de radículas (mg planta ⁻¹)
0	-	4,37 \pm 0,54
5	Extracto 1	4,00 \pm 0,23
1		4,50 \pm 0,69
0,5		4,02 \pm 0,57
0,05		4,15 \pm 0,34
0,005		4,44 \pm 0,69
5	Extracto 3	4,73 \pm 0,35
1		3,92 \pm 0,60
0,5		3,81 \pm 0,30
0,05		4,82 \pm 0,49
0,005		4,04 \pm 0,27

Extracto 1: Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 90% durante 21 días.

Extracto 3: Relación masa: solvente 1:20 utilizando EtOH 70 % durante 21 días

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la masa seca de radículas mostraron que no hubo diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, la inmersión de las semillas en 5 mg L⁻¹ y 0,05 mg L⁻¹ del extracto 3, incrementaron en 8,2% y 10,3% la masa seca de las radículas, respectivamente. Nótese que el tratamiento con 5 mg L⁻¹ de este extracto fue uno de los que incrementó significativamente el porcentaje final de germinación; confirmando la influencia que una mayor concentración de proteínas solubles y fenoles totales ejerció en la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de arroz.

Varios estudios se han realizado encaminados al análisis del efecto de la aplicación de extractos de *Spirulina* en la germinación de semillas. Así, se informaron los efectos significativos que un extracto de *Spirulina platensis* ejercieron en el cultivo del maní (*Arachis hypogaea* L.), en indicadores tales como porcentaje de germinación de las semillas, longitud de la radícula y contenidos de proteínas y carbohidratos (Sivalingam, 2020). En otro estudio, se informó sobre la mejora del vigor, la calidad y la germinación de semillas de *Vigna mungo* L., al ser embebidas en un extracto de *Spirulina platensis* al 1,5% durante 3 horas (Thin, 2019).

Sargazo

Caracterización química de los extractos

En la tabla 4 se muestran algunas características físico-químicas de los tres extractos obtenidos.

Tabla 4. Determinaciones físico-químicas de los extractos de Sargazo.

Determinaciones	EAS 1	EAS 2	EES
Características organolépticas	Líquido transparente color ámbar	Líquido transparente color ámbar oscuro	Líquido transparente color pardo claro
Sólidos solubles (mg mL ⁻¹)	3,4 \pm 0,46	1,3 \pm 0,46	0,6 \pm 0,23
pH	8,45	7,95	7,60
Salinidad (UPS)	0,9	ND	ND

EAS 1: Extracto acuoso a partir del material fresco en proporción 1:6 masa: solvente; EAS 2: Extracto acuoso a partir del material seco y molido en proporción 1:25; EES: Extracto hidroalcohólico a partir de material seco y molido en proporción

1:20; ND: No detectada.

Fuente: Elaboración propia

El contenido de sólidos solubles en los extractos es bajo, esto puede deberse a la proporción material vegetal/disolvente utilizada para la extracción de los metabolitos.

Por otro lado, de forma general los valores de pH son cercanos a 8 por lo que se pueden clasificar como ligeramente básicos. Un nivel de pH bajo perjudica la absorción de elementos como el K, Ca, Mg y Mo. También puede incrementar la toxicidad debido a que algunos oligoelementos se absorben muy fácilmente. Mientras que, un pH demasiado alto puede evitar que la planta absorba fosfatos y oligoelementos (Japa-Cando et al., 2020).

En el caso de la salinidad resultó cercana a cero en el extracto acuoso (1:6) y en los demás fue cero, lo que sugiere que fue eficiente el proceso de lavado del alga antes de su utilización. Esto es de gran importancia ya que la salinidad puede afectar la germinación de las semillas, ya sea creando un estrés osmótico que impide que la semilla absorba agua o mediante los efectos tóxicos de los iones de sodio y cloruros en la semilla en germinación.

En este estudio se realizó además la caracterización química cuantitativa de los metabolitos primarios y secundarios presentes en los extractos y la determinación del contenido de pigmentos de los mismos (Tabla 5).

Tabla 5. Concentración de proteínas solubles totales, carbohidratos, fenoles, flavonoides y pigmentos de los diferentes extractos de Sargazo.

	EAS 1		EAS 2		EES	
	mg /g ± SD	%	mg /g ± SD	%	mg /g ± SD	%
Compuestos fenólicos	23,25± 0,63	2,32	255,48±1,02	25,50	277,16±1,03	27,7
Flavonoides totales	6,64±0,41	0,64	49,67±0,14	4,97	26,34±1,04	2,63
Proteínas solubles	22,59±0,37	2,26	41,71±0,24	4,17	5,87±0,44	0,59
Carbohidratos Solubles	7,00±0,56	0,70	301,53±0,00	30,15	497,17±5,95	49,72
β-caroteno	0,0004±0,0	4x10 ⁻⁵	3,61±0,00	0,36	1,78±0,00	0,18
Clorofila a/ Clorofila b	0,19±0,02/ 0,47±0,02	0,02/0,05	1,46±0,005/ 2,22±0,03	0,15/0,22	0,42±0,005/ 1,2±0,027	0,042/0,12
Fucoxantina	0,08±0,006	0,008	0,66±0,001	0,07	0,40±0,002	0,01

EAS 1: Extracto acuoso a partir del material fresco en proporción 1:6 masa: solvente; EAS 2: Extracto acuoso a partir del material seco y molido en proporción 1:25; EES: Extracto hidroalcohólico a partir de material seco y molido en proporción 1:20.

Fuente: Elaboración propia

Los valores de compuestos fenólicos obtenidos para los extractos acuosos y etanólico coinciden con lo descrito por (Van Hees et al., 2017) para especies del género *Sargassum*, con un rango entre 20 y 30 % de estos compuestos. Esto no ocurre de igual modo con el extracto elaborado en proporción 1:6, lo que puede deberse a la ineficiencia en el método de extracción al usar el material algal fresco y no seco y molido como en el caso de los otros dos extractos analizados.

En cuanto al contenido de flavonoides, se observó una diferencia notable entre los extractos, siendo el extracto acuoso (1:25) el de mayor contenido de éstos.

El contenido de proteínas en algas pardas dependiendo de la estación del año, oscila entre 3 y 16 % (Tiwari & Troy, 2015), el extracto acuoso procedente del alga seca y molida es el único que se encuentra dentro del rango establecido con 4,17 %.

El contenido de carbohidratos en *Sargassum* puede alcanzar hasta el 68 % (Tiwari & Troy, 2015). En este estudio se confirma que el componente mayoritario de los extractos procedentes del polvo seco y molido son los carbohidratos, destacándose el extracto hidroalcohólico que en este caso alcanzó casi un 50 % seguido de los fenoles totales.

En el extracto procedente del alga fresca, el contenido de metabolitos es bajo respecto a lo que describe la literatura para especies del mismo género, los flavonoides, los carbohidratos y los pigmentos no rebasan el 8 % del contenido del extracto. Esto puede deberse al método usado para la extracción de los mismos. En este caso el material vegetal no fue secado y molido lo que hace más difícil la salida de los metabolitos hacia el disolvente de extracción. En este extracto predominaron los fenoles y las proteínas solubles.

Por otro lado, en los extractos procedentes del polvo seco y molido, los carbohidratos, fenoles, flavonoides y proteínas constituyeron aproximadamente el 65 y 80 % del contenido de los extractos acuoso e hidroalcohólico, respectivamente. En ambos casos predominaron los carbohidratos, destacándose el extracto alcohólico con casi un 50 %.

Actividad biológica de los extractos

Los resultados de los indicadores de la germinación y crecimiento inicial de las plántulas para evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de los extractos en las semillas de tomate cv. Elbita se muestran en las figuras 1 y 2.

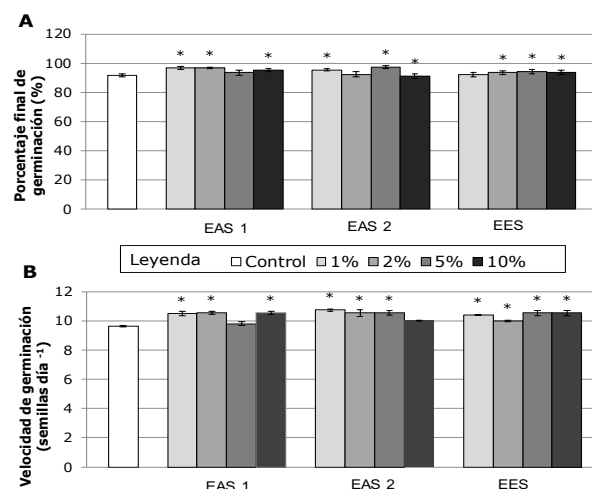


Figura 1. Influencia de la imbibición de semillas de tomate cv. Elbita por 2 h en diferentes extractos de *Sargassum* spp. A.

Porcentaje final de germinación; B. Velocidad de germinación. (Medias ± intervalos de confianza).

*Representa los tratamientos que difieren significativamente del tratamiento control según intervalo de confianza a

$\alpha=0,05$.

EAS 1: Extracto acuoso a partir del material fresco en proporción 1:6 masa: solvente; EAS 2: Extracto acuoso a partir del material seco y molido en proporción 1:25; EES: Extracto hidroalcohólico a partir de material seco y molido en proporción 1:20

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la evaluación de la actividad biológica mostraron que la concentración más baja utilizada de los tres extractos fue capaz de estimular la velocidad de germinación y el índice de vigor de las plántulas, mientras que el EAS 1 estimuló, además, el porcentaje final de germinación y la masa seca.

El EES fue más efectivo puesto que con la menor concentración fue capaz de estimular casi todos los indicadores evaluados, seguido de EAS 1 y por último EAS 2.

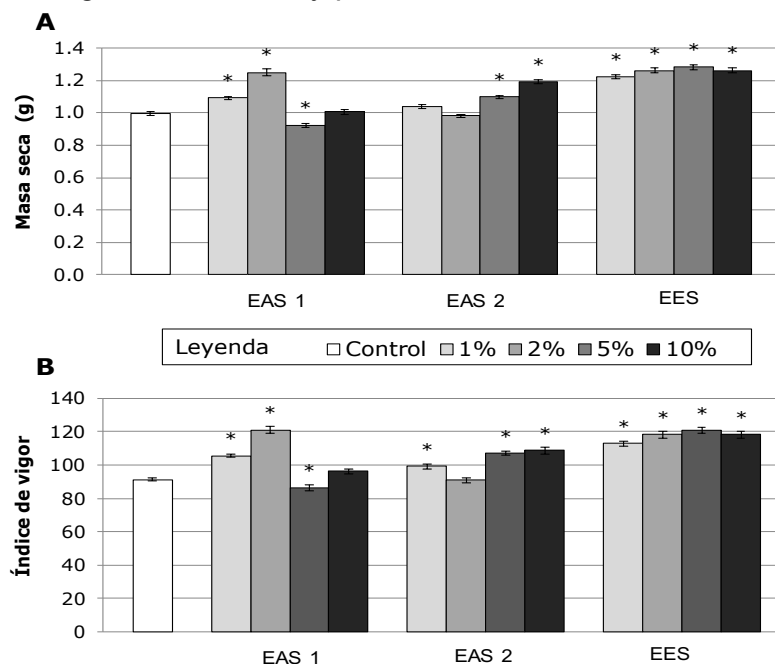


Figura 2. Influencia de la imbibición de las semillas por 2 h en diferentes extractos de *Sargassum* spp. A. Masa seca; B. Índice de vigor de plántulas de tomate cv. Elbita. (Medias ± intervalos de confianza).

*Representa los tratamientos que difieren significativamente del tratamiento control según intervalo de confianza a $\alpha=0,05$.

EAS 1: Extracto acuoso a partir del material fresco en proporción 1:6 masa:solvente; EAS 2: Extracto acuoso a partir del material seco y molido en proporción 1:25; EES: Extracto hidroalcohólico a partir de material seco y molido en proporción 1:20.

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados concuerdan con varios estudios que describen los efectos beneficiosos de los extractos del género *Sargassum*. Se ha demostrado, que el tratamiento de semillas de tomate con diferentes concentraciones de un extracto acuoso de *Sargassum fluitans* estimuló el crecimiento de las radículas, donde la concentración de 1,5 % fue la más efectiva (Martínez-González et al., 2022). Por otra parte, la imbibición de semillas de *Vicia faba* y *Helianthus annuus* en un extracto acuoso de

Sargassum polycystum mejoró todos los criterios de germinación y crecimiento para ambas plantas (Mohammed et al., 2023).

Aplicaciones en condiciones de campo

Frijol

La respuesta de los diferentes componentes del rendimiento del cv. CUL 156 a las aspersiones foliares con extractos de *Spirulina* y Sargazo se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Influencia de dos aspersiones foliares con extractos de *Spirulina* y sargazo en la producción de granos de frijol cv. CUL 156.

Tratamientos	No. de legumbres/planta	No. de granos/legumbre	No. de granos/planta	Masa de granos/planta (g)	Masa de 100 granos (g)
Control	17,27 c	6,5	94,80 c	19,48 c	20,73 ab
EASp 20 mg ha ⁻¹	20,08 b	6,5	114,22 b	23,20 bc	21,03 a
EASp 40 mg ha ⁻¹	20,94 ab	6,5	114,28 b	22,34 c	20,30 b
EAS 1 %	23,02 a	6,6	133,00 a	29,92 a	20,26 b
EAS 2 %	21,39 ab	6,6	116,31 b	27,85 ab	20,80 a
E.S.x	0,84*	0,115 NS	5,78*	1,83*	0,17*

Medias con letras comunes no difieren significativamente entre sí según prueba de Rangos Múltiples de Tukey

EASp: Extracto etanólico de *Spirulina*

EAS: Extracto acuoso de sargazo

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, las aspersiones con los extractos de *Spirulina* y Sargazo no influyeron ni en el número de granos por legumbre ni en la masa de 100 granos; sin embargo, sí estimularon significativamente el número de legumbres y de granos por planta, independientemente de la dosis empleada. Atención especial, se le debe brindar a las aspersiones con el extracto acuoso de sargazo que fue el único que incrementó de forma significativa la masa de granos por planta.

Es importante observar, que las dosis menores utilizadas en el experimento, es decir, el extracto alcohólico de *Spirulina* (20 mg ha⁻¹) y el extracto acuoso de Sargazo al 1 %, tuvieron una efectividad, de forma general, similar a las más altas. Este resultado es de gran importancia económica, pues se obtendrían los mismos efectos con la mitad de las dosis.

En el cultivo del frijol, (Vijayanand et al., 2014) encontraron que las aspersiones foliares con extractos de *Sargassum wightii* 1,5 %, de los 20 a los 35 días después de la siembra, a intervalos de tres días, provocaron efectos promotores en el crecimiento y en el rendimiento de las plantas. Efectos beneficiosos fueron informados, además, en frijol caupí cuando se realizaron cinco aspersiones foliares con un extracto de *Sargassum crassifolium* a las plantas (a intervalos semanales) a partir de dos semanas después de la siembra hasta el inicio de la floración (Vijayarasa et al., 2019).

Maíz

En la Figura 3 se puede observar que el tratamiento a las semillas con el extracto de Spirulina aumentó la longitud de las mazorcas y el número de granos por hilera. Sin embargo, la posterior aspersion foliar no difirió del control en ninguna de las dos dosis probadas.

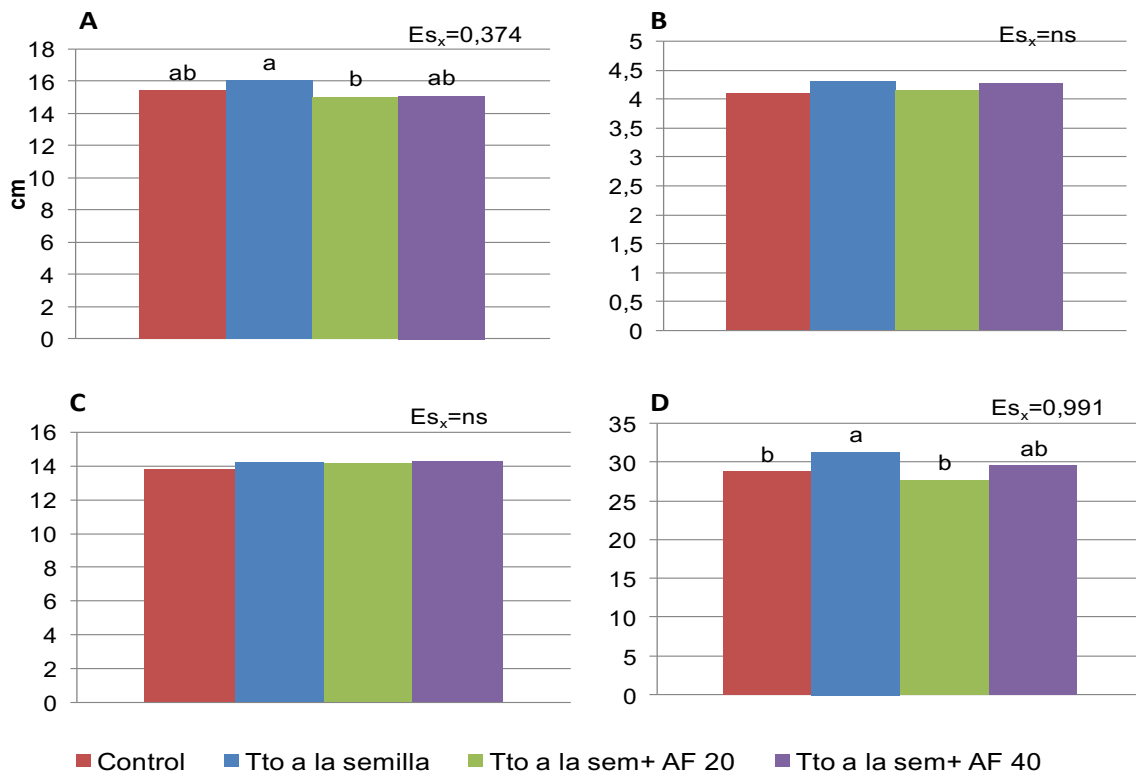


Figura 3. Influencia del tratamiento a las semillas y la posterior aspersion foliar con un extracto de Spirulina en los componentes del rendimiento de plantas de maíz cv. Diamante. A. Longitud de las mazorcas. B. Diámetro de las mazorcas. C. Número de hileras. D. Número de granos por hilera. Medias con letras comunes no difieren significativamente entre sí según prueba de Rangos Múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$) $n=48$

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4 se muestra el efecto del extracto de Spirulina en los componentes del rendimiento y el rendimiento estimado del maíz fresco (cuando el grano se encuentra en su fase lechosa). El tratamiento a la semilla incrementó el número de granos por mazorca y la masa de los granos por planta, lo que influyó en el aumento del rendimiento estimado en un 23% con respecto al control. Otros autores han planteado un aumento en el rendimiento de plantas de maíz, correlacionado con el aumento de compuestos en las semillas como azúcares reductores y totales y minerales (Dineshkumar et al., 2019). También en maíz, (Tuhy et al., 2015) informaron sobre un aumento del número de mazorcas y del rendimiento en plantas tratadas con un extracto de Spirulina enriquecido con micronutrientes.

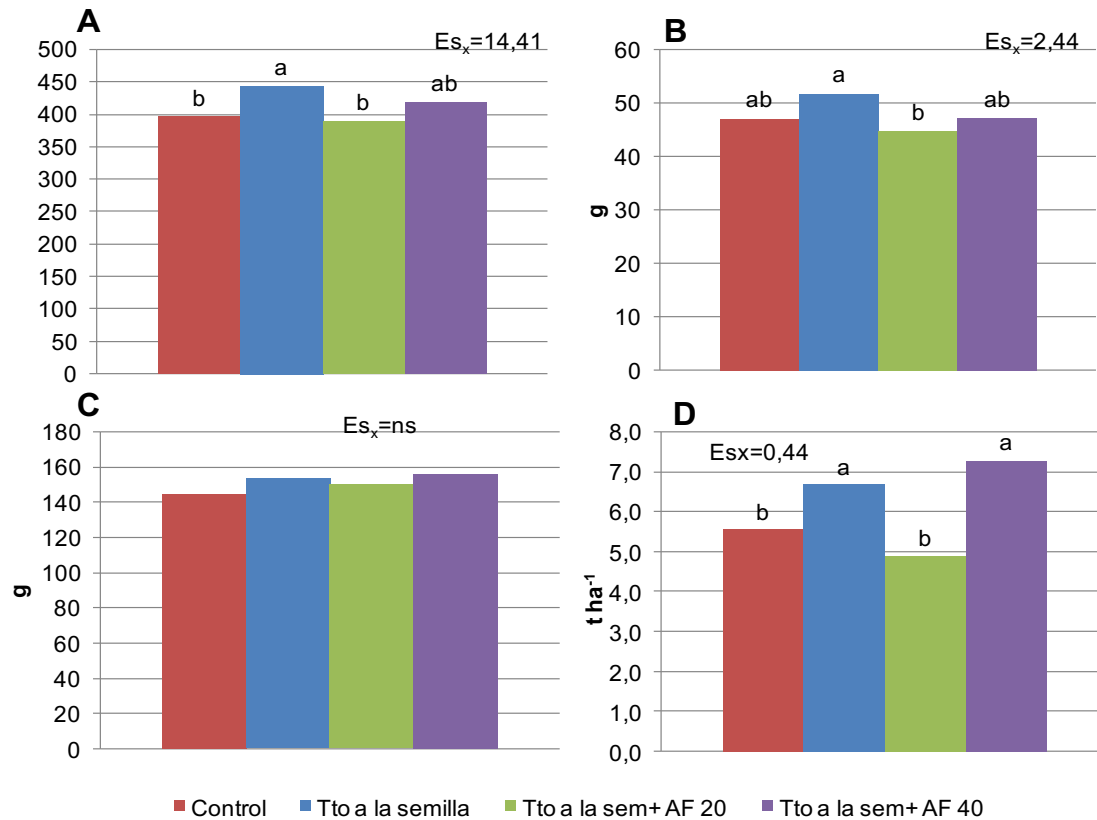


Figura 4. Influencia del tratamiento a las semillas y la posterior aspersion foliar con un extracto de Spirulina en los componentes del rendimiento de plantas de maíz cv. Diamante. A. Número de granos por mazorca. B. Masa de granos por planta. C. Masa de 1000 granos. D. Rendimiento estimado (maíz tierno). Medias con letras comunes no difieren significativamente entre sí según prueba de Rangos Múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$) $n=48$

Fuente: Elaboración propia

Es interesante destacar como la posterior aspersion foliar, aunque tuvo un efecto similar al tratamiento a la semilla solo, no tuvo un efecto significativo en los componentes del rendimiento evaluados, por lo que al parecer el tratamiento a la semilla es suficiente para estimular el rendimiento.

Hortalizas

En la tabla 7, se muestra el efecto de los diferentes tratamientos en el crecimiento de las posturas de acelga. Como se observa se obtuvieron diferencias significativas para las variables evaluadas, donde la aplicación del extracto acuoso de sargazo al 1% fue significativamente superior al control.

Tabla 7. Influencia del extracto acuoso de sargazo en el crecimiento de plantas de acelga

Tratamientos	Altura (cm)	Número de hojas	Largo foliar (cm)	Ancho foliar (cm)	Masa (g)
Control	30,40 b	7,06 b	13,42 b	8,58 b	0,89 b
Extracto 1%	38,06 a	9,80 a	18,69 a	11,25 a	1,50 a
ES x	0,74 *	0,36*	0,27***	0,84 ***	0,03*

Medias con letras comunes no difieren significativamente entre sí según prueba Duncan ($p \leq 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 8, se obtuvieron diferencias significativas para las variables evaluadas en las plantas de lechuga, donde la aplicación del extracto acuoso de sargazo al 1% fue significativamente superior al control.

Tabla 8. Efecto del extracto acuoso de sargazo en el cultivo de la lechuga

Tratamientos	Altura (cm)	Número de hojas	Largo foliar (cm)	Ancho foliar (cm)	Masa (g)
Control	20,20 b	17,93	21,42 b	11,67 b	0,11 b
Extracto 1%	25,32 a	16,86	32,87 a	19,83 a	0,19 a
ES x	0,34 *	n. s	0,56***	0,23 ***	0,008*

Medias con letras comunes no difieren significativamente entre sí según prueba Duncan ($p \leq 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

Aunque se detectaron diferencias en el tamaño de las hojas, el número de éstas por plantas permaneció invariable al final del cultivo, lo que indica que el extracto acuoso posibilita un mayor desarrollo de las mismas.

En el cultivo de la col, se obtuvieron diferencias significativas para el diámetro polar y ecuatorial, donde el tratamiento de la aplicación del extracto acuoso de sargazo al 1% fue significativamente superior al control, lo cual significó un 16 y 6 % de incremento (Tabla 9).

Tabla 9. Efecto del extracto acuoso de sargazo en el cultivo de la col

Tratamientos	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Masa del fruto (Kg)
Control	12,04	20,61 b	1,81 b
Extracto 1%	12,86	22,19 a	2,10 a
ES x	0,27 n.s	0,39**	0,11 ***

Medias con letras comunes no difieren significativamente entre sí según prueba Duncan ($p \leq 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la masa fresca del fruto agrícola se mantuvo un comportamiento similar, resultando la de mayor masa aquellas plantas que recibieron la aspersion foliar del EAS al 1%, con diferencias significativas con respecto al control.

Al analizar el rendimiento agrícola, se observa que la aplicación del EAS al 1% supera al tratamiento control, el mismo tratamiento en que se favoreció en el resto de las variables analizadas.

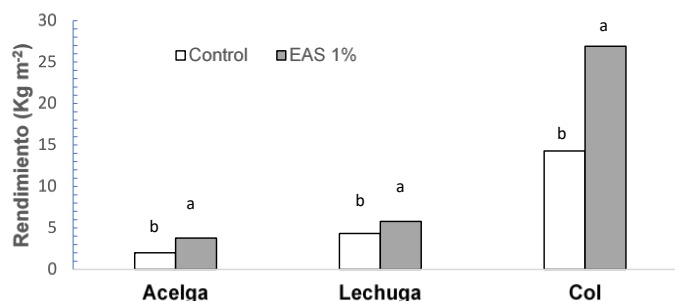


Figura 10. Efecto en el rendimiento de la aspersion foliar de EAS al 1 % en diferentes hortalizas. Medias con letras comunes no difieren significativamente entre sí según prueba Duncan ($p \leq 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

Este incremento del rendimiento fue caso de la acelga y la col de 53% respecto al control, mientras que en la lechuga este incremento fue de 74%.

El rendimiento por superficie, obtenido a partir de la aplicación del EAS al 1%, se encuentra dentro de los rangos que se plantea para estas hortalizas en sistema de huerto intensivo.

Conclusiones

El extracto hidroalcohólico de Spirulina al 70% y 10 días de maceración resultó el de mayor actividad biológica y el más económico.

El extracto de sargazo con mayor actividad biológica fue el hidroalcohólico al 50%, sin embargo, se escogió el extracto acuoso obtenido del material fresco ya que es más económico y a las concentraciones escogidas presenta igual actividad biológica.

El extracto acuoso de sargazo logró aumentar la producción de granos de frijol y el rendimiento en hortalizas como acelga, lechuga y col.

El extracto hidroalcohólico de Spirulina incrementó el número de granos y el rendimiento de plantas de maíz.

Referencias

- Abreu, A. P., Martins, R., & Nunes, J. (2023). Emerging Applications of *Chlorella* sp. and *Spirulina* (*Arthrospira*) sp. *Bioengineering*, 10, 955. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/bioengineering10080955>
- Adderley, A., Wallace, S., Stubbs, D., Bowen-O'Connor, C., Ferguson, J., Watson, C., & Gustave, W. (2023). Sargassum sp. as a biofertilizer: is it really a key towards sustainable agriculture for The Bahamas? *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s42269-023-01087-w>
- Arahou, F., Lijassi, I., Wahby, A., Rhazi, L., Arahou, M., & Wahby, I. (2022). Spirulina-Based Biostimulants for Sustainable Agriculture: Yield Improvement and Market Trends. *BioEnergy Research*, 16. <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10537-8>
- Arencibia-Carballo, G., Irañeta-Batallán, J. M., Morell, J., & Moreira-González, A. R. (2020;). Arribazones de Sargassum en la costa norte occidental de Cuba. *JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático*, 2(1), 19-30. <https://doi.org/10.26359/52462.0220>.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.

- Chakraborty, B., Varsale, A. R., Singh, V. K., Mali, S. S., Parihar, P. K., & Mane, R. S. (2019). Phytochemical analysis, antioxidant and antifungal activity of different solvent extracts of *Spirulina platensis* collected from Rankala Lake, Kolhapur, Maharashtra. *Journal of Algal Biomass Utilization.*, 10(1), 36-42.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748>
- Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A., & Zagrodzki, P. (2012). Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *LWT - Food Science and Technology*, 46(2), 548-555.
- Dineshkumar, R., Subramanian, J., Gopalsamy, J., Jayasingam, P., Arumugam, A., Kannadasan, S., & Sampathkumar, P. (2019). The Impact of Using Microalgae as Biofertilizer in Maize (*Zea mays* L.). *Waste and Biomass Valorization*, 10(5), 1101-1110. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12649-017-0123-7>
- Dubois, M. K., Gilles, A., Hamilton, J. K., Rebersand, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem*, 28, 350-356.
- Elnajar, M., Aldesuquy, H., Abdelmoteleb, M., & Eltanahy, E. (2024). Mitigating drought stress in wheat plants (*Triticum Aestivum* L.) through grain priming in aqueous extract of spirulina platensis. *BMC Plant Biology*, 24(1), 233. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04905-z>
- Faure, B., Benítez, R., Rodríguez, E., Grande, O., Torres, M., & Pérez, P. (2014). *Guía Técnica para la producción de frijol común y maíz*. Molinos S.A. .
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba* (E. INCA, Ed.). Ediciones INCA.
- Japa-Cando, J. V., Osorio-Rivera, M. A., Carrillo-Barahona, W. E., & Negrete-Costales, J. H. (2020). Estudio del pH del suelo en una finca ubicada en Huambi, Morona Santiago. *Polo del Conocimiento*, 5(03), 438-450. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/pc.v5i3.1343>
- Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., López-Padrón, I., Reyes-Guerrero, Y., & Núñez-Vázquez, M. C. (2022). Efecto de un extracto de *Sargassum fluitans* sobre la germinación de semillas de tomate. *Cultivos Tropicales*, 43(2), e11. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Mohammed, S., El-Sheekh, M. M., Hamed, A. S., Al-Harbi, M., Elkelish, A., & Nagah, A. (2023). Inductive role of the brown alga *Sargassum polycystum* on growth and biosynthesis of imperative metabolites and antioxidants of two crop plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1136325. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2023.1136325>

- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, 39, 925-928.
- Permuy Arbelarde, N., Rabí Bravo, O., & Pérez Rodríguez, P. (2000). *Guía técnica para la producción del cultivo del maíz (Zea mays L) en Cuba* Instituto de Investigaciones Hortícolas.
- Pompermayer Machado, L., Santos-Filho, N., Pavarini, R., & Gasparoto, M. C. (2019). Seaweeds in the Control of Plant Diseases and Insects. In (pp. 98-124).
<https://doi.org/10.1201/9780429487156-6>
- Seely, G. R., Duncan, M. J., & Vidaver, W. E. (1972). Preparative and analytical extraction of pigments from brown algae with dimethyl sulfoxide. *Marine Biology*, 12, 184-188.
- Sela, K., Budhijanto, W., & Budiman, A. (2021). Protein Extraction from *Spirulina platensis* by Using Ultrasound Assisted Extraction: Effect of Solvent Types and Extraction Time. *Key Engineering Materials*, 872, 33-37. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.872.33>
- Shedeed, Z., Gheda, S., Elsanadily, S., Alharbi, K., & Osman, M. (2022). *Spirulina platensis* biofertilization for enhancing growth, photosynthetic capacity and yield of *Lupinus luteus*. *Agriculture*, 12, 781. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture12060781>
- Siringi, J. O., Turoop, L., & Njonge, F. (2022). Biostimulant effect of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) on lettuce (*Lactuca sativa*) cultivated under aquaponic system. *SCIREA Journal of Biology*, 7(1). <https://doi.org/10.54647/biology18204>
- Sivalingam, K. M. (2020). Isolation, identification and evaluation of *Spirulina platensis* for its effect on seed germination of groundnut (*Arachis hypogaea* L.), Wolaita Sodo, Southern Ethiopia. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 11(2), 34-42.
<https://storage.unitedwebnetwork.com/files/521/4ca5cd59fe556a59877dcb110401ee19.pdf>
- Thin, N. Q. (2019). Influences of seed priming with *Spirulina platensis* extract on seed quality properties in black gram (*Vigna mungo* L.) *Life ScienceS Agriculture*, 63(1), 36-41.
[https://doi.org/10.31276/VJSTE.63\(1\).36-41](https://doi.org/10.31276/VJSTE.63(1).36-41).
- Tiwari, B., & Troy, D. (2015). *Seaweed Sustainability: Food and Non-Food Applications*. (1st ed ed.). Academic Press.
- Tuhy, Ł., Samoraj, M., Witkowska, Z., & Chojnacka, K. (2015). Biofortification of maize with micronutrients by *Spirulina*. *Open Chem.*, 13:, 1119-1126. <https://doi.org/10.1515/chem-2015-0126>

- Van Hees, D., Olsen, Y., Wernberg, T., Van Alstyne, K., & Kendrick, G. (2017). Phenolic concentrations of brown seaweeds and relationships to nearshore environmental gradients in Western Australia. *Marine Biology; Heidelberg*, 4, 1-13.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s00227-017-3115-z>
- Vijayanand, N., Sivasangari Ramya, S., & Rathinavel, S. (2014). Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. *Asian Pacific J. Reproduction*, 3(2), 150-155. [https://doi.org/10.1016/S2305-0500\(14\)60019-1](https://doi.org/10.1016/S2305-0500(14)60019-1)
- Vijayarasa, K., Somasundaram, S., & Shanmugalingam, S. (2019). Effects of natural and commercially available seaweed liquid extracts on growth and yield of *Vigna unguiculata* L. *Asian J. Biol. Sci.*, 12(487-91). <https://doi.org/10.3923/ajbs.2019.487.491>
- Waterhouse, A. (2005). Determinations of total phenolics. In T. A. RE Wrolstad, EA Decker, MH Penner, DS Reid, SJ. Schwarts (Ed.), *Handbook of Food Analytical Chemistry* (pp. 463-470).
- Xu, Q., Zhu, T., Zhao, R., Zhao, Y., Duan, Y., Liu, X.,...Lu, X. (2023). *Arthrospira* promotes plant growth and soil properties under high salinity environments. *Front Plant Sci*, 14, 1293958. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1293958>

SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL NO CONTROLADO ABANDONADO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN MATA VERDE, TLALIXCOYAN, VERACRUZ

BENIGNO ORTIZ MUÑIZ¹

MANUEL ALBERTO SUSUNAGA MIRANDA²

CLAUDIA IVETH MATA VALENCIA³

Resumen

En la localidad de Mata Verde, municipio de Tlalixcoyan, Veracruz, México se tiene un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos no controlado, el cual fue abandonado desde el año 2019. El objetivo del presente trabajo fue determinar el factor de impacto del sitio. Para ello se estimaron parámetros tales como el área del sitio de disposición final, volumen de residuos acumulados, cantidad de residuos acumulados, generación de lixiviados y biogas, flora y fauna, incendios y explosiones, malos olores, inestabilidad del terreno, presencia de asentamientos humanos, presencia de residuos sólidos y presencia de pepenadores. Los resultados obtenidos reflejan que de los doce parámetros, seis no se presentaron y en seis la ponderación fue evaluada como irrelevante. Sin embargo, se requiere una clausura adecuada del sitio según la normativa nacional por lo que es necesario implementar medidas adecuadas de gestión que mitiguen los impactos ambientales y protejan la salud pública y al medio ambiente en la región.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, impacto ambiental, sitios de disposición final

Abstract

In the town of Mata Verde, municipality of Tlalixcoyan, Veracruz, Mexico, there is an uncontrolled final disposal site for urban solid waste, which was abandoned since 2019. The objective of this work was to determine the impact factor of the site. To do this, parameters such as the area of the final disposal site, volume of accumulated waste, amount of accumulated waste, generation of leachates and biogas, flora and fauna, fires and explosions, bad odors, terrain instability, presence of human settlements, presence of solid waste and presence of scavengers were estimated. The results obtained reflect that of the twelve parameters, six were not present and in six the weighting was evaluated as irrelevant. However, an adequate closure of the site is required according to national regulations, so it is necessary

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río, benigno.om@bdelrio.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz, manuel.sm@veracruz.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río, claudiamata@bdelrio.tecnm.mx

to implement adequate management measures that mitigate environmental impacts and protect public health and the environment in the region.

Keywords: urban solid waste, environmental impact, final disposal sites

Introducción

La clasificación de los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos está establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 publicada en el año 2021 en la cual dependiendo de los mecanismos de control de contaminantes y de la infraestructura presente se clasifican en Relleno Sanitario, Sitios de Disposición Final Controlados y Sitios de Disposición Final No Controlados (DOF, 2021). El Municipio de Tlaxcoyan, en la región sotavento del Estado de Veracruz, tiene importancia histórica y debido a la presencia de la zona arqueológica El Zapotal. Los ecosistemas de este Municipio incluyen manglares, humedales y cuerpos de agua contribuyendo a la biodiversidad local, lo que representa oportunidades para el desarrollo del turismo ecológico y la conservación ambiental.

En la congregación de Mata Verde, Tlaxcoyan existe un Sitio de Disposición Final Abandonado el cual es catalogado como no controlado, el cual operó desde el año 2013 hasta 2018, año en que debido a las constantes quejas de los ciudadanos de las comunidades cercanas inicia el Ayuntamiento el depósito de los Residuos Sólidos Urbanos en el Relleno Sanitario de El Guayabo (Barranco, 2017), este sitio se localiza en una parcela particular y cuenta con una extensión de 13,636 m², y que para el año 2020 la totalidad de los residuos sólidos se encuentran ya cubiertos por una capa vegetal que ha crecido sola, inclusive algunos árboles que han sido plantados en este lugar. El objetivo de este trabajo fue determinar los factores de impacto ambientales en el sitio de disposición final no controlado abandonado de Mata Verde, Municipio de Tlaxcoyan.

Metodología

Para la caracterización del sitio de disposición final abandonado, se utilizó la técnica de percepción remota (De Wet, 2016) a través de fotografías satelitales de formato libre de Google Earth® (Irfan et al., 2019) con el objetivo de identificar los cambios en las capas de vegetación y el grado de perturbación espacial de este sitio. Las toneladas acumuladas de residuos se calcularon con un valor promedio de peso volumétrico de 500 kg/m³ para residuos sin compactar o mal compactados. El volumen de los residuos se determinó multiplicando el área obtenida y la altura promedio de los residuos (Susunaga-Miranda et al., 2022).

La generación de lixiviados se determinó mediante el Método Suizo, que ha sido utilizado en Cuba (López-Vega et al. 2021), cuyas condiciones climáticas son similares a las presentadas en la Región

Sotavento del Estado de Veracruz, México. El Caudal de lixiviado o líquido percolado se determinó por la ecuación (López-Vega et al. 2021; Gaudie Ley et al. 2021):

$$Q = \frac{PAK}{t}$$

Donde:

Q: Caudal medio de lixiviado percolado (m³/s)

P: Precipitación media anual (m)

A: Área superficial del sitio de disposición final (m²)

t: 31,536,000 s (segundos en 1 año)

K: Coeficiente de compactación de los sitios de disposición final.

El coeficiente de compactación de los sitios de disposición final (K) es equivalente al porcentaje de media anual precipitación que contribuye al área del sitio de disposición final (Gaudie Ley et al., 2021) y se puede estimar de acuerdo López-Vega et al. (2021) como 0.25 a 0.50 para sitios débilmente compactados hasta totalmente compactados, por lo que se empleó un valor promedio (0.375).

La estimación de la generación de biogás se realizó empleando el Modelo Mexicano de Biogás 2.0 empleando la ecuación de degradación de primer orden (Aguilar-Virgen et al., 2014).

$$Q_{LFG} = \sum_{t=1}^n \sum_{j=0.1}^1 2kL_0 \left[\frac{M_i}{10} \right] (e^{-kt_{ij}}) (MCF) (F)$$

donde:

Q_{LFG} Flujo de biogás máximo esperando (m³/año)

i Es el incremento en tiempo de 1 año.

n Es el año del cálculo (año inicial de disposición de RSU).

j Es el incremento de tiempo en 0.1 años.

k Es el índice de generación de metano (1/año).

L₀ Es la generación potencial de metano en m³/Ton.

M_i Es la masa de residuos dispuestos en el año i (Ton).

t_{ij} Es la edad j de la masa de residuos M_i dispuestas en el año i (años decimales).

MCF Es el factor de corrección de metano.

F Es el factor de ajuste por incendios.

La ecuación del Modelo Mexicano de Biogás estima la generación de biogás considerando la cantidad de residuos acumulados en un año, donde la composición del gas asumida por el modelo es del 50% metano, 50% dióxido de carbono y otros compuestos, el exponencial asume que después de seis meses de la disposición de los residuos se inicia el proceso de obtención del biogás y que seis meses

después disminuye a medida que se consume la fracción orgánica de los desechos, además de que la generación máxima se da en el año de abandono o cierre del sitio de disposición final (Escamilla, 2019).

Los valores para el índice de generación de metano (k) para el modelo Mexicano de Biogás versión 2.0 dependen del tiempo que tardan los residuos en degradarse (muy rápido, moderadamente rápido, moderadamente lento y muy lento (Aguilar-Virgen et al. 2012); el valor de k empleado fue el reportado por Susunaga-Miranda (2023a) para sitios de disposición final en la ciudad de Veracruz.

El potencial de generación de metano (L_0) define la cantidad potencialmente producida de metano por unidad de masa de residuos (Aguilar-Virgen et al. 2014):

$$L_0 = \frac{16}{12} (MCF)(DOC)(DOCF)(F)$$

donde:

MCF Factor de corrección para el metano.

DOC Fracción de carbono orgánico degradable.

DOCF Fracción de carbono orgánico degradable asimilado (Teóricamente 0.77).

F Fracción de metano en el Biogás (Se asume 0.5).

16/12 Constante Estequiométrica.

El contenido de Carbono Orgánico Degradable (DOC) depende de la composición de los residuos y varía con el sitio de disposición final. El factor de corrección para el metano (MFC) es un ajuste de la estimación de la generación de metano para el modelo que considera la degradación anaeróbica de los residuos y depende de la profundidad de los mismos en el sitio de disposición final y de sus prácticas de manejo fueron empleados los valores establecidos por Susunaga-Miranda (2023a) para los sitios de disposición final de la ciudad de Veracruz.

El impacto ambiental del sitio fue determinado mediante la importancia del impacto (I) de acuerdo a la establecido por Susunaga-Miranda (2023b):

$$I = \pm(3IN + 3EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Para tal cálculo se consideró la intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC). La valoración e importancia del impacto se clasificó de acuerdo a: Irrelevante: <25, color azul; Moderado: 25 a 50, color amarillo; Severo: 50 a 75 color rojo; y Crítico: >75 color morado.

Resultados

El volumen de los RSU acumulados en el sitio de disposición final abandonado de Mata Verde, Tlaxcoyan mediante la multiplicación del área de cada uno de ellos con la altura de determinada mediante el rastreo de capas de cobertura utilizando la herramienta Google Earth®, para determinar la cantidad másica de residuos se multiplicó el volumen por el peso volumétrico de 500 kg/m³ para sitios sin compactación o mal compactados (ver Tabla 1)

Tabla 1. Residuos Sólidos presentes en el basurero abandonado de Mata Verde, Tlaxcoyan.

Área estimada	13,636 m ²
Volumen	27,272 m ³
Residuos acumulados	6,818 ton

La generación de lixiviados de los sitios de disposición final abandonados (López-Vega et al, 2021) se determina primero el coeficiente K de compactación de los Sitios de Disposición Final Abandonados el cual se realizó por observación directa en visitas de campo, asignando un valor de 0.5 (débilmente compactado). La cantidad de lixiviado que se estima para cada uno de los sitios de disposición final abandonados considera la precipitación promedio anual de las estaciones climatológicas 30048 El Copital, el coeficiente de compactación previamente mencionado y su área libre, obteniendo 0.2183 m³ de lixiviados para el año 2021.

El índice de Generación de Metano (k) ponderado se tomaron los valores propuestos de cuantificación dados por el Programa Estatal para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Veracruz 2014 para la macro región Centro-Norte que incluye los municipios de Veracruz, Boca del Río, Paso de Ovejas, Medellín y La Antigua (PEPGIRS, 2014), los valores de k modelo Mexicano de Biogás versión 2.0 para la región sureste (Aguilar-Virgen et al., 2012) donde se encuentra el Estado de Veracruz, por lo que se plantea un valor de k modificada de 0.1591 (Susunaga-Miranda, 2023a). El factor de corrección de metano (MCF) y el potencial de generación de metano (L₀) se determinó por medio de las diferencias de los niveles con las imágenes satelitales de Google Earth®, obteniendo un potencial generador de metano de 21.8 m³/ton.

En el sitio de Mata Verde, Tlaxcoyan hasta el 2022, no contaban con ningún proceso de clausura, por lo que en su mayoría han desarrollado una cubierta vegetal encima de los mismo y, dadas las condiciones climáticas de la zona han sido invadidos por gramíneas oportunistas como el zacate (*Paspalum notatum*), estropajo (*Luffa aegyptiaca P. Miller*), zacate cadillo (*Enneapogon desvauxii P. Beauv*). La fauna que se encuentra de forma temporal en estos sitios se pueden identificar insectos como: orugas de mariposa (Papillionidae), chinches (Balboa sp.), cucaracha (*Periplaneta americana*), mosca (*Musca domestica*) y mosquito común (*Culex pipiens*) además de mamíferos como: ratones

(*Mus musculus*), ratas (*Rattus norvegicus*) y aves como zopilotes (*Coragyps atratus*) que se pueden considerar fauna nociva.

Un problema que se puede presentar en los sitios abandonados es el incendio espontáneo de los RSU como resultado de una combinación de factores como la falta de recursos, personal e infraestructura (Bernaché, 2015) o provocados por la quema de desechos para la recuperación de metales y de otros recursos a partir de llantas y cables eléctricos. No se ha presentado inestabilidad de taludes desde su abandono y no se ha observado la presencia de pepenadores.

Con respecto a la matriz de impactos ambientales para el sitio no controlado abandonado de Mata Verde en el municipio de Tlalixcoyan (Tabla 2) se determinaron seis factores ambientales como no presentes: incendios y explosiones, malos olores, inestabilidad del terreno, presencia de asentamientos humanos, residuos sólidos y pepenadores; y seis factores ambientales como irrelevantes: a) área del sitio de disposición final, b) volumen de los residuos acumulados, c) cantidad de residuos acumulados, d) generación de lixiviados, e) generación de biogas y f) flora y fauna. Sin embargo, a pesar que gran parte del sitio ha sido asimilado por el ecosistema presente, aún existe una cantidad considerable de desechos acumulados y sin tratamiento, lo que hace necesaria su clausura adecuada de conformidad con la normatividad nacional.

Tabla 2. Matriz de Impactos para el Sitio de Disposición Final No Controlado Abandonado Mata Verde, Tlalixcoyan.

Factor ambiental	S	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Categoría
Área del sitio de disposición final	-	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1 6	Irrelevante
Volumen de residuos acumulados	-	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1 6	Irrelevante
Cantidad de residuos acumulados	-	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1 6	Irrelevante
Generación de lixiviados	-	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1 6	Irrelevante
Generación de biogas	-	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1 6	Irrelevante
Flora y fauna	+	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2 2	Irrelevante
Incendios y explosiones	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No presente
Malos olores	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No presente
Inestabilidad del terreno	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No presente
Presencia de asentamientos humanos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No presente
Presencia de residuos sólidos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No presente
Presencia de pepenadores	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No presente
Impacto acumulado												Irrelevante	

Conclusiones

La situación en el sitio de disposición final abandonado de Mata Verde en Tlalixcoyan, Veracruz, refleja una problemática ambiental significativa. Aunque la mayoría de los residuos sólidos acumulados han sido cubiertos por una vegetación natural, aún persiste una cantidad considerable de desechos sin tratar. Esta situación plantea riesgos ambientales, como la generación de lixiviados y biogás, así como la presencia de fauna nociva. Además, existe la posibilidad de incendios espontáneos debido a la falta de infraestructura y recursos para el manejo adecuado de los residuos. Por lo anterior es necesario de una clausura adecuada del sitio según la normativa nacional. Es importante implementar medidas adecuadas de gestión y clausura que mitiguen los impactos ambientales y protejan la salud pública y el medio ambiente en la región.

Referencias

- Aguilar-Virgen Q., Ojeda-Benítez S., Taboada-González P., Quintero-Núñez M. (2012). Estimación de las constantes k y L0 de la tasa de generación de biogás en sitios de disposición final en Baja California, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 Sup. (1) 43-49.
- Aguilar-Virgen Q., Taboada-González P., Ojeda-Benítez S. (2014) Analysis of the feasibility of the recovery of landfill gas: a case study of Mexico, *Journal of Cleaner Production*, 79:53-60, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.025>.
- Barranco R. (2017) Alcaldía de Tlalixcoyan usa predio de comunidad como basurero al aire libre, Al Calor Político, Recuperado el 24 de Febrero del 2020 de <https://www.alcalorpolitico.com/informacion/alcaldia-de-tlalixcoyan-usa-predio-de-comunidad-como-basurero-al-aire-libre-245110.html#.XIR3JqgzblU>
- Bernaché G. (2015) La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, año 3, 1(7):72-101.
- De Wet A. (2016). Discovering and Characterizing Abandoned Waste Disposal Sites Using LIDAR and Aerial Photography. *Environmental & Engineering Geoscience*, 22(2), 113–130. <https://doi.org/10.2113/gseegeosci.22.2.113>
- DOF (2021) PROYECTO de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-083- SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. *Diario Oficial de la Federación* del 10 de mayo del 2021.

- Escamilla P. (2019). Eficiencia y confiabilidad de modelos de estimación de biogás en rellenos sanitarios. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1),32-44 ISSN: 1390-3799.: <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.03>
- Gaudie-Ley M., Junior R., Mendonça H., Lioi Nascentes A., Silva L. (2021). Comparison between Prediction Models and Monitored Data on Leachate Generation from a Sanitary Landfill in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, Brazil. 5. 58. <https://doi.org/10.15406/ijh.2021.05.00266>.
- Irfan, M., Houdayer, B., Shah, H. (2019) GIS-based investigation of historic landfill sites in the coastal zones of Wales (UK). *Euro-Mediterr J Environ Integr* 4, 26. <https://doi.org/10.1007/s41207-019-0116-y>
- López-Vega M, Ramírez-González S., Santos-Herrero R. (2021). Predicción de la generación de lixiviados en rellenos sanitarios de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Santa Clara Cuba. *Tecnología Química*, 41(1), 47-59. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852021000100047&lng=es&tlng=es.
- MINAM (2019), Taller de capacitación y asistencia técnica en la formulación de proyectos de inversión pública ambientales. Ministerio del Ambiente, Perú, recuperado el 25 de octubre del 2022 https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/351757/1.2._DGRS_-_Criterios_tecnico_AREAS_DEGRADADAS_2019.pdf
- Susunaga-Miranda M., Ortiz Muñiz B., Castañeda Chávez M., Lango Reynos F., Hernández Berriel. (2022). Sitios de disposición final de residuos sólidos abandonados en la Región de Sotavento del estado de Veracruz, México, utilizando herramientas SIG. *Enfoque UTE*, 13(4). <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.853>
- Susunaga-Miranda, M. A., Ortiz Muñiz, B., Estévez-Garrido, B. M., Susunaga-Estévez, R. M., Díaz-González, M., & Castellanos-Onorio, O. P. (2023). Greenhouse gas emissions by the biogas from the Abandoned Solid Waste Final Disposal Site in City of Veracruz, Mexico. *Enfoque UTE*, 14(4), 1-8. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.988>
- Susunaga-Miranda, M. A (2023b). Clausura de los sitios de disposición final no controlados abandonados en la región sotavento, del Estado de Veracruz, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, TecNM/Instituto Tecnológico de Boca del Río.

ACCIDENTES E INCIDENTES EN LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR EN MÉXICO

SANDRA HERNÁNDEZ CARMONA¹

ELSA ELENA CORONA MAYORAL²

DELIA DEL CARMEN GAMBOA OLIVARES³

Resumen

De acuerdo a informes de la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica (CNIAA) hasta enero de 2022, México contaba con 49 ingenios azucareros distribuidos en 15 estados del país; alcanzando una producción que ronda a los 5 millones de toneladas de azúcar con un valor cercano a los 27 mil millones de pesos; México ocupa el sexto lugar en el mundo en la producción de caña de azúcar y es el séptimo en su consumo. Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa, 2007a), de ahí la importancia de conocer la problemática que los ingenios presentan, una de ellas relacionada con la seguridad industrial dentro del ingenio azucarero.

La presente investigación tiene como objetivo conocer en base a las normas de Protocolo de Inspección para Ingenios Azucareros, cuál es la relación que existe entre los accidentes ocasionados en la mencionada industria y la falta de medidas de seguridad industrial en los ingenios de México; para lo cual se realizó una investigación documental de hechos publicados a lo largo de 10 años que incluyeron accidentes e incidentes.

Palabras Clave: Accidente laboral, Incidente, Seguridad industrial, Prevención de riesgos, Salud ocupacional.

Abstract

According to reports from the National Chamber of Sugar and Alcohol Industries (CNIAA) as of January 2022, Mexico had 49 sugar mills distributed in 15 states of the country; reaching a production of around 5 million tons of sugar with a value close to 27 billion pesos; Mexico ranks sixth in the world in sugar cane production and seventh in its consumption. According to the Secretariat of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (Sagarpa, 2007a), hence the importance of knowing the problems that the mills present, one of them related to industrial safety within the sugar mill.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz, L21020541@veracruz.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz, elsa.cm@veracruz.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz, delia.go@veracruz.tecnm.mx

The present investigation aims to know, based on the Inspection Protocol standards for Sugar Mills, what is the relationship that exists between the accidents caused in the aforementioned industry and the lack of industrial safety measures in the mills of Mexico; For this purpose, a documentary investigation was carried out on facts published over 10 years, including accidents and incidents.

Keywords: Workplace accident, Incident, Industrial safety, Risk prevention, Occupational health.

Introducción

La industria azucarera se ha desarrollado en México en forma ininterrumpida desde sus inicios, siendo una de las actividades de mayor tradición y trascendencia en el desarrollo histórico del país. La secretaría de Economía (2012) ha señalado que el agro sector aporta 11.6% del PIB del sector primario, y 2.5% del PIB manufacturero. El sector azucarero nacional ha originado en forma directa 450 mil, e indirectamente 2.2 millones de empleos, llevándose a cabo en 15 estados y 227 municipios (SECRETARIA DE ECONOMIA, 2012). Esto permite destacar la importancia de la actividad para el desarrollo del sector industrial alimentario y para el crecimiento económico de México. Hasta enero de 2022, México contaba con alrededor de 49 ingenios azucareros distribuidos en diferentes estados del país; en donde la tasa de accidentes de trabajo en la actividad “Elaboración de azúcar” es elevada; ya que los trabajadores han sufrido por lo menos un accidente, tanto en las calderas, batey y envasado, siendo estos los lugares en donde más accidentes ocurrieron.

A través de los años los riesgos de trabajo en los ingenios azucareros han sido mayor que la tasa nacional de accidentes y muertes laborales, problema que se acentúa en la época de zafra (Diego Palmero Andrade, secretario de la Comisión de Agricultura y Ganadería de la Cámara de Diputados); Los 5 principales riesgos que menciona Paul Sidaoui de este sector (relacionados con la maquinaria, emisiones de polvos, incendios y/o explosión, químicos o térmicos, y físicos) se describen:

- a) **RIESGOS RELACIONADOS CON LAS EMISIONES DE POLVO.** El polvo puede acumularse en muchos lugares y cubrir las superficies de trabajo, el tráfico, el suelo, las paredes del silo, los edificios, las bandejas de cables, las tuberías, los equipos industriales (cintas transportadoras, transportadores, estaciones de ensacado, bateo de máquinas, llenado de silos, etc.), pero también se propaga más ampliamente a través del aire. Está presente, sobre todo, en los recovecos y espacios reducidos de difícil acceso para la limpieza y el mantenimiento de los equipos necesarios para la producción de azúcar. La emisión de polvo en las fábricas de azúcar expone a los trabajadores a agentes biológicos responsables de enfermedades infecciosas. También puede provocar, por ejemplo, reacciones alérgicas graves debido al

carácter neumalérgico de los mohos de la caña de azúcar presentes en las zonas de producción.

- b) **RIESGOS RELACIONADOS CON LA MAQUINARIA.** Dado el carácter estacional de esta industria, las máquinas utilizadas en los procesos de extracción o separación del azúcar funcionan continuamente (24 horas al día, 7 días a la semana) durante todo el año. Estos equipos suelen ser numerosos y generan niveles de ruido que pueden superar los 100 dB durante las fases de trituración o limpieza. Estos elevados niveles de ruido pueden dañar el sistema auditivo, provocar malestar, falta de concentración o ser una fuente de estrés, afectando así a la salud y la seguridad de los operarios. Las máquinas utilizadas para producir azúcar pueden ser causa de accidentes graves (cortes, laceraciones, aplastamiento de manos y brazos, enrollamiento de la ropa, del pelo, etc.) debido a las piezas móviles o giratorias (por ejemplo, las centrifugadoras). Además, los bloqueos, atascos, ajustes o limpiezas bajo los transportadores, con difícil acceso a zonas peligrosas, son causa de posibles accidentes laborales.
- c) **RIESGOS DE CARÁCTER QUÍMICOS Y TÉRMICOS.** Los diversos procesos de fabricación del azúcar implican altas temperaturas que pueden causar quemaduras o problemas respiratorios. En varias operaciones de limpieza, clarificación, decoloración o desinfección de equipos e instalaciones se utilizan productos químicos -detergentes, desinfectantes, decapantes, etc.- que pueden provocar importantes riesgos para la salud de los trabajadores. Entre ellos se encuentran la intoxicación, las quemaduras oculares o cutáneas, las reacciones alérgicas, el asma e incluso los riesgos cancerígenos. Entre las sustancias responsables de estos problemas se encuentran el ácido fosfórico, la lechada de cal, el sulfoxilato de sodio, etc.
- d) **RIESGOS POR EXPLOSIONES Y/O INCENDIOS.** La industria azucarera trabaja con polvos combustibles que pueden explotar o arder. Este es el caso, en particular, del azúcar, en forma seca o en polvo, o de los residuos en polvo generados (pulpa, bagazo). Ya se han producido en el pasado varias explosiones de polvo de azúcar como consecuencia del calentamiento, el tamizado, el traslado, la carga o el almacenamiento en silos y han tenido, en los casos más extremos, consecuencias a veces mortales.

Algunos focos de ignición se encuentran en el interior de las máquinas o en las partes mecánicas en movimiento (ascensores, superficies calientes de los motores, presencia de cuerpos extraños que generan fricción entre dos piezas, etc.) o se producen debido a equipos eléctricos defectuosos. El almacenamiento de alcohol a base de etanol o de alcohol de remolacha procedente de la fermentación del jugo de azúcar o de la melaza también puede ser

la causa de incendios o explosiones graves. Por lo tanto, es esencial una evaluación de los riesgos de explosión en la industria azucarera para anticiparse y prevenirlos mejor.

- e) **RIESGOS FÍSICOS.** Todas las industrias procesamiento de alimentos, productos químicos, construcción, energía, etc. implican riesgos físicos para los operarios que están relacionados con el uso de máquinas y equipos adicionales, la disposición de los puestos de trabajo o el entorno laboral. Las operaciones de manipulación son importantes y requieren gestos repetitivos durante el envasado del azúcar, lo que puede provocar enfermedades profesionales en las articulaciones o trastornos musculoesqueléticos (TME). Lo mismo ocurre con las fases de limpieza y desinfección de las máquinas y los locales, que implican posturas incómodas o un alto nivel de tensión en determinadas extremidades (en cuclillas, de rodillas, con los brazos extendidos / en el aire).

Los procesos de trituración y rallado también presentan peligros en términos de cortes y abrasiones con el riesgo de sobreinfección (ataques de pánico). Por último, los suelos y las escaleras suelen estar mojados o resbaladizos en las refinерías/fábricas de azúcar debido a los derrames de líquidos, la presencia de suciedad, etc.

Por tanto, los trabajadores están expuestos al riesgo de caídas, que pueden provocar lesiones.

La presente investigación tiene como objetivo conocer, en base a las normas de Protocolo de Inspección para Ingenios Azucareros, cuál es la relación que existe entre los accidentes ocasionados en la mencionada industria y la falta de medidas de seguridad industrial en los ingenios de México; para lo cual se realizó una investigación documental de hechos publicados a lo largo de 10 años que incluyeron accidentes e incidentes

Metodología

Según la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcoholera, 2024; la población que está conformada por los ingenios de México, son 49 ingenios azucareros distribuidos en diferentes estados del país: Campeche (1), Chiapas (2), Colima (1), Jalisco (6), Michoacán (3), Morelos (2), Nayarit (2), Oaxaca (3), Puebla (2), Quintana Roo (1), San Luis Potosí (4), Sinaloa (1), Tabasco (2), Tamaulipas (1) y Veracruz siendo el mayor productor de azúcar cuenta con dieciocho ingenios.

El tamaño de la muestra será el tamaño poblacional al ser esta muy pequeña, la investigación tiene un enfoque cuantitativo y es documental-longitudinal ya que se es utilizada la recopilación y análisis de información previamente publicada ya sea en noticias, artículos, informes, estudios de casos e incluso documentos relevantes publicados a lo largo de 10 años. Para la recopilación de la información se hizo mediante una tabla diseñada para tal fin en donde se registró el nombre del ingenio, el tipo de

accidente y/o incidente, la descripción del mismo, la cantidad de personas afectadas y las normas que no se cumplieron.

Resultados

En la Tabla 1 se puede observar los registros históricos de accidentes e incidentes correspondientes en los ingenios azucareros de la región en los últimos 10 años; en el cual podemos identificar los patrones, tendencias en las áreas de riesgo dentro de las industrias. De acuerdo a estos datos el porcentaje ingenios que han presentado algún incidente y/o accidente es del 79.59%.

Tabla 1. Accidentes e incidentes en los ingenios azucareros de México 2014-2024

INGENIO	TIPO*	DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE/INCIDENTE	No. PERSONAS AFECTADAS	NORMAS QUE DEBIERON APLICARSE
Ingenio Impulsora Azucarera Del Trópico S.A. De C.V. (La Joya)	I	Tras fuerte explosión registrada, 3 obreros miembros del sindicato de trabajadores de la Trabajadores presentaron quemaduras, golpes y laceraciones en extremidades inferiores, tras laborar cerca de la línea de vapor de agua que se colapsó. Fueron unos tubos y válvulas de vapor de agua que se rompieron.	3	NOM-027-STPS-2008
Ingenio Cía. Azucarera la Fe (Pujillic)	A	La deflagración comenzó en la zona del tanque de enfriamiento, por lo que presumen que pudo haber sido un fallo en el sistema eléctrico lo que condujo la chispa que finalmente hizo que diera inicio el incendio, dejando pérdidas materiales, pero no se reportaron personas lesionadas.	0	NOM-002-STPS-2010
Ingenio De Huixtla	A	Un empleado al servicio de la empresa azucarera, sufre quemaduras de las piernas, de las rodillas hacia abajo, ya que en forma accidental le cayó jugo alcalizado a una temperatura de 82AH85 grados.	1	NOM-005-STPS-1998; NOM-018-STPS-2000; NOM-010-STPS-1999; NOM-028-STPS-2012
Ingenio Quesería	A	Un almacén de bagazo, comenzó a incendiarse en el almacén, desprendiendo humos con olores desagradables que afectaron a personas que viven en las inmediaciones de la fábrica.	0	NOM-002-STPS-2010
Ingenio Cía. Azucarera del Ingenio Bellavista	I	Trabajadores realizaban revisiones de rutina y que no se trató de una explosión de la caldera, sino que fueron las válvulas de seguridad que se activaron por el proceso de detener la caldera.	3	NOM-029-STPS-2011
Ingenio José María Morelos		NO SE ENCONTRARON DATOS		
Ingenio Melchor Ocampo	A	Se registró un accidente laboral en donde fallecieron dos trabajadores de 52 y 42 años de edad y otros dos empleados de 42 y 45 años, resultaron con heridas de gravedad por la activación de las válvulas de seguridad del Ingenio.	4	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio San Francisco Ameca		NO SE ENCONTRARON DATOS		
Ingenio Tala	A	El obrero falleció durante sus labores de limpieza en los rolos, área por donde la caña de azúcar entra a ser triturada en el molino; la maquinaria entró en funcionamiento de manera	1	NOM-017-STPS-2008 NOM-005-STPS-1998

		repentina, cobrando la vida del trabajador de manera instantánea.		
Ingenio Tamazula	A	Una bodega de cachaza, un residuo de la caña de azúcar, comenzó a incendiarse ocasionando que el fuego se propagara rápidamente a la parte exterior de la bodega. Afortunadamente no se reportaron personas lesionadas.	0	NOM-002-STPS-2010
Ingenio Lázaro Cárdenas	A	Trabajador perdió la vida tras caer de manera accidental a las maquinas procesadoras. En un descuido y ante la carencia de medidas de protección adecuadas cayó a las trituradoras.	1	NOM-009-STPS-2011
Ingenio Pedernales	A	Trabajador perdió la vida a causa del golpe de maquinaria el Superintendente de Concentradora del área de minas.	1	NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio Santa Clara		NO SE ENCONTRARON RESULTADOS		
Ingenio Central Casasano		NO SE ENCONTRARON RESULTADOS		
Ingenio Corporativo Azucarero Emiliano Zapata	I	Explosión en uno de los motores "Por la presión de vapor se botó la tapa de una turbina de motor, que ocasionó por ahí un accidente a unos compañeros, pero es leve (la afectación) fue nada más por el ruido".	3	NOM-004-STPS-1999
-Ingenio de Puga		NO SE ENCONTRARON RESULTADOS		
-Ingenio El Molino	A	Una supuesta falla en una de las válvulas de la turbina del molino generó alerta entre los cuerpos de auxilio, ya que una caldera había explotado en el ingenio, por lo que de inmediato se encendieron las alarmas de alerta.	2	NOM-004-STPS-1999
Ingenio Adolfo López Mateos	A	Uno de los empleados de confianza perdió una pierna a consecuencia de un accidente por falta de precaución del chófer de una unidad de motor y el descuido del lesionado.	4	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio El Refugio	A	Dos obreros golpeados alarmaron a los trabajadores, que provocó la explosión en la tubería número 4 en una caldera del ingenio, por causas hasta el momento no confirmadas. Informes dicen que los trabajadores solo sufrieron golpes en el cuerpo	2	NOM-027-STPS-2008
Ingenio La Margarita		NO SE ENCONTRARON DATOS		
Ingenio Caípam		NO SE ENCONTRARON DATOS		
Ingenio Industrial Azucarera Atencingo	A	Un trabajador sufrió una fuerte caída mientras realizaba el manteniendo de las máquinas al interior del inmueble, se encontraban a una altura de aproximadamente seis metros, sin embargo, en un descuido resbaló.	1	NOM-009-STPS-2011
Ingenio San Rafael de Pucté	A	Dos trabajadores resultaron con heridas de gravedad y seis con lesiones menores. El accidente ocurrió cuando un contenedor de jugos tuvo una filtración y ocasionó el estallido, donde el escurrimiento de varios litros de azúcar hirviendo, cayó sobre los trabajadores.	2	NOM-027-STPS-2008
Ingenio Alianza Popular	A	Trágico accidente se registró, donde un obrero murió al quedar atrapado en una banda transportadora.	1	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio Plan de Ayala	A	Por lo menos 12 trabajadores que se encontraban laborando en el área de tachos en el turno de la noche, donde se registró un severo daño en el tacho con el número 12; una de esas es que el tacho dañado ya no aguantó la presión y que es bastante viejo y obsoleto.	12	NOM-020-STPS-2011 NOM-004-STPS-1999 NOM-005-STPS-1998 NOM-009-STPS-2011 NOM-019-STPS-2011 NOM-030-STPS-2009

Ingenio Plan de San Luis	A	Trabajador externo se cayó de gran altura, pero versiones confirmadas posteriormente destacan que realizaba una fosa cuando, repentinamente la tierra se desmoronó y cayó él al interior.	1	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio San Miguel del Naranjo		NO SE ENCONTRARON DATOS		
-Ingenio Eldorado	A	Dos trabajadores acudieron con el soldador y se colocaron debajo del contenedor; el ingeniero responsable y el operador, no constataron bien que el contenedor estuviese vacío y los trabajadores al estar allí y destaparlo salió sosa cáustica con agua a presión y a alta temperatura.	4	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio Presidente Benito Juárez	A	Un hombre perdió la vida al momento de que cayó desvanecido a un costado de una carreta de caña cuando estaba quitando los cinchos de la misma, que fueron jaladas por un tractor.	1	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa	A	Un ingeniero perdió la vida al ser atrapada y triturada por el gusano de traslado del área de tolva, la joven mujer de apenas 23 años de edad, tomaba una muestra del endulzante y casi fue decapitada.	1	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio El Mante	A	Dos obreros y un ingeniero resultaron con quemaduras de tercer grado luego de caerles vapor ardiendo, tras la fuga en una válvula.	3	NOM-002-STPS-2010 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999
Ingenio Azucarera San Jose de Abajo		NO SE ENCONTRARON DATOS		
Ingenio Azucarero Modelo	A	Dos obreros resultaron con serias lesiones al levantar una bomba agrícola que les cayó encima luego de que las cintas aseguradoras de la maniobra reventaran.	2	NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999 NOM-029-STPS-2011 NOM-017-STPS-2008 NOM-005-STPS-1998
Ingenio Central El Potrero	A	Al salir volando un colador del tacho número 5. Afortunadamente no golpeó a trabajadores que se encontraban cerca; sin embargo, causó terror por la velocidad con que salió volando.	0	NOM-029-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008
Ingenio Central La Providencia	A	Un obrero del Ingenio La Providencia resultó con una fractura en una de sus extremidades luego de caer de una altura de 7 metros cuando se encontraba realizando trabajos de soldadura.	1	NOM-009-STPS-2011
Ingenio Central Motzorongo	A	Incendio ocurrido, dejó dos trabajadores lesionados, uno de ellos de gravedad. Cuando supuestamente una caldera se gasificó y provocó un flamazo que prendió fuego a materiales cercanos.	2	NOM-027-STPS-2008
Ingenio Central Progreso		NO SE ENCONTRARON DATOS		
Ingenio Central San Miguelito	A	Un obrero perdió la vida al caer de una altura de más de 10 metros dentro de la fábrica. Según reportes se encontraba soldando en el área de secado cuando perdió el control cayendo al suelo	1	NOM-009-STPS-2011
Ingenio Cía. Industrial Azucarera		NO SE ENCONTRARON DATOS		

Ingenio Constančia	A	Un obrero murió en el interior de la factoría presuntamente al caerle encima un súper saco que transportaba varias toneladas de azúcar.	1	NOM-001-STPS-2008 NOM-029-STPS-2011
Ingenio El Carmen	A	Trágica muerte encontró un obrero, al caer presuntamente de manera accidental, en el área de centrifugado donde quedó prensado en unas aspas.	1	NOM-009-STPS-2011
Ingenio El Higo		NO SE ENCONTRARON DATOS		
Ingenio Grupo Azucarero San Pedro	I	Se registró una fuerte explosión en las instalaciones, el siniestro pudiera haberse originado por un probable corto circuito. Así como que la explosión se derivó de una de las tuberías la cual alimenta el área de molino	0	NOM-027-STPS-2008
Ingenio Industrial Az. San Cristobal	A	Una persona había quedado malherida al sufrir una grave lesión cuando realizaba su trabajo en la bodega de azúcar, cayendo de una altura de aproximadamente 5 metros, quedando seriamente lesionado.	1	NOM-009-STPS-2011 NOM-017-STPS-2009 NOM-001-STPS-2008
Ingenio La Gloria		Un obrero perdió la vida mientras realizaba sus actividades de trabajo, murió al caer al rastrillo procesador de bagazo, al momento que efectuaba labores de molienda por el periodo de zafra.	1	NOM-004-STPS-1999 NOM-017-STPS-2009 NOM-001-STPS-2008
Ingenio Mahuixtlan	A	Trabajador se resbaló y accidentalmente cayó en la banda de la trituradora, y a pesar de los esfuerzos que hicieron sus compañeros para correr a detener la operación de la máquina, ya para entonces el hombre estaba despedazado.	1	NOM-004-STPS-1999 NOM-017-STPS-2009 NOM-001-STPS-2008 NOM-019-STPS-2011
Ingenio Panuco S.A.P.I. DE C.V.	A	Dos trabajadores perdieron la vida luego de que les cayera encima una plataforma. Presuntamente ambos se encontraban realizando trabajos de soldadura debajo de una plataforma.	2	NOM-027-STPS-2008 NOM-009-STPS-2011 NOM-004-STPS-1999
Ingenio San Nicolás	A	Un obrero resultó con quemaduras de primer y segundo grado al sufrir un accidente cuando intentó abrir una válvula de jugo de caña, saliendo a demasiada presión cayendo sobre su cuerpo el líquido hirviendo que le provocó quemaduras.	1	NOM-004-STPS-1999 NOM-017-STPS-2009 NOM-005-STPS-1998
Ingenio Tres Valles	I	Durante una prueba de calderas, se produjo una fuerte explosión que causó alarma entre los habitantes, escuchándose el estruendo en diferentes puntos de este municipio.	0	NOM-020-STPS-2011 NOM-001-STPS-2008 NOM-002-STPS-2010

*A=ACCIDENTES I=INCIDENTES

Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación documental

Conclusiones

El sector industrial azucarero en México enfrenta problemas significativos en términos de seguridad laboral y prevención de accidentes. A través de este estudio, se ha evidenciado la necesidad de implementar y reforzar normas específicas que aborden las particularidades de este sector, teniendo en cuenta los tipos de riesgos a los que están expuestos los trabajadores y las características de los procesos productivos.

Normas como la NOM-001-STPS-2008 y la NOM-004-STPS-1999 deben ser implementadas en el sector azucarero considerando los tipos de maquinaria y los procesos industriales involucrados. La capacitación continua de los trabajadores en prácticas de seguridad y manejo de emergencias es esencial. Programas de formación que incluyan simulacros regulares y educación sobre el uso correcto de equipos de protección personal pueden reducir significativamente la incidencia de accidentes, al igual que la adopción de tecnologías avanzadas y prácticas de gestión de riesgos pueden mejorar la seguridad en el sector. Esto incluye la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real y el uso de equipos de seguridad avanzados.

Las mejores prácticas de otras industrias con altos estándares de seguridad deben ser consideradas e incorporadas, el aumentar la frecuencia y rigurosidad de las inspecciones por parte de las autoridades laborales es indispensable, así como un sistema de sanciones claras y justas para las empresas que no cumplan con las normas de seguridad como son este tipo de industrias lo que pudiese actuar como un disuasivo efectivo y fomentar una cultura de cumplimiento.

Referencias

- Accidente en el IPA puso en riesgo a los trabajadores. (2017, 28 noviembre). *REGIONVALLES*. <https://regionvalles.com/accidente-ipa-puso-riesgo-los-trabajadores/>
- Ávila, R. (2024, 2 septiembre). Se registra fuerte explosión en caldera del ingenio de Tres Valles. *DIARIO de XALAPA*. <https://www.diariodexalapa.com.mx/policiaca/se-registra-fuerte-explosion-en-caldera-del-ingenio-de-tres-valles-veracruz-4479518.html>
- B. García, J. (2016, 7 marzo). Muere obrero del ingenio La Gloria al caer a rastrillo procesador de bagazo. *El Poder de la Verdad*. <https://www.alcalorpolitico.com/informacion/muere-obrero-del-ingenio-la-gloria-al-caer-a-rastrillo-procesador-de-bagazo-196134.html>
- Cano, L. (2023, 25 diciembre). Se registra otro accidente en el ingenio de Atencingo. *MUNICIPIOS PUEBLA*. <https://municipiospuebla.mx/nota/2023-12-25/chietla/se-registra-otro-accidente-en-el-ingenio-de-atencingo>
- Caña de azúcar un cultivo de importancia para México*. (2021, 13 marzo). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cana-de-azucar-un-cultivo-de-importancia-para-mexico?idiom=es>
- CEBALLOS ERASO, A. I., & REYES MELO, L. A. (2020). ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD LABORAL DEL SECTOR AGRÍCOLA AZUCARERO DEL VALLE DEL CAUCA EN LOS AÑOS 2017-2018. En *UNIVERSIDAD - ECCI ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA SEGURIDAD y SALUD EN EL TRABAJO*.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/639/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

DIRECTORIO DE INGENIOS. (2024). Camara Nacional de las Industrias Azucareras y Alcohólicas. <https://www.cniaa.mx/Ingenios>

El dulce ingenio de producir azúcar. (2013). Ingenio la Margarita S.A de C.V. <https://www.lamargarita.com.mx/historia.html>

Explosión en ingenio azucarero causa alarma entre los obreros. (2018, 14 diciembre). *El Sol de Orizaba.* <https://www.elsoldecordoba.com.mx/policiaca/explosion-en-ingenio-azucarero-causa-alarma-entre-los-obreros-2801075.html>

Explosión en la Joya: dos heridos. (2015, 16 diciembre). *Desde el Balcón.* <https://www.desdeelbalcon.com/explosion-en-la-joya-dos-heridos/>

Explota caldera en el Ingenio de Tres Valles, Veracruz. (2019, 20 noviembre). *Política Al Día.* <https://politicaaldia.com/resumen.php?id=66380>

Figueroa Velázquez, R. M. (2015). PROTOCOLO DE INSPECCIÓN PARA INGENIOS AZUCAREROS. En *Secretaría del Trabajo y Previsión Social*. Dirección General de Inspección Federal del Trabajo. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/18998/Protocolo_Ingenios_Azucareros.pdf

García, M. P. (2023a, abril 3). Muere trabajador del ingenio san José de Abajo, en accidente en tierra blanca. *Órale! La Noticias En Caliente.* <https://imagendelgolfo.mx/policiaca/muere-trabajador-del-ingenio-san-jose-de-abajo-en-accidente/50345709>

García, M. P. (2023b, mayo 5). Muere obrero por accidente laboral en ingenio de Veracruz. *Voz En Libertad IMAGEN de Veracruz.* <https://imagedeveracruz.mx/policiaca/muere-obrero-por-accidente-laboral-en-ingenio-de-veracruz/50403268>

HORRIBLE MUERTE ENCUENTRA TRABAJADOR EN INGENIO MAHUIXTLÁN. (2011, 16 enero). *Blogspot.* <https://lavozdelaregion.blogspot.com/2011/01/horrible-muerte-encuentra-trabajador-en.html>

Incendio en ingenio Motzorongo deja 2 trabajadores heridos. (2020, 9 diciembre). *Órale! Las Noticias En Caliente.* <https://imagendelgolfo.mx/policiaca/incendio-en-ingenio-motzorongo-deja-2-trabajadores-heridos/50060968>

Mueren calcinados 2 trabajadores del Ingenio El Higo y uno más resulta lesionado. (2017, 24 agosto). *XEU Noticias.* <https://xeu.mx/policiaca/920705/mueren-calcinados-2-trabajadores-del-ingenio-el-higo-y-uno-mas-resulta-lesionado>

- Obrero Muerto. (2024, 21 enero). *El Diario Regional el Mañana de Valles*.
<https://elmananadevalles.com.mx/policiaca/obrero-muerto/143995>
- Otro accidente en el potrero. (2023, 22 marzo). *La Nigua un Mar de Noticias*.
<https://lanigua.com.mx/otro-accidente-en-el-potrero/>
- PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB). (2024). En *INEGI*.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/pib_pconst/pib_pconst2024_02.pdf
- Quemado en Ingenio San Nicolás. (2018, 31 enero). *El Sol de Orizaba*.
<https://www.elsoldeorizaba.com.mx/policiaca/quemado-en-ingenio-san-nicolas-1462465.html>
- Rodriguez, I. (2023, 25 septiembre). Fuerte accidente en Calipan deja 10 lesionados y 1 prensado. *MEGANOTICIAS*. <https://www.meganoticias.mx/tehuacan/noticia/fuerte-accidente-en-calipan-deja-10-lesionados-y-1-prensado/461463>
- Sagarpa (2007a) Programa Nacional De La Agroindustria De La Caña De Azúcar, Diciembre 2007
- Santos, D. (2024, 22 febrero). Accidente en José Maria Morelos deja un hombre gravemente herido. *PorEsto!* <https://www.poresto.net/quintana-roo/sucesos/2024/2/22/accidente-en-jose-maria-morelos-deja-un-hombre-gravemente-herido.html>
- Se incendia almacén de bagazo en ingenio Quesería. (2021, 13 abril). *MEGANOTICIAS*.
<https://www.meganoticias.mx/colima/noticia/se-incendia-almacen-de-bagazo-en-ingenio-queseria/234914>
- Se tronaron las cuchillas cortadoras del ingenio central Potrero. (2023, 18 marzo). *Alcalorpolitico*.
<https://www.alcalorpolitico.com/informacion/se-tronaron-las-cuchillas-cortadoras-del-ingenio-central-potrero-384847.html>
- TERRIBLE ACCIDENTE, TRABAJABA EN EL INGENIO: FALLECIDO EN VOLCADURA. (2021, 8 marzo). *Red Noticias el Higo*.
<https://www.facebook.com/100064772179612/posts/101134972056615/>
- Trabajador muere en accidente laboral en ingenio azucarero. (2024, 27 enero). *CRÍTICA*.
<https://www.critica.com.pa/sucesos/trabajador-muere-en-accidente-laboral-en-ingenio-azucarero-664650>
- Trabajadores del Ingenio Azucarero San Rafael fuera de peligro. (2022, 21 febrero). *CANAL10*.
<https://noticias.canal10.tv/nota/municipios/trabajadores-del-ingenio-azucarero-san-rafael-fuera-de-peligro-2022-02-21>

Tras muerte de joven, piden mayor seguridad en la carretera Autlán. (2022, 25 enero). *Letra Fria las Noticias Como Son*. . . <https://letrafria.com/accidente-en-carretera-502-cobra-la-vida-de-una-joven/>

Vuela colador del tacho 5 de Central Potrero; a punto de provocar desgracia. (2019, 20 febrero). *Proyecto13*. <https://proyecto13.com/8-seccion/vuela-colador-del-tacho-5-de-central-potrero-a-punto-de-provocar-desgracia/>

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA TERAPÉUTICA QUIRÚRGICA PARA LA PERSISTENCIA DE URACO EN BOVINOS. REPORTE DE CASO

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN¹

ALEJANDRO RETURETA APONTE²

VÍCTOR MANUEL DOMÍNGUEZ CARTAS³

Resumen

El objetivo del presente fue el análisis costo beneficio de la terapéutica quirúrgica para la persistencia de uraco en bovinos. Para evaluar la técnica, se intervino quirúrgicamente un becerro macho cruza *Bos indicus* x *Bos taurus*, con un peso de 55 kg, con presencia de persistencia de uraco. Después de practicar la sedación, bloqueo local y asepsia, se realizó un incisión de 360 ° para localizar el cordón umbilical, donde se aloja el conducto uracal. Se realizaron 2 ligaduras de ballestrinque con nylon del 1, la primer ligadura al nivel de la parde abdominal, la segundo a 1 cm por arriba de este, posteriormente se seccionó el cordón umbilical a 3 cm de la última ligadura, colocando una sutura absorbible de poliglicólico del 1. Posterior a ellos de realizo prueba de permeabilidad colocando debajo de las dos suturas 5 ml de SSF, observado un sellado total. La piel se suturo con puntos en U utilizando con nylon del 1. Se calculó la Relación Beneficio Costo. Los parámetros evaluados fueron relación beneficio costo y recuperación posoperatoria (procesos infecciosos. Estos resultados nos permiten concluir que la utilización de esta técnica mostro una recuperación de 14 días con una relación beneficio costo de 2.0 pesos M/N, lo que significa que por cada peso invertido, dicho peso fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$1.0 pesos M/N .

Palabras clave: Evaluación económica, persistencia de uraco, terapéutica quirúrgica.

Abstract

The aim of this study was to perform a cost-benefit analysis of surgical therapy for persistent urachus in cattle. To evaluate the technique, a 55 kg male calf, *Bos indicus* x *Bos taurus* cross, was surgically treated with persistent urachus. After sedation, local blockade and asepsis, a 360° incision was made to locate the umbilical cord, where the urachal duct is located. Two 1-gauge nylon ballestrinque ligatures were made, the first ligature at the level of the abdominal wall, the second 1 cm above it, then the

¹ Universidad Veracruzana, roarieta@uv.mx

² Universidad Veracruzana

³ Universidad Veracruzana

umbilical cord was cut 3 cm from the last ligature, placing a 1-gauge polyglycolic absorbable suture. After this, a permeability test was performed by placing 5 ml of SSF under the two sutures, and a total seal was observed. The skin was sutured with U-shaped stitches using 1.0 mm nylon. The cost-benefit ratio was calculated. The parameters evaluated were the cost-benefit ratio and postoperative recovery (infectious processes). These results allow us to conclude that the use of this technique showed a recovery time of 14 days with a cost-benefit ratio of 2.0 pesos M/N, which means that for each peso invested, said peso was recovered and an extra profit of \$1.0 pesos M/N was obtained.

Keywords: Economic evaluation, urachal patent, surgical therapy.

Introducción

A nivel mundial, México ocupa el 13° con poca más de nueve millones de toneladas de leche líquida (0.17%) (SAGARPA, 2006). En lo que respecta a carne de bovino, a nivel mundial se producen aproximadamente 66 millones de toneladas de carne bovina por año (FAO, 2010); México ocupa el séptimo lugar (5%) en la producción por debajo de EUA (22%), la UE (15%) y Brasil (16%) pero es superior a Centroamérica (0.5%) (SAGARPA, 2005). En lo que a anomalías del uraco se refiere, éstas se pueden clasificar en congénitas y adquiridas (Park *et al*; 2003). El tipo de uraco permeable congénito, habitualmente se manifiesta en el neonato de dos formas: una es la persistencia de un uraco permeable con una vejiga parcialmente distendida y la otra es, una fístula vesico-umbilical. Las anomalías adquiridas son la infección y la degeneración maligna del uraco (Martín *et al*; 2009). Mientras que la persistencia de alguna de las partes del uraco, dará lugar a anomalías congénitas derivadas de él, es decir, que la patología se presenta en casos en que el uraco no se oblitera totalmente después del nacimiento (Mazzaferri *et al*; 2004). Por tal motivo el objetivo del presente estudio fue la evaluación económica y clínica de la terapéutica quirúrgica para la persistencia de uraco en bovinos.

Materiales y métodos

Localización

El caso clínico se presentó en el municipio de Palomares, en el Estado de Oaxaca, México. Esta comprendido entre las coordenadas geográficas de 17°15'47.9"N latitud norte y 95°15'24.0"W longitud oeste.

Ejemplar

Se intervino quirúrgicamente un becerro macho cruza *Bos indicus* x *Bos Taurus*, con un peso de 55 kg.

Los parámetros evaluados fueron relación beneficio costo y recuperación posoperatoria (procesos infecciosos).

Descripción de la técnica quirúrgica

Preoperatorio

La piel del área operatoria se lavó con jabón quirúrgico, se practicó tricotomía y embrocó tres veces con gasas saturadas de yodo, frotándose vigorosamente. Para la sedación se aplicó xilazina (0.2 mg/kg) y se sujetó al paciente manteniéndolo en posición decúbito. Se realizó un bloqueo de campo sin infiltrar la zona de incisión de manera circular alrededor del ombligo. Para este bloqueo se empleó clorhidrato de lidocaína al 2% a dosis de 2 ml en cada sitio de infiltración. En el presente estudio se utilizaron 6 puntos de infiltración, 3 de cada lado.

Transoperatorio

Se realizó un insición de 360 ° para localizar el cordón umbilical, donde se aloja el conducto uracal. Se realizaron 2 ligaduras de ballestrinque con nylon del 1, la primer ligadura al nivel de la parde abdominal, la segundo a 1 cm por arriba de este, posteriormente se seccionó el cordón umbilical a 3 cm de la última ligadura, colocando una sutura de connel con sutura absorbible de poliglicólico del 1. Posterior a ellos de realizo prueba de permeabilidad colocando debajo de las dos suturas 5 ml de SSF, observado un sellado total. La piel se suturo con puntos en U utilizando con nylon del 1.

Posoperatorio

La recomendación postoperatoria, incluyó penicilina G procaína a dosis de 20 000 UI / kg cada 12 hrs por 5 días, vía intramuscular profunda, a demás de curaciones locales, durante 7 días, por último se retiraron los puntos el día 12 posoperación.

Parámetros medidos

Procesos infecciosos: Se practico diariamente examen físico y general al paciente para detectar algún proceso infeccioso posoperatorio.

Relación beneficio costo. Se calculó dividiendo el valor actualizado de los beneficios (ingresos) \$ 9360 pesos M/N obtenido del precio por kilogramo de peso vivo en la zona de \$ 53 pesos M/N para becerros (180 – 230 kg), entre el valor actualizado de los costos (egresos) \$ 4500 pesos M/N por honorarios médicos veterinarios.

Resultados y discusión

El estudio mostró un tiempo de recuperación posoperatoria de 14 días, con una relación beneficio costo de \$ 2.0 pesos M/N, lo que significa que por cada peso invertido fue recuperado y además se

obtuvo una ganancia extra de \$ 1.0 peso M/N. Estos resultados concuerdan con lo reportado en Colombia donde en el abordaje quirúrgico se pudo observar que la bolsa umbilical tenía comunicación con la vejiga urinaria y presentaba úlceras en su capa interna. En este contexto, la corrección se inició con una onfaloplastia umbilical, la cual fue precedida por el trazado de líneas sobre la piel para referir la incisión (Cardona-Álvarez *et al*; 2014). Bajo este esquema, el costo de producción en ganadería se puede definir como el valor del conjunto de bienes económicos (capital), materiales (tierra, ganado, maquinaria, equipo, infraestructura, etc.) y de tiempo, que utiliza un productor pecuario para obtener un producto determinado (becerro, leche, pollo, lana, huevo, etc.), bajo los requerimientos que lo solicita su mercado. Los costos de producción en ganadería son afectados por los cambios económicos globales, la disponibilidad de materia prima, variaciones en la demanda de carne, fluctuación en los precios de los granos, disponibilidad de mano de obra, entre otros. Esto ha ocasionado que los costos de producción tengan una alta variabilidad entre cada ciclo de producción, afectando la rentabilidad de la actividad (FIRA, 2010). Esto concuerda con lo reportado en el presente estudio, donde se obtuvo una relación beneficio costo de \$ 2.0 pesos M/N, lo que significa que por cada peso invertido fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$ 1.0 peso M/N.

Conclusiones

Se concluye que la utilización de esta técnica mostro una recuperación de 14 días con una relación beneficio costo de 2.07, lo que significa que por cada peso invertido, dicho peso fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$1.07 pesos M/N .

Referencias

- Cardona-Álvarez, José Alberto; Oviedo-Peñata, Carlos Andrés; Martínez-Martínez, Mastoby Miguel. Persistencia de seno uracal en ternero (*bos indicus*): diagnóstico y tratamiento quirúrgico. Revista Científica, vol. XXIV, núm. 6, noviembre-diciembre, 2014, pp. 496-501 Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela.
- FIRA. (2010). BOLETÍN INFORMATIVO| NUEVA ÉPOCA | NUM. 8 | AÑO 2010. Costos de producción de Becerro.
- MARTÍN, D.; PRIETO, P.; DÍEZ, J.; LIRAS, J.; DE CELIS, L. Persistencia de Uraco infectado como causa de abdomen agudo. A propósito de un caso. Archiv. España de Urolog. 62(7): 589 – 592.2009.

- MAZZAFERRI, J.; GUIDE, M.; SPINA, J.; GONZÁLEZ, C.; ACEVEDO, M.; CARATTINO, P.; SETTICASE, G. Adenocarcinoma mucinosos de uraco, Rev. Argent. Radiol. 68(4): 351-353. 2004
- PARK, K.; MEDEL, P.; IRIARTE, G.; MEDEL, M.; VILLAR, M. Quiste de Uraco infectado. Rev. Arg. de Urolog. 68(4): 236-238. 2003.
- SAGARPA. (2005). Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera, México. 2005. Estadística básica. Estadísticas del sector ganadero. Población ganadera 1996-2005 (carne y leche). México: Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Accesado el 23 de octubre de 2014, desde <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- SAGARPA. (2006). Situación actual y perspectivas de la carne de bovino en México. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

GANADERÍA CON VISIÓN SUSTENTABLE: UN NUEVO ENFOQUE

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN¹

ALEJANDRO RETURETA APONTE²

VÍCTOR MANUEL DOMÍNGUEZ CARTAS³

RESUMEN

El objetivo fue analizar los estilos y tendencias de la ganadería en el nuevo sexenio en México. Se realizó una investigación documental del año 2000 al 2020, concerniente a los estilos de la ganadería practicada en México, así como las tendencias para este nuevo sexenio. Apegadas a las instrucciones giradas por la FAO, donde hacen promisorio transformar el sector ganadero a nivel mundial para combatir el cambio climático, lo que convierte al mismo en una gran oportunidad de negocio para emprendedores y empresas que innoven. En México, la producción lechera se desarrolla en todo su territorio, paralela a la ganadería dedicada a la producción de carne que es la actividad productiva más difundida en el medio rural, practicándose en todas las regiones agroecológicas del país. México ostenta un campo propicio para ello por su gran producción pecuaria de calidad mundial y ajustándose a las tendencias actuales que imperan para la ganadería. Se concluye que los indicadores muestran que México ostenta un gran potencial para la producción de carne y leche, teniendo un campo favorable para ello y jugar un papel importante en la producción pecuaria a nivel mundial, ajustándose a las tendencias actuales que prevalecen en la ganadería

Palabras clave: Tendencias, ganadería, México.

Abstract

The objective was to analyze the styles and trends of livestock farming in the new six-year period in Mexico. A documentary research was carried out from 2000 to 2020, concerning the styles of livestock farming practiced in Mexico, as well as the trends for this new six-year period. Adhering to the instructions given by the FAO, where they make promising to transform the livestock sector worldwide to combat climate change, which makes it a great business opportunity for entrepreneurs and companies that innovate. In Mexico, dairy production is developed throughout its territory, parallel to livestock farming dedicated to meat production, which is the most widespread productive activity in rural areas, practiced in all agroecological regions of the country. Mexico has a favorable field for this due to its large livestock production of world quality and adjusting to the current trends that prevail for

¹ Universidad Veracruzana, roarieta@uv.mx

² Universidad Veracruzana

³ Universidad Veracruzana

livestock. It is concluded that the indicators show that Mexico has great potential for the production of meat and milk, having a favorable field for this and playing an important role in livestock production worldwide, adjusting to the current trends that prevail in livestock farming

Keywords: Trends, livestock farming, Mexico.

Introducción

Los países con mayor población bovina son Brasil con 207 millones, India con 178 millones y China con 117 millones (SIAP, 2006). En el mercado internacional, no es posible diferenciar la producción de leche proveniente del sistema de doble propósito (Pérez et al., 2003), razón por la que se considera la producción total y el volumen exportado e importado en los países que participan en el comercio mundial, independiente al sistema de producción. La producción mundial en 2005, de leche de bovino ascendió a 577.5 millones de toneladas. El 56% de esta producción se generó en la Unión Europea (UE, 21%), Estados Unidos de América (EUA, 13%), India (6%), Rusia (6%), Brasil (4%), Ucrania (2%), Polonia (2%) y Nueva Zelanda (2%). Los cinco países con mayor producción de leche son miembros de la UE: Alemania (23%), Francia (21%), Reino Unido (12%), Holanda (9%) e Italia (9%). A nivel mundial, México ocupa el 13° con poca más de nueve millones de toneladas de leche líquida (0.17%) (SAGARPA, 2006).

La UE ocupa el primer lugar como exportador de quesos y leche en polvo entera y descremada y el segundo como exportador de mantequilla después de Nueva Zelanda (FIRA, 2001) por su parte EUA ocupa el 4° lugar como exportador de lácteos. A diferencia de Centro y Sudamérica, el crecimiento de la población en la UE es lento pero existe un alto poder adquisitivo. Por ello, es un mercado maduro, con poco crecimiento del mercado de leche fluida y donde la mayor parte de la producción se destina a la industrialización (SAGARPA, 2005b). En lo que respecta a EUA, segundo productor de leche en el mundo, la política agropecuaria no se ha enfocado al incremento en la producción sino a la concentración y especialización de la misma.

La concentración se presenta en la región del Pacífico (California, Idaho y Nuevo México) ya que se dispone de amplia producción de alfalfa de buena calidad, ventajas climatológicas y regulaciones ambientales menos rígidas, que favorecen el establecimiento de empresas lecheras, altamente especializadas, con gran número de bovinos (superiores a los 5 000) (FIRA, 2001). En Latinoamérica los países que están destacando a nivel mundial por su producción de leche y más aún por su aparición como exportadores de productos lácteos son Argentina y Uruguay además de ser importante productores y exportadores de carne (Pérez et al., 2003). Los costos de producción de leche de Argentina, Uruguay, Australia y Nueva Zelanda son los más bajos en el mundo; se

encuentran en el rango de 0.10 a 0.15 dólares/kg equivalentes a 0.9 - 1.4 pesos mexicanos por litro (SAGARPA, 2005a). La demanda de leche a nivel mundial se define en función de su uso, el consumo doméstico total de leche, incluye el consumo de leche para alimentos, el consumo de leche fluida y consumo industrial de leche fluida. La demanda de leche a nivel mundial ha mostrado cambios en los últimos decenios; en 1992 alcanzó la cantidad récord de 155 millones de toneladas, posterior a ello hubo una disminución progresiva hasta 1994 (149 millones de toneladas); a partir de esa fecha se ha tenido un crecimiento progresivo.

Los principales países consumidores son la UE (21%), India (21%), Estados Unidos (18%), Rusia (10%) y Brasil (8%) (SAGARPA, 2005a). La leche para uso industrial muestra un comportamiento similar al de la producción de leche fluida; presentó una disminución desde 1990, cuando se alcanzaron los 306 millones de toneladas hasta 1996 donde se registró su mínimo valor, 258 millones de toneladas. Los principales países consumidores de leche para uso industrial son la UE (34%) y EUA (16%).

Desarrollo

A excepción de EUA, Japón y Reino Unido, la leche fluida representa, en la mayoría de los países industrializados, menos de un tercio del total procesado (SAGARPA, 2005b). De igual forma, el consumo per cápita más alto se concentra en los países desarrollados. Por ejemplo en Irlanda, primer consumidor mundial, alcanza casi los 170 litros/habitante/año no obstante estas tendencias son influenciadas por la cultura, el nivel socioeconómico y los patrones de consumo. Además que en los países del primer mundo, a excepción de Oceanía (Nueva Zelanda y Australia), se prioriza la estabilidad del mercado interno y la satisfacción de las necesidades de la población, considerando a la producción y abasto de leche como una prioridad nacional. En cuanto a las importaciones de productos lácteos, UE, México, Rusia, EUA, Brasil, Argelia, Japón, China, Filipinas y Malasia, representan en conjunto el 50% de las importaciones mundiales.

Dentro de estos países se pueden distinguir tres tipos de importadores: 1) Países importadores de productos lácteos (quesos) de alto valor agregado como EUA y Japón; 2) Países que importan productos lácteos con poco valor agregado (leche descremada en polvo) como México, Argelia, Filipinas, Malasia, Tailandia, China y Brasil); y 3) Países importadores de insumos lácteos que los utilizan para fabricar productos de mayor valor agregado que los convierte en los principales exportadores; ejemplo de ellos, Alemania y Holanda en las exportaciones de quesos (SAGARPA, 2005b). En lo que respecta a carne de bovino, a nivel mundial se producen aproximadamente 66 millones de toneladas de carne bovina por año (FAO, 2010); México ocupa el séptimo lugar (5%) en

la producción por debajo de EUA (22%), la UE (15%) y Brasil (16%) pero es superior a Centroamérica (0.5%). Según la FAO (2010), se prevé un fuerte aumento de la demanda de carne para los próximos decenios. El crecimiento en los ingresos per cápita, sobre todo en Asia, ampliará el mercado y hará aumentar la demanda de carne y productos cárnicos más económicos.

Además del aumento en los ingresos habrá un aumento en la población, que también tendrá lugar principalmente en Asia. El consumo de carne recomendado por la FAO es 20 kg/habitante/año; en México el consumo es 17 kg por habitante, en Venezuela 12 kg por habitante, en Centro-américa 10 kg por habitante; en los países desarrollados como EUA y la Unión Europea, el consumo es de 45 kg y 25 kg por habitante, además en países con mayor cultura cárnica como Argentina (63 kg por habitante) y Brasil (38 kg por habitante) el consumo se incrementa. El potencial sudamericano para una mayor producción podría verse afectado por el aumento repentino de los costos de los insumos, la disminución de los rebaños en el Brasil y los cambios políticos en el sector bovino Argentina.

Dividir en subtemas

En México, la producción lechera se desarrolla en todo su territorio, pero durante el periodo de 2005 a 2010 se concentró en cuatro estados, los que contribuyeron conjuntamente con el 45% de la producción nacional en este período (destacándose Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua). Cabe señalar, que los estados de Coahuila y Durango se encuentran ubicados en la Región Lagunera, que es la más importante cuenca lechera del país, y que ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional (SE, 2012). En 2005, SAGARPA estimó una balanza disponibilidad-consumo de leche (producción nacional + importaciones – exportaciones) de 12,585 toneladas; preveía un inventario inicial de 1,050 t, una producción nacional de 10,063 t; importaciones por 2,557 t (85% de leche en polvo) y 35 t en exportación con un consumo per cápita de 117; para finalizar el año con el mismo inventario inicial del 2004. En 2006, México ocupó el 13° lugar mundial en la producción de leche (0.17%) (SAGARPA-SIAP, 2006). En el 2010, según datos de FAO (2002), la producción nacional de leche se estimaba fuera de 10,491 t y las importaciones de 4,284 t, para satisfacer el consumo nacional de 14,670 t (119.8 kg habitante) dado el incremento en la población y del poder adquisitivo; asimismo, las exportaciones en este mismo periodo presentaron saldos negativos. No obstante, el mayor volumen de producción de leche no se concentra en los estados que desarrollan el sistema doble propósito (DP), sino en estados que cuentan con sistemas semi intensivos e intensivos como Jalisco, Durango, Coahuila, Chihuahua y Guanajuato (Pérez et al., 2003; SAGARPA, 2005b).

La producción de leche a nivel nacional tuvo un crecimiento acelerado del año 1996 al año 2002, pasando rápidamente de 7.6 a 9.3 millones de litros de leche; a partir de ese año, la producción práctica-mente se ha mantenido en un promedio de 9.6 millones de litros. México ocupa en 7° lugar en la producción mundial, desde la dé-cada de los 90's la producción se ha mantenido con incrementos no mayores al 3% anual. La producción nacional bovina, contribuye con el 38% de la producción de carne en canal a nivel nacional; por lo que, la carne bovina es la segunda más producida, con 1.8 millones de toneladas y consumida en el país con 17 kg per cápita, después del pollo y por encima del cerdo. En 2006, SAGARPA estimaba (en miles de toneladas) una balanza disponibilidad-consumo de carne de bovino de 1,844 t; pronosticaba un inventario inicial de 69.1 t, una producción nacional de 1,585 t; importaciones por 294 t y 36 t en exportación; para finalizar el año con 80 t. Para el periodo 2010, la FAO (2002), estimaba una producción de 1.5 millones de toneladas y el consumo nacional promedio de 2.1 t (18.7 kg per cápita). Las importaciones tuvieron una tasa de crecimiento de 7.2% (1999-2010); mientras tanto, las exportaciones tuvieron tasas de crecimiento negativas para este mismo periodo. Los principales exportadores de carne de bovino son Chihuahua, Tamaulipas, Sonora, Coahuila y Durango que representan el 80% de las exportaciones. Veracruz inició la exportación de becerros por el atractivo precio en el mercado; por tanto, para mantener sus niveles de producción (en rastros TIF), se abastece de Tamaulipas y S. L. P. (SAGARPA, 2006).

Las importaciones tienden a ser en cajas de carne deshuesada; presentación que no ha sido del todo desarrollada en el mercado interno (SAGARPA, 2006). El cambio en los hábitos de consumo, la sanidad e inocuidad alimentaria modifican las perspectivas de la producción, mercado y precios tanto de la leche como de la carne (SAGARPA, 2006). No obstante, siguen incidiendo una serie de factores en los sistemas DP como baja productividad y nivel tecnológico, limitantes de la integración de la cadena productiva, bajos precios pagados al productor y la falta de inversión tanto pública como privada (Pech et al., 2002; Urdaneta et al., 2004; SAGARPA, 2006). La ganadería dedicada a la producción de carne es la actividad productiva más difundida en el medio rural, practicándose en todas las regiones agro-ecológicas del país. Se estima que la ganadería se practica en aproximadamente 110 millones de hectáreas, que representan aproximadamente el 58% de la superficie nacional. Los sistemas de producción existentes van desde los más altamente tecnificados e integrados hasta los de traspatio.

En 2010, el Padrón Ganadero Nacional (PGN) registró 553 mil unidades de producción pecuarias (UPP) relacionadas con los sistemas de producción de bovinos de carne y leche. Los principales estados en este concepto son Veracruz (96 mil), Chiapas (48 mil), Tabasco (41 mil), Oaxaca (36

mil), Jalisco (36 mil), Chihuahua (28 mil), Sinaloa (26 mil), Michoacán (26 mil), Guerrero (21 mil) y Nayarit (20 mil). Estos diez estados concentran el 78% de las UPP del país. El 72% de las UPP se ubican en el estrato de 5 a 35 vientres. En México, anualmente se extraen 7.5 millones de bovinos; se exportan alrededor de 1.5 millones de cabezas en pie y 6.0 millones se sacrifican para el abasto del mercado interno y la exportación de carne. De estos últimos se sacrifican en rastros TIF alrededor de 3.1 millones de cabezas y 2.9 millones en rastros municipales. Al llevar a cortes finales este ganado, se genera un valor comercial aproximado de 4 mil 500 millones de dólares anuales, participando la actividad con el 0.6% del producto interno bruto (PIB) nacional (AMEG, 2011).

En la actualidad existen 65 rastros TIF y 920 rastros municipales que sacrifican ganado bovino, participando con el 52% y 48% respectivamente de la oferta nacional de carne. Así mismo, existen 100 empacadoras de carne de bovino; 30 de ellas ofertan el 40% de la carne mexicana TIF en cortes primarios y finales empacada al alto vacío (AMEG, 2012). Se producen en el país 1.79 millones de toneladas anuales de carne de bovino, lo que implica la generación de 1.1 millones de empleos directos y 3 millones indirectos, de los cuales, 873 mil dependen de la engorda intensiva y producción de carne TIF (AMEG, 2012). En los corrales de engorda se finalizan 3.1 millones de becerros, los que consumen 2.8 millones de toneladas de granos, 560 mil toneladas de melaza, 750 mil toneladas de forrajes henificados y 375 mil toneladas de pastas proteicas, generando una derrama importante de empleo y valor agregado para la agricultura nacional (AMEG, 2012).

La engorda intensiva de ganado bovino propicia que en el sector ganadero nacional se mantengan activos alrededor de 717 mil ganaderos, además de 370 mil empleos en el sector proveedor de granos y forrajes y 165 mil empleos en la industria procesadora de la carne. En forma global, la engorda en corral asegura en forma directa e indirecta el empleo de 1, 253,450 empleos en el campo mexicano (AMEG, 2012). El principal estado productor de carne de bovino en nuestro país es Veracruz, con un volumen de producción en 2011 de 269,979 toneladas, lo que representa una participación del 15.0% del total nacional. Las estimaciones de producción para el año 2012 fueron de 271,393 toneladas, un incremento anual de 0.5% (FIRA, 2012). El segundo estado productor es Jalisco, con una producción de 194,917 toneladas durante 2011, lo que representa 10.8% del total nacional producido. Jalisco, presenta una tasa media de crecimiento anual de 0.9%, entre 2001 y 2011.

Para el 2012 se pronosticó un volumen de producción 3.2% menor a lo presentado en 2011, para situarse en 188,606 toneladas (FIRA, 2012). El consumo de los principales tipos de carne en nuestro país presenta tendencias encontradas. Por un lado, la carne de ave, históricamente la carne más accesible, presenta un crecimiento constante durante la última década, para ubicarse en 2011 con consumo de 3.2 millones de toneladas, lo que se traduce en un consumo per cápita de 29.5

kg por persona. Por otro lado, el consumo de carne de cerdo ha fluctuado durante los últimos años, para ubicarse en 2011, en 1.8 millones de toneladas, con un consumo por persona de 16.9 kg. En contraste, el consumo de carne de bovino en nuestro país presenta una tendencia decreciente a partir del pico alcanzado en 2008.

De acuerdo con la AMEG (2011), durante el periodo 2000-2010 se registró una contracción de 8.8% al pasar del 19.06 kg/año/habitante en el año 2000 a 17.52 en 2010. En 2011, el consumo se situó en 1.94 millones de toneladas, una reducción marginal del 0.3% en relación con el año anterior. El consumo per cápita en ese año fue 17.7 kg, una reducción 0.18 kg en relación con 2010. El consumidor percibe la calidad de la carne principalmente, por la higiene, color, ausencia de olores, marmoleo y facilidad de preparación; sin embargo, existen otros atributos que definen la calidad como aspectos sensoriales referidos al color, ternura, jugosidad, sabor y contenido de grasa intramuscular de la carne. Sin embargo, existe otro segmento de la población que prefiere carne sin grasa, característica principal en este producto cuando se usan sustancias anabólicas no permitidas en la alimentación de los bovinos. El consumo de carne fresca y procesada aumenta casi de manera lineal conforme se eleva el nivel de ingreso de la población. El nivel superior de ingresos consume 16% de los cárnicos frescos, el nivel más bajo consume apenas el 3%. De manera casi proporcional, en cuanto a la carne procesada, el 17% de la carne es consumida en el estrato de mayor ingreso, en tanto que el estrato de menor ingreso apenas rebasa el 2% (INEGI, 2010).

El comercio internacional de carne de bovino mexicana ha crecido significativamente durante los últimos años. Por un lado, las exportaciones mexicanas presentan una tasa media de crecimiento anual del 47.4%, en el periodo comprendido entre 2003 y 2011. Durante el 2011 el volumen de carne exportado fue de 104.46 mil toneladas, el nivel de exportación más alto registrado en nuestro país.

Las exportaciones de carne de bovino en 2011 representaron 532 millones de dólares (FIRA, 2012). Los principales destinos de las exportaciones mexicanas de carne de bovino fueron: EUA, con 55.2% del total; Rusia, con 23.0% y Japón con 16.0%. El impulso a las exportaciones fue provocado por la apertura del mercado ruso, que sustituyó sus compras en la UE, ante temores zoonos, hacia la carne mexicana, donde encontró un sustituto de alta calidad e inocuidad. Del total de volumen exportado durante 2011, por fracción arancelaria de "carne de bovino congelada, en canales o medias canales" representó el 43.6%, seguido por "carne de bovino, fresca o refrigerada, deshuesada" que totalizó 29.8%. Es importante mencionar que, de acuerdo con el precio implícito de cada fracción, las exportaciones de cortes con mayor valor se dan hacia EUA y Japón (bajo la fracción 02013001); mientras que, a Rusia y Corea del Sur se exportan cortes de menor valor. Por otro lado,

las importaciones mexicanas de carne de bovino presentan una tendencia a la baja. Así, en el periodo 2003-2011 las importaciones de carne en nuestro país presentaron una tasa de crecimiento de 1.3%, comparable con el 45.5% de crecimiento de las exportaciones. Durante 2011, el volumen importado totalizó 186.9 mil toneladas, con un valor de 932.7 millones de dólares. Las importaciones de carne han descendido por un fortalecimiento y mejor integración de los industriales de la carne y por un incremento en los precios internacionales. Las importaciones de carne en nuestro país se encuentran muy concentradas en EUA.

Durante 2011, el 83% del total importado proviene del país norteamericano, mientras que 15% provino de Canadá. Por fracciones arancelarias, las importaciones de carne de bovino se concentran en carne fresca o refrigerada deshuesada, donde el 96% del volumen importado en 2011 provino de EUA. De igual manera, los precios implícitos de las carnes importadas presentan niveles inferiores a los presentados en las exportaciones, lo que hace suponer que en nuestro país se importa carne de menor calidad que la que se exporta. El precio de la carne de bovino está altamente influenciado por los incrementos en los principales insumos, particularmente por los precios en los granos forrajeros y el petróleo. Los precios de los principales commodities agrícolas (maíz, trigo, soya, sorgo), han presentado niveles de precios muy altos desde el 2008, mismos que se han traducido en márgenes de rentabilidad muy reducidos para el productor de carne de res.

En este contexto, la ganadería es una actividad con dos caras en este momento: puede sacar de la pobreza a millones de personas y dotar de proteína para su mejor desempeño. Pero al mismo tiempo genera una gran cantidad de gases invernadero por el metano que expelen los bovinos al aire libre, que se calcula representan 25% de los gases que provocan el cambio climático. Por ello, la FAO busca que la ganadería a nivel mundial se sume al desarrollo sustentable del milenio sacando el mejor provecho de ambos mundos: Como una herramienta que reduzca sustancialmente la pobreza a nivel mundial; pero también tomando las precauciones para disminuir los gases de efecto invernadero que genera dicha actividad. La producción ganadera emplea actualmente al menos a 1,300 millones de personas en el mundo. Cerca de 600 millones de los hogares más pobres a nivel mundial crían animales como una fuente esencial de ingresos. Entre 2000 y 2014 la producción mundial de carne aumentó 39% y la de leche 38%. Está previsto que la producción mundial de carne sea 19% más alta en 2030 respecto al periodo 2015-2017, y que la de leche aumente 33%, principalmente por la reducción de la pobreza a nivel mundial. La producción ganadera representa el 40% de la producción total de la agricultura en los países desarrollados, mientras que esa cifra es de 20% en los países en desarrollo. La introducción en las últimas cuatro décadas del uso de genética avanzada, sistemas de piensos, controles de sanidad animal y otras tecnologías,

permitió que los países industrializados redujeran en 20% su necesidad de tierras para el ganado y duplicaran la producción de carne. Por tanto, nuevamente se rompe el mito de que se acabarán las tierras disponibles o que se debe deforestar selvas si es que se busca incrementar la producción pecuaria. Una mayor adopción de las mejores prácticas y tecnologías existentes podría ayudar al sector ganadero mundial a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) hasta en 30% (FAO, 2019).

Según la publicación de la FAO (2019), *Ganadería mundial: transformar el sector ganadero con los objetivos de desarrollo sostenible* (“World Livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals”), el debate en torno a la producción ganadera se ha centrado en gran medida en cómo el sector puede producir más para satisfacer la creciente demanda de productos animales; y al mismo tiempo, alimentar a una población mundial en aumento, a la vez que se reduce su huella ambiental. Actualmente, y a pesar de los avances tecnológicos, incluso las sociedades posindustriales más modernas siguen siendo muy dependientes de los animales para la seguridad alimentaria y nutricional. Por tanto, el sector ganadero posee una importancia permanente y puede desempeñar un papel clave en la mejora las vidas de millones de personas al proporcionar alimentos, empleos e ingresos, resiliencia y oportunidades económicas. “Existe también la necesidad urgente de detener el uso indebido de antimicrobianos en la cría de animales”, advirtió el director general de la FAO. Quien se refirió al papel del uso de los antibióticos en el aumento de microorganismos peligrosos resistentes a los antimicrobianos. Un desafío clave en los países en desarrollo consiste en que el sector ganadero está muy segmentado, con niveles muy diferentes de productividad de la mano de obra en el procesado frente a la producción. Dentro de esta última, entre los productores comerciales y los de subsistencia. Por tanto, las políticas sectoriales deberían hacer hincapié en mejorar la productividad laboral de los pequeños propietarios y centrarse en actividades de elevado valor añadido y de gran cantidad de mano de obra para aprovechar el “efecto multiplicador” del sector para crear empleos y reducir la pobreza, señala el informe. Será también necesario comprender mejor la relación entre el crecimiento económico y la reducción de la pobreza. Así como de los factores que pueden hacer que el desarrollo de la ganadería logre disminuir más esa pobreza. En opinión de la FAO, deben impulsarse con firmeza las políticas y prácticas que aumenten la eficiencia del sector pecuario y reduzcan su huella ambiental. Por ejemplo, los estudios de la FAO estiman que una adopción más amplia de las mejores prácticas y tecnologías existentes podría ayudar al sector ganadero mundial a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero hasta en 30%.

El informe “Ganadería mundial” analiza cómo las mejores políticas y prácticas podrían aumentar las aportaciones de sector pecuario para cumplir con cada uno de los diecisiete objetivos de desarrollo sostenible. Entre estas contribuciones se incluyen: Suministrar a la población alimentos con alto contenido de proteínas. Impulsar la nutrición de los niños para lograr buen rendimiento en la escuela y crecer con buena salud. Proporcionar a las familias rurales con activos de capital de gran importancia. Generar ingresos y empleos. Impulsar las economías rurales a nivel local y generar ingresos fiscales y divisas a una escala más amplia. Ofrecer a las mujeres rurales mayores oportunidades económicas. Mejorar la eficiencia del uso de los recursos naturales. Proteger el medio ambiente. Es momento de transformar el sector ganadero a nivel mundial para combatir el cambio climático, lo que convierte al mismo en una gran oportunidad de negocio para emprendedores y empresas que innoven. México es un campo propicio para ello por su gran producción pecuaria de calidad mundial. No hay duda, estamos viendo el inicio de la transformación del sector pecuario. Toda revolución trae consigo grandes retos, pero también grandes oportunidades para quienes quieran innovar y arriesgarse (FAO, 2019).

Lo que sigue a partir de aquí parece un comentario final a modo de conclusión, favor de separarlo del resto del escrito.

Conclusión

El estilo de la ganadería en México al paso de las últimas dos décadas se ha estandarizado en cifras con alzas ligeras; sin embargo, ha ocupado lugares importantes a nivel mundial en cuanto a leche y carne se refiere. Actualmente existen tendencias de una escasez de proteína de origen animal, lo cual ha llevado a la intensificación de los sistemas de producción de bovinos, que en mucho de los casos ha originado datos alarmantes en cuanto a cambio de uso de suelo. Las tendencias para este nuevo sexenio se apegan a las instrucciones giradas por la FAO, donde hacen promisorio transformar el sector ganadero a nivel mundial para combatir el cambio climático.

Referencias

- AMEG. (2011). Carne de Bovino. Indicadores Económicos. 14ª edición. México: Asociación Mexicana de engordadores de ganado.
- AMEG. (2012). Carne de Bovino. Indicadores Económicos. 15ª edición. México: Asociación Mexicana de engordadores de ganado.

- FAO. (2002). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. 2002. Proyecciones a plazo medio sobre la carne y productos lácteos. Comité de Problemas de Productos Básicos. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2010). Ganadería Bovina en América Latina. Escenario 2008-2009 y tendencias del sector. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2019). World Livestock. Transforming the livestock sector through the sustainable development goals. Sustainable Development Goals. Rome: Food and Agriculture Organization for the United Nations. Accedido el 5 de julio de 2020, desde <http://www.fao.org/3/CA1201EN/ca1201en.pdf>
- FIRA. (2001). Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red lechera en México. Boletín informativo N° 317. México: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
- FIRA. (2012). Panorama Agroalimentario Carne de Bovino 2012. México: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
- INEGI. (2010). Perspectiva Estadística Veracruz de Ignacio de la Llave. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Pech V, J Santos, R Montes. 2002. Función de producción de la Ganadería de Doble Propósito en la Zona Oriente del Estado de Yucatán, México. *Téc Pec Méx* 40, 187-192.
- Pérez, P., Rojo, R., Álvarez, A., García, J., Ávila, C., López, S., Villanueva, J., Chalate, H., Ortega, E., & Gallegos, J. 2003. Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Veracruz: Fundación Produce Veracruz.
- SAGARPA. (2005a). Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera, México. 2005. Estadística básica. Estadísticas del sector ganadero. Población ganadera 1996-2005 (carne y leche). México: Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Accesado el 23 de octubre de 2014, desde <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- SAGARPA. (2005b). Situación actual y perspectivas de la producción de leche de bovino en México. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SAGARPA. (2006). Situación actual y perspectivas de la carne de bovino en México. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

- SAGARPA-SIAP. (2006). Estadísticas del sector ganadero. Población ganadera 1996-2005 (carne y leche). Estadística básica. México: Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera.
- SE. (2012). Análisis del sector lácteo en México. México: Secretaría de Economía.
- SIAP. (2006). Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera, México. 2006. Estadística básica. Estadísticas del sector ganadero. Población ganadera 1996-2005 (carne y leche).
- Urdaneta F. 2004. Tipificación tecnológica del sistema de producción con ganadería bovina de doble propósito (Bos taurus×Bos indicus).

EVALUACIÓN DE 2 VARIEDADES DE PAPAYA (*Carica papaya*) EN LA ZONA DE ÚRSULO GALVÁN VERACRUZ

YOUSSEF UTRERA VÉLEZ¹

GRISELDA RODRÍGUEZ AGUSTÍN²

JAZMÍN BALDERRABANO BRIONES³

Resumen

México como productor agrícola tienen que la mayor cantidad de divisas generadas, es por la comercialización de tomate, aguacate, limón y la papaya, este último posiciona al país como el 5º lugar a nivel mundial en la producción, principalmente de la variedad Maradol. Debido a los cambios climáticos y a la diversificación de los consumidores, es que se debe de tener opciones de variedades que sean redituables y que tengan calidad. En 2015, Oaxaca fue el estado que encabezó la lista nacional de producción, entidad que junto con Chiapas, Colima y Veracruz aportaron al mercado casi el 73% de papaya (SIAP, 2016). Actualmente se tienen estimado un área de siembra de 20,681 ha, con un rendimiento promedio de 56 ton por ha.

Por lo anterior, es que se realizó la evaluación del rendimiento de las variedades “Intenzza” y “Maradol”. Se obtuvo que las 2 variedades presentaron un comportamiento similar en el desarrollo foliar, altura y grosor del tallo, no así para el caso de la resistencia a enfermedades, ya que la variedad Intenzza resulto ser más susceptible a damping-off y resistente a la sequía, en comparación con la variedad Maradol, la cual resulto ser más resistente a la enfermedad, pero susceptible a la sequía.

Palabras Clave: Sustentabilidad, Resistencia, Producción, Calidad.

Abstract

Mexico, as an agricultural producer, has the largest amount of foreign currency generated by the commercialization of tomatoes, avocados, lemons and papayas. The latter places the country in 5th place worldwide in production, mainly of the Maradol variety. Due to climate change and consumer diversification, there must be options for varieties that are profitable and of quality. In 2015, Oaxaca was the state that headed the national production list, an entity that together with Chiapas, Colima and Veracruz contributed almost 73% of papaya to the market (SIAP, 2016). Currently, an estimated planting area of 20,681 ha is estimated, with an average yield of 56 tons per ha.

For the above reasons, the yield evaluation of the “Intenzza” and “Maradol” varieties was carried out.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, youssef.uv@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, griselda.ra@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jazmin.bb@ugalvan.tecnm.mx

It was found that the two varieties showed similar behavior in leaf development, height and stem thickness, but not in the case of resistance to diseases, since the Intenza variety turned out to be more susceptible to damping-off and resistant to drought, compared to the Maradol variety, which turned out to be more resistant to the disease, but susceptible to drought.

Keywords: Sustainability, Resistance, Production, Quality.

Introducción

La producción de papaya, es en México muy importante, ya que representa US\$110.521.599., como divisas por conceptos de exportación a los Estados Unidos, y para el año 2023, se produjo 1.135.000 toneladas de papaya, lo que representa 48.3% más de lo que se producía en el país hace diez años, cuando se cosecharon 765.000 toneladas, según datos recientes difundidos por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (<https://redagricola.com/crece>, 2024). El incremento de la producción de esta fruta se debe principalmente al aumento de la superficie cultivada, y en menor proporción al aumento de los rendimientos por unidad de producción. Anteriormente se tenía un estimado de 16,367 hectáreas en 2013 a 20,681 en 2023, el aumento en el rendimiento por hectárea, pasó de 51.4 a 56.8 toneladas ((<https://redagricola.com/crece>, 2024). La variedad más comercializada en el país, debido a que es la que destaca por su mayor superficie de cultivo, es la Maradol; sin embargo, el híbrido Tainung, que presenta algunas ventajas de resistencia, ha mantenido una superficie menor, pero en crecimiento sostenido, al tiempo que se abre paso en el mercado (<https://www.ciad.mx/lo>, 2024). Entre las barreras fitosanitarias a vencer se encuentra la presencia de nematodos, insectos, hongos, virus y fitoplasmas, principalmente, cuyo combate eleva los costos de manejo agronómico. Asimismo, la naturaleza del anclaje de las raíces de la planta provoca volcaduras considerables durante el periodo de lluvias o de alta producción de fruta. Por otra parte, la salinidad de suelos, ya sea de manera natural (asociada a regiones con mayor presión de aridez) o, bien, adquirida (a través del cultivo intensivo, manejo incorrecto del riego, uso prolongado de agua de alto arrastre mineral y falta de drenaje), influye en la compactación del suelo y en la toxicidad de las plantas, como consecuencia de la alta concentración de sales solubles. El damping-off, término con el que se conoce a un fenómeno de muerte de plántulas a causa de la invasión ascendente y ahorcamiento de la base del tallo por distintos hongos fitopatógenos, es otro motivo por el que se elevan los costos de producción, debido a la necesidad de desinfectantes, fungicidas químicos, fungicidas biológicos y productos de bioestimulación, entre otros.

Problemática

Reducir pérdidas de siembra y cosecha, al contar con alternativas de variedades de papaya para zonas con poca agua para riego, soporte a plagas y enfermedades y que sean altamente redituables con base a la calidad y rendimiento.

Objetivos

GENERAL

Optimizar la productividad del cultivo de papaya en zonas con recursos hídricos limitados, mediante la selección e implementación de variedades adaptadas a condiciones de baja disponibilidad de agua, así como la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, con el fin de reducir las pérdidas tanto en la siembra como en la cosecha conservando la rentabilidad con base a la calidad y rendimiento.

ESPECÍFICOS

1. Evaluar variedades de papaya que presenten resistencia a condiciones de estrés hídrico, con el propósito de recomendar las opciones más viables para su cultivo en zonas con escasez de agua.
2. Monitorear y analizar el rendimiento y la calidad de la producción de las variedades seleccionadas en campo.
3. Desarrollar y aplicar un protocolo de manejo agronómico específico para el cultivo de papaya en condiciones de baja disponibilidad de agua.
4. Identificar la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades

Marco teórico

GENERALIDADES DE LA VARIEDAD MARADOL

Este material se caracteriza por su alta productividad y calidad de frutos. Las plantas son de porte bajo y pueden adaptarse a una gran variedad de suelos. Su rendimiento por hectárea es de entre 70 y 90 ton/ha. La proporción de plantas hermafroditas y femeninas es de 66%-34% respectivamente. Sus frutos son muy apreciados en todos los mercados por su consistencia y sabor. Su epidermis es gruesa, alcanzando un color amarillo-naranja, cuando el fruto alcanza la madurez. El color de su pulpa es rojo salmón, consistente y dulce (entre 8° y 11° Brix). El peso por fruta va de los 2.2 a los 2.5 kg. La fruta Maradol Roja tiene un aroma característico y un sabor dulce. Su exterior es una cáscara gruesa, que cuando alcanza el total de su maduración se torna amarillo brillante y su interior presenta un color salmón intenso muy atractivo a la vista (<https://www.semillasdelcaribe.com.mx/>, 2024).

GENERALIDADES DE LA VARIEDAD INTENZZA

Con un brillante amarillo exterior, Intenzza resalta en los anaqueles haciéndola sumamente atractiva para el consumidor final. Su pulpa es color naranja intenso, con una dulzura que puede llegar hasta los 14 ° brix, con un potencial genético de producción superior a las 100 toneladas por hectárea, en plazos de producción cortos. Intenzza es un material desarrollado para la categoría de frutas tipo Formosa, que requiere de raleo para aumentar tamaños en la fruta, de acuerdo a las preferencias del mercado. La papaya intenzza tiene su origen en América Central y el Caribe. En algunos lugares se comenzó a cultivar en mayor cantidad y frecuencia y en los últimos años se ha iniciado su cultivo en las zonas más calurosas. El fruto de la papaya intenzza tiene forma alargada y con cierto parecido a un globo. La pulpa de la papaya intenzza es muy jugosa y dulce y presenta un color naranja intenso cuando alcanza su estado óptimo de maduración.

Cada pieza de papaya intenzza pesa aproximadamente 2 Kgs, cifra muy superior a otras variedades de papaya. En su interior, la papaya intenzza presenta una cavidad con muchas semillas de color oscuro que tienen infinidad de propiedades beneficiosas para el ser humano. El árbol de la papaya intenzza es realmente atractivo a la vista, con hojas palmeadas, muy llamativas, de gran tamaño y con largos pecíolos. Esta distribución de las ramificaciones, sumada a la gran altura que alcanzan con cifras superiores a los 6 m. El desarrollo vegetativo del árbol de la papaya intenzza es muy rápido y con una vida muy corta, tanto es así que un árbol puede llegar a producir papaya intenzza en el primer año de plantación. Para que el árbol de papaya intenzza pueda desarrollarse con esta fuerza y el fruto de papaya intenzza tenga una calidad excelente, es necesario que esté plantado en suelos profundos y con buen drenaje, en un entorno donde reinen las altas temperaturas y abunde el agua. El árbol de la papaya intenzza es muy sensible al frío ya que puede tolerar temperaturas bajas puntuales, pero nunca que se produzcan heladas. Si esto pasara, el árbol continuaría su desarrollo vegetativo pero el fruto de la papaya intenzza no llegaría a madurar, quedando un producto de baja calidad (<https://frutasqualitas.com/>, 2024)

Materiales y métodos

Se realizaron las actividades agronómicas para establecer el cultivo, como la preparación del terreno, instalación del sistema de riego por goteo, previamente se trabajó con el vivero para elaborar las plántulas, al tener listas las plantas se realizó un riego por 4 horas y se trasplantó, cuidando el cepellón de cada plántula. Se aplicó fungicida en drench, posteriormente se realizaron todos los cuidados agronómicos, como el control de maleza, aplicación de fertilizantes y el control de plagas y enfermedades, con i.a. de bajo impacto ambiental, y en la mayoría de los casos cuando estuvo

disponible los productos de origen orgánico se optó por aplicar estos, como por ejemplo extractos de ajo, canela, etc. Se llenó el registro del desarrollo de las variables a estudiar, así como el registro de datos de fitosanidad como lo fue la presencia de plantas con virosis y plantas dañadas con damping-off.

Diseño del experimento

Las condiciones edafoclimáticas son AW2, y con las siguientes características del suelo en la parcela del ITUG donde está establecido el proyecto UMI (Figura 1).

Propiedades Físicas del Suelo				pH del Suelo y Necesidades de Yeso, Cal y Lavado			
Clase Textural	Franco Arcilloso			pH (1.2 agua)	7.70	Mod. alcalino	
Punto de Saturación	48.4	%	Mod. Alto	pH Buffer	NA		
Capacidad de Campo	25.8	%	Mod. Alto	Carbonatos Totales (%)	3.28	%	Bajo
Punto March. Perm.	15.4	%	Mod. Alto	Salinidad (CE Extracto)	0.33	dS/m	Muy Bajo
Cond. Hidráulica	3.90	cm/hr	Mediano	Requerimiento de Yeso	No Requiere		
Dens. Aparente	1.12	g/cm3		Requerimiento de Cal	No Requiere		

Figura 1. Resultados del análisis de suelo (Fuente propia, 2024).

Se trabajó con un diseño tradicional para este tipo de estudio, el DCA. Consistió en tener dos parcelas cada una de ellas con 7 surcos y 50 plantas por surco, con una población inicial de 350 plantas por variedad, de las cuales se utilizaron 15 plantas para el seguimiento de la toma de datos y generar las estadísticas correspondientes (Figura 2).



Figura 2. Ubicación de la parcela UMI-ITUG (Google Maps, 2023)

Resultados

A continuación, se muestran los resultados estadísticos que se generaron con el software InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar> (Di Rienzo J.A., et al, 2024).

En el siguiente cuadro (1), se observa las tres variables principales de estudio en este experimento en el que se buscó el comportamiento agronómico en el rendimiento de las dos variedades, Maradol y la Intenza.

VARIEDAD DE PAPAYA	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
IN *	PESO EN KG	31	1.91	0.44	23.18	1.15	2.66
IN	DIMENSIÓN POLAR EN CM	31	30.11	2.77	9.2	23.5	35
IN	DIMENSIÓN ECUATORIAL EN CM..	31	42.92	5.22	12.17	31.9	51.7
M **	PESO EN KG	31	1.89	0.6	31.58	1.1	3.65
M	DIMENSIÓN POLAR EN CM	31	30.36	2.86	9.42	25	39.5
M	DIMENSIÓN ECUATORIAL EN CM..	31	40.9	6.87	16.8	29	52.5

Cuadro 1. Datos estadísticos generales del experimento

* Variedad de papaya Intenza

**Variedad de papaya Maradol

Análisis de la varianza

Después de la información anterior de datos estadísticos generales, observamos en el siguiente cuadro donde se muestran los resultados del análisis de la varianza para las 3 variables (cuadro 2).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO EN KG	62	1.6E-04	0.00	27.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.6E-03	1	2.6E-03	0.01	0.9230
VARIEDAD	2.6E-03	1	2.6E-03	0.01	0.9230
Error	16.60	60	0.28		
Total	16.60	61			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26724

Error: 0.2767 gl: 60

VARIEDAD DE PAPAYA	Medias	n	E.E.
M	1.89	31	0.09 A
IN	1.91	31	0.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 2. Análisis de la varianza del PESO EN KG

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIMENSIÓN POLAR	62	2.2E-03	0.00	9.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.03	1	1.03	0.13	0.7194
VARIEDAD	1.03	1	1.03	0.13	0.7194
Error	475.33	60	7.92		
Total	476.36	61			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.43005

Error: 7.9222 gl: 60

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

IN	30.11	31	0.51	A
M	30.36	31	0.51	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 3. Análisis de la varianza de la DIMENSIÓN POLAR EN CM

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIMENSIÓN ECUATORIAL	62	0.03	0.01	14.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63.00	1	63.00	1.69	0.1983
VARIEDAD	63.00	1	63.00	1.69	0.1983
Error	2233.96	60	37.23		
Total	2296.97	61			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.10021

Error: 37.2327 gl: 60

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M	40.90	31	1.10
IN	42.92	31	1.10

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 4. Análisis de la varianza de la DIMENSIÓN ECUATORIAL EN CM

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos, se observa que existe semejanza en las cualidades de las 3 variables de estudio principal. Por lo que en cuanto al peso, tamaño y grosor de la fruta es igual el comportamiento de cada una de ellas. En el caso de la fitosanidad o de otra respuesta al ambiente, se tiene que las plantas de la variedad Intenza, fue susceptible al exceso de humedad, y en forma inversa mostró por lo tanto resistencia al estrés hídrico, por lo que se adaptó mejor para un manejo con menos recursos para el riego (disponibilidad de agua). En cuanto a la virosis se observó cierta tolerancia-resistencia, por lo que se recomienda seguir haciendo más estudios de campo, ahora con estas 2 variables resistencia al estrés hídrico y la de resistencia o tolerancia a la virosis. Esta evaluación de variedades de papaya en el proyecto UMI-ITUG permitió identificar la mejor opción para los productores locales, brindando información relevante para mejorar la producción agrícola y contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.

Referencias

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Google Maps, 2023.

<https://earth.google.com/web/@19.41444041,6.35847184,12.16120442a>.(agosto, 2023)

<https://redagricola.com/crece-produccion-de-papaya-mexicana-48-3-en-diez-anos/#:~:text=En%202023%2C%20M%C3%A9xico%20produjo%20m%C3%A1s,toneladas%20m%C3%A1s%20que%20en%202013.> (junio, 2024)

<https://www.ciad.mx/los-retos-de-la-produccion-de-papaya-en-mexico/> (junio, 2024)

<https://frutasqualitas.com/content/37-papaya-intenzaa.> (junio, 2024)

<https://www.semillasdelcaribe.com.mx/producto> (junio, 2024)

PRODUCCIÓN DE QUESO, UTILIZANDO LECHE DE BOVINOS *BOS TAUROS X BOS INDICUS VS BUBALO BUBALIS*

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN¹

ALEJANDRO RETURETA APONTE²

MARINA MARTÍNEZ MARTÍNEZ³

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la Producción de queso, utilizando leche de bovinos *Bos tauros x Bos indicus vs Bubalo bubalis*. Se realizaron las pruebas de leche en el Laboratorio LASBA de la Universidad Veracruzana Campus Acayucan. Las muestras se recolectaron en dos ranchos diferentes, en total se recolectaron cuatro muestras de leche de cada rancho, realizando semanal o cada quince días la toma de muestra. El análisis fisicoquímico se realizó con el equipo Lactoscan, teniendo como resultado 11 variables de estudio, las cuales son: grasas, sng, densidad, lactosa, solidos, proteína, agua adicionada, Temperatura de la muestra, punto de congelación, PH, conductividad. Los resultados encontrados de las variables mencionadas fueron los siguientes: en la leche de búfala, la grasa tiene un porcentaje de **6.90% a 9.44%**, en la de vaca **1.49% a 3.49%**, en la proteína la leche de búfala tiene un porcentaje de **2.80% a 2.94%**, y la de vaca **2.65% a 2.90%**, en los sólidos totales, la leche de búfala tiene un porcentaje de **0.59% a 0.65%**, y la de vaca **0.63% a 0.66%**, en el agua adicionada la leche de búfala tiene un porcentaje de **0.00% a 0.00%** y en la de vaca **1.50% a 1.92%**. En la elaboración de queso, se obtuvo, de **50 litro** de leche de vaca, se obtienen **5.0 kilos** de queso y de **31 litros** de leche de búfala se obtiene **4.7 kilogramos**. Se concluye **que** la leche del búfala *Bubalus bubalis* tiene mayor rendimiento que la leche de la crusa *Bos tauro/ Bos indicus*.

Palabras clave: Rendimiento, proporción, calidad, análisis fisicoquímicos

Abstract

The objective of this work was to evaluate the production of cheese using milk from *Bos tauros x Bos indicus vs Bubalo bubalis* cattle. Milk tests were performed at the LASBA Laboratory of the Universidad Veracruzana Campus Acayucan. The samples were collected in two different farms, in total four milk samples were collected from each farm, taking samples weekly or every two weeks. The physicochemical analysis was performed with the Lactoscan equipment, resulting in 11 study variables, which are: fats, fat content, density, lactose, solids, protein, added water, sample temperature, freezing

¹ Universidad Veracruzana, roarieta@uv.mx

² Universidad Veracruzana

³ Universidad Veracruzana

point, pH, conductivity. The results found for the variables mentioned were the following: in buffalo milk, the fat has a percentage of 6.90% to 9.44%, in cow's milk 1.49% to 3.49%, in protein buffalo milk has a percentage of 2.80% to 2.94%, and cow's milk 2.65% to 2.90%, in total solids, buffalo milk has a percentage of 0.59% to 0.65%, and cow's milk 0.63% to 0.66%, in added water buffalo milk has a percentage of 0.00% to 0.00% and in cow's milk 1.50% to 1.92%. In the production of cheese, 5.0 kilos of cheese were obtained from 50 liters of cow's milk and 4.7 kilograms from 31 liters of buffalo milk. It is concluded that the milk of the buffalo *Bubalus bubalis* has a higher yield than the milk of the *Bos tauro/Bos indicus* cross.

Keywords: Yield, proportion, quality, physicochemical analysis

Introducción

Para la producción de este producto, el factor primordial es la leche, es un líquido color blanco opalescente característico debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche. Cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado. (Callejas, 2017). Este es un producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, o búfalas que es un bovino que produce una leche de buena calidad a comparación de las vacas. Las características principales que se tienen en cuenta para medir la calidad de la leche son: grasa, SNG (sólidos no grasos), densidad, lactosa, sólidos totales, proteína, agua adicionada, temperatura, punto de congelación, PH y conductividad (UNAD ,2016). La leche de vaca es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas bien alimentadas, en reposo, exenta el calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecida (UNAD, 2016). Para obtener un kilo de queso tipo reata se necesitan de 10 a 11 litros de leche de vaca, en cambio utilizando leche de búfalos solo se necesitan de 6 a 8 litro. Por tal motivo, El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de dos tipos de leche, para la elaboración de queso artesanal (tipo reata), la primera es una cruce de *Bos tauro/ Bos indicus* en comparación con la leche de *Bubalo Bubalis*.

Materiales y métodos.

Lugar de estudio.

Este estudio se realizó en dos ranchos de diferente ubicación. El primer Rancho "BARRIENTOS", está ubicado en la comunidad "La Cangrejera". Y el segundo Rancho "El Búfalo", está ubicado en la explanada. Ambos ranchos pertenecientes al Municipio de Sayula de Alemán, en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave).

Equipo y Material Utilizado.

Material para recolección de prueba.

- ° Frasco para muestra 60 ml.
- ° Colador.
- ° Nevera plástica portátil.

Material para equipo (LACTOSCAN).

- ° Muestra de leche
- ° Lactoscan (Analizador de Leche Pantalla LCD 4 líneas x 16 caracteres)
- ° Vasos de precipitado
- ° Agua destilada
- ° Solución alcalina
- ° Solución acida

Variables de estudio.

<p>LACTOSCAN:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grasa ✓ Sabor ✓ SNG ✓ Lactosa ✓ Sólidos ✓ Proteína ✓ Agua ✓ Temperatura ✓ Punto de c. ✓ Ph ✓ Conductividad 	<p>MERCADO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Color ✓ Solidos totales ✓ Textura ✓ Densidad ✓ Rendimiento
---	---

Resultados

GRASA

Los resultados encontrados en lo que se refiere a la variable grasa fueron: para leche de vaca de 1.49% hasta 3.49%, y en la de búfala fueron 6.90% a 9.44%, como se muestran en la figura 21.

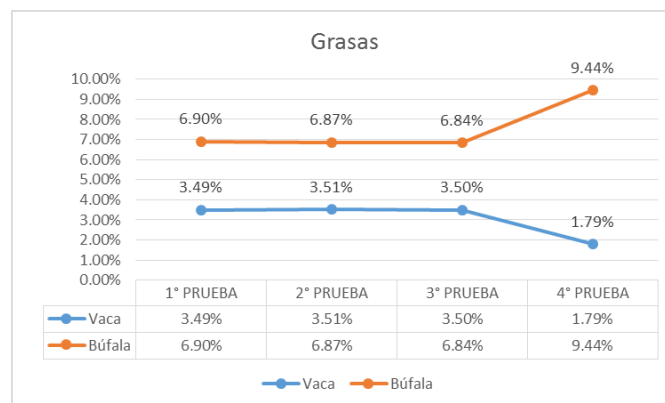


Figura 1. Grafica de descripción de los porcentajes de grasa en los dos tipos de leche.

PROTEÍNA

Los resultados encontrados en lo que se refiere a la variable de proteína fueron: para leche de vaca de 2.65% hasta 2.90%, y en la de búfala fueron 2.80% a 2.94%, como se muestran en la figura 2.

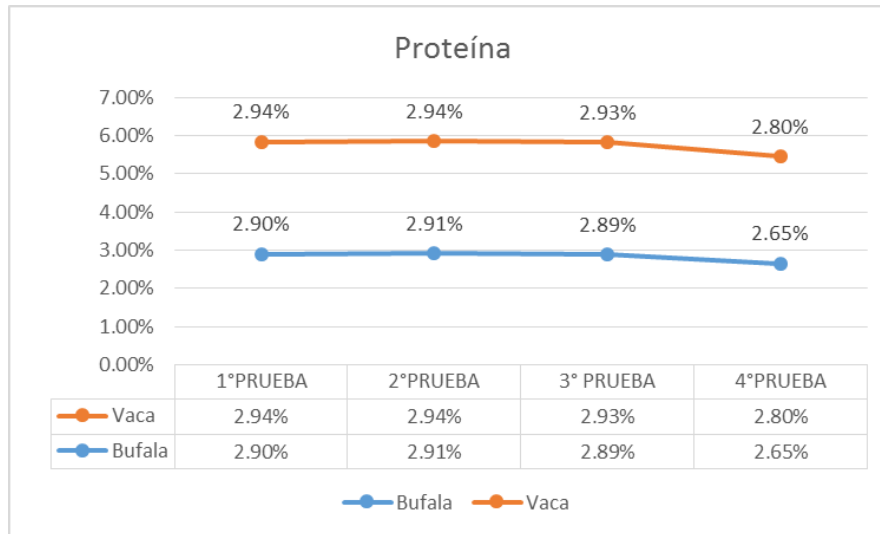


Figura 2. Grafica de descripción de los porcentajes de proteína en los dos tipos de leche.

SOLIDOS TOTALES

Los resultados encontrados en lo que se refiere a la variable solidos totales fueron: en la leche de vaca de 8.8% hasta 10.87%, y en la de búfala fueron 14.16% a 16.09%, como se muestran en la figura 3.

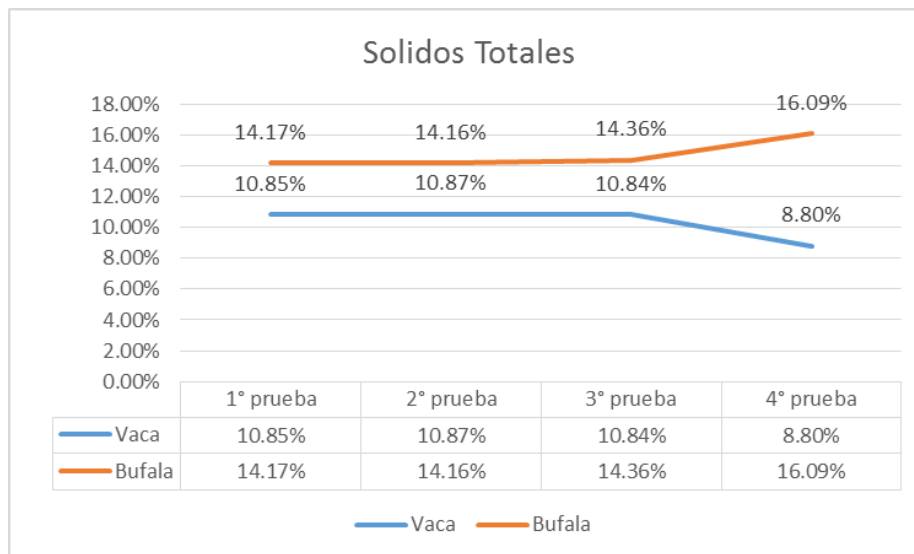


Figura 3. Grafica de descripción de los porcentajes de solidos totales en los dos tipos de leche.

AGUA ADICIONADA

Los resultados encontrados en lo que se refiere a la variable agua adicionada, fueron: la leche de vaca 1.50% hasta 1.92%, y en la de búfala fueron 0.00% a 0.00%, como se muestran en la figura 4.

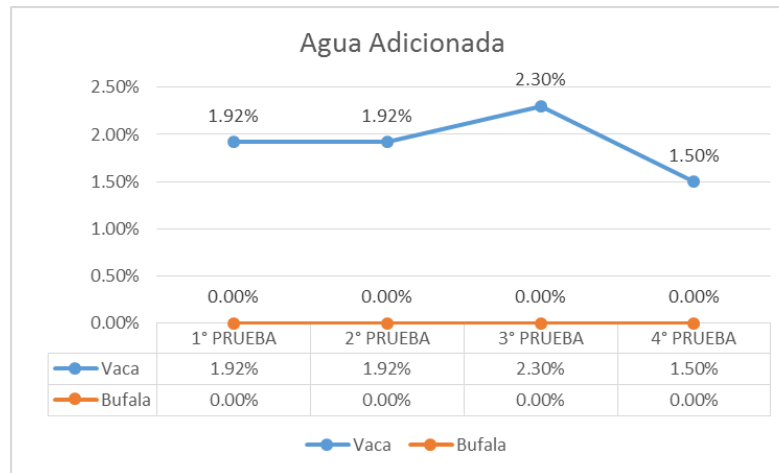


Figura 4. Grafica de descripción de los porcentajes de agua adicionada en los dos tipos de leche.

VARIABLES SNG, DENSIDAD, LACTOSA, TEMPERATURA, PUNTO DE CONGELACION, CONDUCTIVIDAD

Los resultados de porcentaje encontrados referentes a las 6 variables de la figura 5. No cuentan con una gran diferencia significativa.

		1° PRUEBA	2° PRUEBA	3° PRUEBA	4° PRUEBA
Vaca	SNG	8.04%	8.05%	8.02%	7.65%
Bufala	SNG	7.96%	7.99%	7.95%	7.31%
Vaca	DENSIDAD	28.49	28.50	28.41	28.33
Bufala	DENCIDAD	25.45	25.56	25.43	20.84
Vaca	LACTOSA	4.42%	4.42%	4.41%	4.21%
Bufala	LACTOSA	4.37%	4.38%	4.36%	4.00%
Vaca	TEMP. DE LA MUEST.	19.30	19.90	19.40	24.80
Bufala	TEMP. DE LA MUEST.	20.70	18.80	21.20	0.26
Vaca	PUNTO DE CONGEL.	-0.51	-0.508	-0.5	-0.474
Bufala	PUNTO DE CONGEL.	-0.52	-0.52	-0.52	-0.489
Vaca	CODUCTIVIDAD	4.32	4.35	4.32	4.93
Bufala	CODUCTIVIDAD	2.96	2.97	2.97	4.52

Figura 5. Tabla de resultados de porcentaje de las variables: SNG, Densidad, Lactosa, Temperatura, Punto de Congelación, Conductividad. De los dos tipos de leche.

RESULTADOS DE LA ELABORACIÓN DE QUESOS.

De 50 litro de leche de vaca, se obtienen como resultado 5 kilos de queso. Y de 31 litros de leche de búfala se obtiene 4.700 kilogramos. Como se muestra en la figura 6.

LECHE (LITROS)	VACA	QUESO DE VACA (KG)	LECHE DE BÚFALA (LITROS)	LECHE DE BÚFALA (KG)	DE	DIFERENCIA
50 LITROS		5 kg	31 LITROS	4.700 KG		0.300 GR
10 LITROS		1 kg	6 LITROS	1 KG		4 LITROS

Figura 6. Tabla de rendimiento de queso.

Discusión

Los resultados de la variable grasa de 1.49% a 3.49%, para leche de vaca, son similares a los reportados por Agudelo y Bedoya de 3% en el 2005. Los resultados de la variable grasa de 6.90% a 9.44% para la leche de búfala, son similares a los reportados por Patiño y Guanziroli de 8.80% en el 2005. Los resultados de la variable proteína de 2.80% a 2.90% para la leche de vaca, están por debajo de los reportados por Agudelo y Bedoya de 2.9% a 3.9 en el 2005. Los resultados de la variable proteína de 2.65% a 2.90% para la leche de búfala, son menores a los resultados obtenidos por Patiño y Guanziroli de 5.20% en el 2005, pero similares a los resultados obtenidos por Tohanti y col, de 2.90% en el 2000. Los resultados de la variable sólidos totales de 8.8% a 10.87% para la leche de vaca, están por debajo de los reportados por Saborío de 12.5% en el 2011. Los resultados de la variable sólidos totales de 14.16% a 16.09% para la leche de búfala, son similares a los de Patiño y Guanziroli de 13% a 18% en el 2005. Los resultados de agua adicionada de 1.50% a 1.92% para la leche de vaca, son similares a los de Agudelo y Bedoya 2005 quienes reportaron 1.70%. Los resultados de agua adicionada de 0.00% a 0.00% para la leche de búfala, no se encontró literatura para discutir resultados. Estas variables no influyen en el rendimiento de queso, pues los resultados en ambos análisis son similares, por lo que no se designa una discusión. El resultado de la elaboración de queso es de 1 kilo utilizando 10 litros de leche de vaca, y 1 kilo utilizando 6 litros de leche de búfala, son similares a los de González (2017), de 5 litros de leche de búfala para 1 kilo y 8 litros de leche de vaca para 1 kilo de queso, en el 2017. El resultado del estudio de mercado fue un éxito ya que se contó con la participación de maestros y alumnos que muy amablemente contestaron las encuestas y obteniendo un total de 276 respuestas. De las cuales 96 fueron a favor del producto elaborado con la leche de búfala y 90 a favor del producto que se elaboró con la leche de vaca. Y 46 fue una decisión por ambos productos considerándolos iguales. No existe literatura para realizar discusión en comparación con otro autor.

Conclusión

Se concluye, que la leche del bubalino *Bubalo bubalis* tiene mayor rendimiento en la elaboración del queso artesanal (tipo reata), debido a su alta concentración de sólidos, en los cuales la grasa es la variable fundamental en esta especie. Así mismo; la leche del bubalino, *Bubalo bubalis*, tiene mayor porcentaje en algunas características fisicoquímicas que la leche de la cruce, *Bos tauros x Bos indicus*, tales como grasa, sólidos totales, proteína, en agua adicionada es menor porque la leche de búfala no contiene agua adicionada.

Referencias

- Callejas R.M.I. 2017. "Efecto de los Parámetros Físicoquímicos en el Rendimiento del Queso Añejo (queso reata) en el Centro de Acopio de la Comunidad del 20 de Noviembre del Municipio de Sayula de Alemán. "Tesis. Ingeniero en sistemas de Producción Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuarias.
- Agudelo G.D.A., Bedoyo M.O. 2005. "Composición nutricional de la leche de ganado vacuno". Lasallista de Investigación. Enero-junio 2005.
- Patiño, E.M., Guanziroli M.C. 2005. Médico Veterinario. Profesor adjunto, Catedral Tecnología de la Leche y Derivados. Facultad de ciencias veterinarias.
- Gonzalez K. 2017. Zootecnia y Veterinaria. "Características de la Leche de búfala". Búfalos, 15 de diciembre 2017. Disponible en: [https://zooveteesmipasion.com/bufalos\(caracteristicas-la-leche-bufala/](https://zooveteesmipasion.com/bufalos(caracteristicas-la-leche-bufala/). (Citado el 6 de mayo 2018).
- UNAD 2016. Nacional Abierta a Distancia. Escuela de Ciencias. Lectura u1_Tecnología de Lácteos. Definición, Composición, Estructura, y Propiedades de la leche. Disponible en: www.infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105_lectura_revision_de_presaberes.pdf. Consultado el: (2 de mayo 2018).

RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL, PESO Y ESTADO REPRODUCTIVO EN VACAS DOBLE PROPÓSITO

YESSICA YAMILETH MERCADO LINARES¹

JESÚS HERRERA ALARCÓN²

IGNACIO GARAY PERALTA³

ALFREDO DÍAZ CRIOLLO⁴

Resumen

Dentro del sistema de bovinos doble propósito (BDP) existe un desconocimiento de su productividad, debido a que el ganadero no evalúa los índices productivos teniendo como resultado bajas tasas de preñez e intervalos de días abiertos muy prolongados. El objetivo de este trabajo fue evaluar la condición corporal (CC) en las vacas como parámetro principal con relación al peso vivo y el estado reproductivo (vacía o gestante). La evaluación de la CC utiliza una escala del 1 al 5, donde el valor de 1 corresponde a una vaca excesivamente delgada y 5 a una vaca obesa. En el estudio se consideraron cuatro municipios del estado de Veracruz con condiciones edafoclimáticas similares, con un grupo de 400 vacas de doble propósito que presentaran características fenotípicas semejantes (cruzas de europeo x cebú), pero con distintas edades, números de partos y peso vivo. Como resultado se encontró que no existe relación entre la condición corporal y el peso de cada vaca, ya que estas dos variables no interfieren directamente en la eficiencia reproductiva, concluyendo que para demostrar si existe correspondencia entre la condición corporal y el peso en relación con los aspectos reproductivos se tienen que evaluar más variables y con un grupo de animales más homogéneos.

Palabras clave: condición corporal, eficiencia reproductiva, peso vivo.

Abstract

Within the dual purpose bovine (BDP) system there is a lack of knowledge of its productivity, because the farmer does not evaluate the productive indices, resulting in low pregnancy rates and very long open day intervals. The objective of this work was to evaluate body condition (BC) in cows as the main parameter in relation to live weight and reproductive status (empty or pregnant). The BC evaluation uses a scale from 1 to 5, where the value of 1 corresponds to an excessively thin cow and 5 to an obese cow. In the study, four municipalities in the state of Veracruz with similar edaphoclimatic

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, L18883488@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jesus.ha@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, ignacio.gp@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Alfredo.dc@ugalvan.tecnm.mx

conditions were considered, with a group of 400 dual-purpose cows that presented similar phenotypic characteristics (European x Zebu crosses), but with different ages, numbers of births and live weight. As a result, it was found that there is no relationship between body condition and weight of each cow, since these two variables do not directly interfere with reproductive efficiency, concluding that to demonstrate if there is a correspondence between body condition and weight in relation to the Reproductive aspects must be evaluated with more variables and with a more homogeneous group of animals.

Keywords: body condition, reproductive efficiency, live weight.

Introducción

Se define como condición corporal la cantidad de grasa que presenta el ganado bovino en áreas claves para la evaluación de la condición corporal, este parámetro se evalúa en la región de la columna vertebral, las costillas, las caderas y la base de la cola, esto indica las reservas de energía que a su vez son útiles y de las cuales dispone el animal lo que le ayuda para las grandes demandas que necesitan en la producción de leche. Una de las grandes ventajas que tiene conocer la condición corporal es para examinar la condición nutricional de cada animal y del hato en general (Aja, 2011).

En la actualidad, uno de los mayores problemas que afectan los parámetros económicos en ganado bovino de doble propósito son los índices de eficiencia reproductiva la cual se ve influenciada por varios aspectos entre ellos, el más importante el aspecto nutricional.

Según López en el 2010 los registros de condición corporal (CC) son una herramienta que por más de 25 años ha sido evaluada y correlacionada con parámetros reproductivos y productivos en establos. La condición corporal es una herramienta para realizar un seguimiento y corregir puntos clave para asegurar que la vaca llegue en buenas condiciones nutricionales al momento de la preñez, parto y post parto, este método se basa en la visualización y palpación en áreas en donde se deposita la grasa y musculo en estructuras corporales claves y sigue una escala de numeración del 1 al 5, siendo el número 1 una vaca demasiado flaca y 5 una vaca muy obesa. Evaluar la condición corporal es una de las formas más fácil, económica y subjetiva para medir de forma cuantitativa la relación con los parámetros reproductivos como lo son el número de partos por vaca en relación al peso de cada animal (Battiflora, 2000).

La condición corporal está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva. Se considera que vacas con una condición corporal cercana a 3 tiene un 29% mayor de tasa de preñez comparada con vacas con una condición corporal menor a 2.5. La pobre condición corporal afecta a la tasa de preñez y los intervalos entre partos, así como la edad del becerro al destete y ganancia diaria de peso del

animal. Los indicadores reproductivos son parámetros cuantitativos que nos permiten evaluar la eficiencia reproductiva de un hato y adquieren gran importancia ya que tienen un gran impacto en los costos de producción. Debido a la creciente demanda de carne y leche para suplir las necesidades nutricionales de nuestra zona los productores buscan conocer los diferentes factores que afectan el desempeño productivo de sus animales, lo cual les permitirá mejorar la eficiencia reproductiva y productiva del hato en general. Una de las problemáticas que se pretende solucionar es que los ganaderos puedan realizar estas técnicas sencillas para poder evaluar sus parámetros reproductivos y mejorar la producción (Battiflora, 2000).

Material y métodos

La presente investigación descriptiva se realizó en cuatro municipios: Úrsulo Galván, Actopan, Alto Lucero y Tlalixcoyan, se evaluaron 400 vacas con características generales, las cuales fueron; vacas doble propósito, de distintas edades, distintos números de partos, cruzadas de europeo por cebú y que tuvieran pesos distintos.

Para la realización del trabajo de campo se consideraron diferentes ranchos del estado de Veracruz, donde los ganaderos otorgaron facilidades para llevar a cabo la toma de las distintas variables, pero todos dentro de la Zona centro del estado de Veracruz. Se identificó que el ganado doble propósito dentro de los ranchos cumplieran con las características necesarias para la investigación. Se implementó un formato de registro donde se consideró el número de arete SINIIGA de cada vaca, la raza, su peso en kilogramos y un diagnóstico de preñez mediante la palpación rectal. El trabajo fue realizado en el periodo del 31 de octubre del 2022 al 19 de enero del 2023 en donde interfirieron condiciones medioambientales y en algunos casos los animales sufrieron de estrés debido a las de temperatura que se presentaron en algunos de estos meses, los animales hacen frente a estos cambios a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento y dichos cambios provocan una reducción en su desempeño productivo y reproductivo.

Variables evaluadas

Peso vivo. Se obtuvo a través de una cinta métrica torácica, la cual considera la estimación del peso vivo de acuerdo con la raza, por lo tanto, se identificó en la cinta la línea indicativa de la raza o cruce del animal para después colocarla alrededor del perímetro torácico, que se considera es a la altura inmediatamente posterior a la escapula. Detectando en la cinta el peso, para su posterior registro en el formato.

Evaluación de la condición corporal. A la vez que se estimó el peso en kilogramos, se realizó la evaluación de la CC, utilizando una escala del 1 al 5, en donde 1 fue una vaca muy flaca y 5 una vaca

gorda. Para lo cual se consideraron los puntos anatómicos hueso de la cadera, del anca, de la cola, últimas costillas y vertebras.

Diagnóstico de estado reproductivo. Se realizó por medio de una palpación rectal, la cual es una práctica que se utiliza para detectar y diagnosticar gestaciones tempranas u avanzadas. Registrando la situación ginecológica de la vaca (vacía o gestante), en caso de gestante se anotaba el tiempo de gestación en meses.

Determinación de la raza o craza. Para llevar a cabo la clasificación de la raza o craza, se consideró la presencia o ausencia de giba, tamaño de ombligo o prepucio y bandera o papada, posición y tamaño de las orejas en relación con los ojos y colores del pelo (Fig. 1).

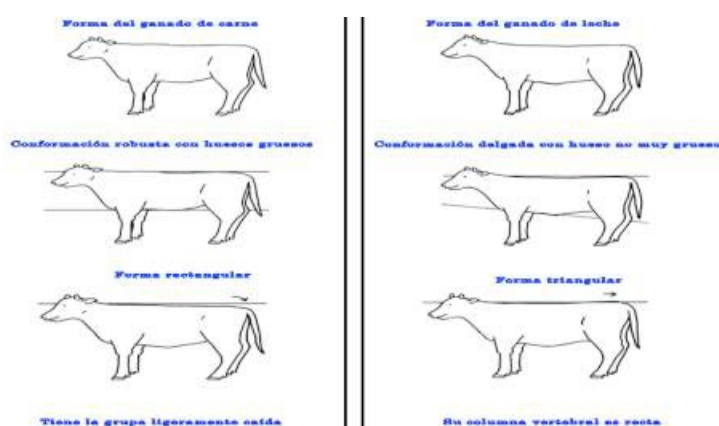


Fig. 1. Diferencias entre ganado lechero y de carne. Fuente: Battifora. (2000).

Diseño y análisis

Los datos obtenidos de las diferentes variables en las vacas fueron capturados en el programa de Excel 2016 y una vez obtenidos los resultados se analizaron bajo el modelo de regresión lineal simple, siguiendo las características del diseño experimental completamente al azar en donde se comparó la relación que existe entre la condición corporal y peso sobre los aspectos reproductivos teniendo como repetición cada una de las 400 vacas muestreadas.

Resultados

Una vez analizados los datos correspondientes se interpretó que no existe una correlación entre las variables establecidas que fueron: la condición corporal y el peso en relación con el estado reproductivo del animal, en este caso que la vaca se encuentre vacía y/o gestante. Después de ajustar un modelo lineal usando el análisis de regresión se encontró que la condición corporal y el peso no tienen relación con los aspectos reproductivos en vacas de doble propósito (Fig. 2), donde solo se incluyeron factores como peso, condición corporal y estado reproductivo.

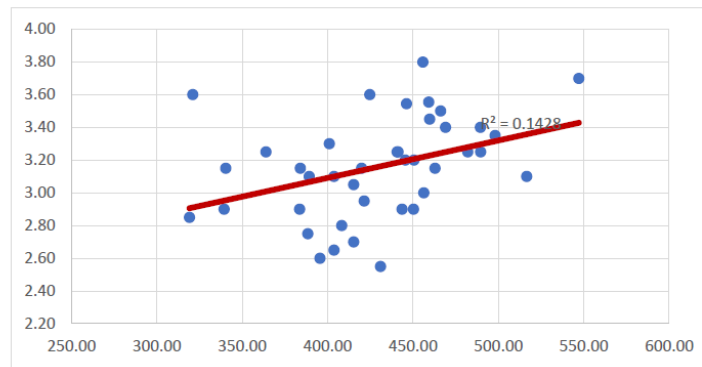


Fig. 2. Análisis estadístico de la condición corporal respecto al peso. Fuente: Elaboración propia

Considerando la evaluación de la condición corporal del 1 al 5, se tuvo como resultado que más del 71.25% de las vacas se encontraban en una CC de 3 a 3.5, en segundo lugar, con un 21% vacas con una CC de 2 a 2.5 y en último lugar vacas con una CC de 4 a 4,5 donde se obtuvo solo el 7.75%. Cabe resaltar que no se encontraron vacas con una CC de 1 y 5 (Fig. 3.)

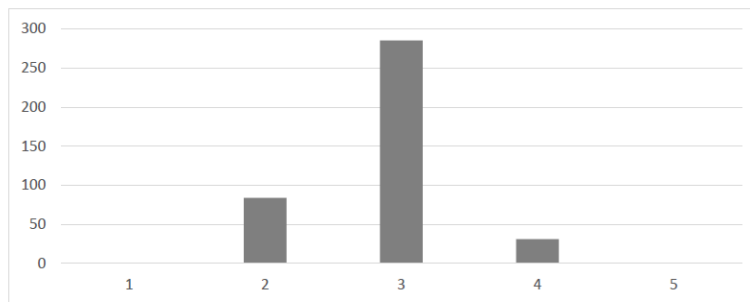


Fig. 3. Evaluación de la condición corporal. Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se puede observar el porcentaje de vacas vacías y vacas gestantes siendo mayor el de las vacas gestantes con un total de 212 animales.

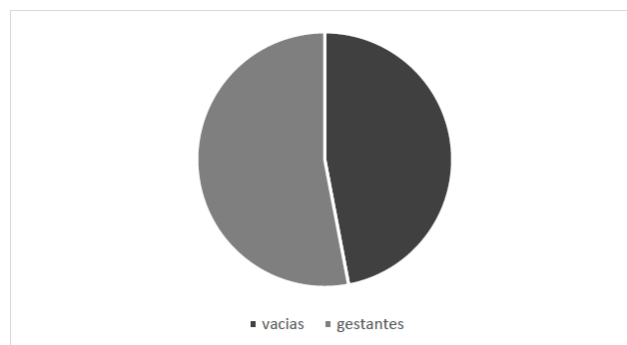


Fig. 4. Estado reproductivo de los hatos. Fuente: Elaboración propia

Se realizó un análisis comparativo del total de vacas vacías y gestantes según la raza o craza (Fig. 5), la raza o craza que predominó fue la Cebú que cuenta con características de importancia económica para la zona como lo son; mayor adaptabilidad a regiones tropicales, más resistencia a parásitos, mayor rusticidad y son resistentes a parásitos en comparación con las razas europeas. En segundo

lugar, se tiene a la raza europea que cuenta con características de fácil adaptación a climas templados, tienen una buena ganancia de peso diario, producen canales con menos grasa y su producción de leche es buena.

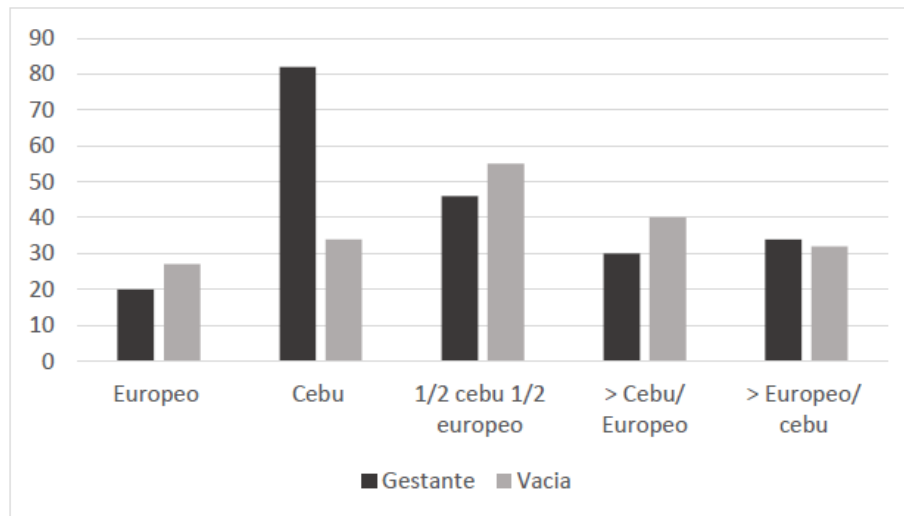


Fig. 5. Análisis comparativo del estado reproductor según raza o cruzamiento. Fuente: Elaboración propia.

Como puede notarse en la figura 6, se encontraron mayores porcentajes de vacas gestantes en aquellas hembras que tenían condición corporal mayor a 3.

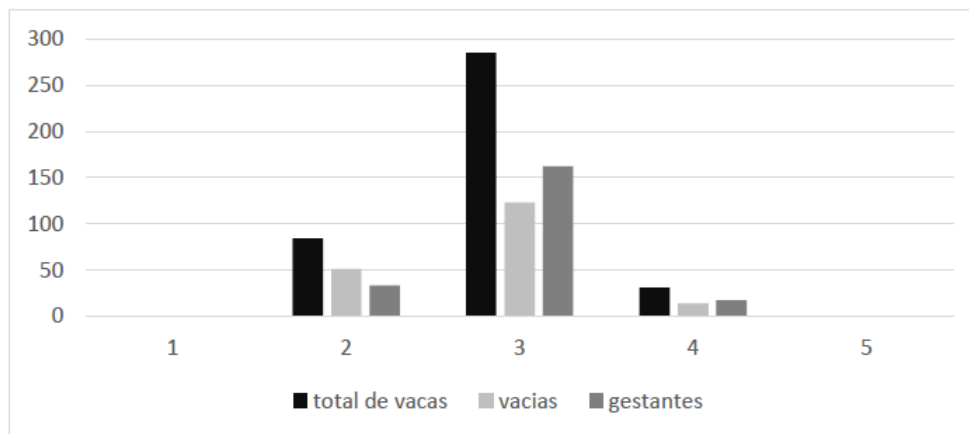


Fig. 6. Comportamiento entre condición corporal y estado reproductivo. Fuente: Elaboración propia.

Discusión y conclusiones

La eficiencia reproductiva es el parámetro de producción alcanzado por el animal considerado como óptimo para su especie, en el caso de los bovinos, es la producción de una cría al año (Anta, 1987). Es por ello que dentro del trabajo realizado se entiende la importancia de la condición corporal y el peso en relación con los aspectos reproductivos, cabe mencionar que no se tomaron en cuenta las características que presentaba cada rancho desde el manejo diario que se le da al ganado, la alimentación, los días abiertos que es el tiempo transcurrido desde el parto y cuando la hembra vuelve

a quedar preñada, otro factor que no se tomó en cuenta fue que la hembra estuviera aun con cría ya que en algunos de los casos había vacas que llevaban más de 5 meses con el becerro (a) y eso afecta la eficiencia reproductiva y la genética que permite identificar las características que benefician y con ello poder seleccionar razas con una mayor adaptabilidad y poder incrementar la producción de leche y/o carne.

Podemos asumir que con los resultados obtenidos presentan similitud con lo reportado por Corea-Guillén en el 2008 en donde menciona que no existe inferencia entre la condición corporal y el peso con los aspectos reproductivos en ganado doble propósito.

En la mayoría de los ranchos que se estudiaron se observó que gran parte de los ganaderos no consideraban evaluar la condición corporal, a pesar de que es una técnica que se realiza visualmente, así mismo no consideran la importancia de evaluar los parámetros reproductivos, por lo tanto parte de la investigación se basa en evaluar el efecto de la condición corporal y peso sobre los indicadores reproductivos en vacas doble propósito en ranchos del estado de Veracruz, específicamente en municipios como Úrsulo Galván, Actopan, Alto Lucero y Tlalixcoyan en donde cada rancho cuenta con ganado doble propósito.

Derivado de los resultados obtenidos se puede concluir que la hipótesis se descarta ya que no existe una interacción entre la condición corporal, el peso y los aspectos reproductivos con lo que se puede atribuir que también interfieren otros factores como el tipo de alimentación, el manejo diario del ganado, el historial clínico desde el nacimiento, factores medioambientales y la genética.

Referencias

- Aja, S. 2011. Rendimiento total de una canal de bovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal. (55)56.22.58.91 2.
- Anta JE 1987. Análisis de la información publicada sobre la eficiencia reproductiva del ganado bovino en el trópico mexicano. Tesis de licenciatura. Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Battifora, L. (2000). Análisis descriptivo del manejo del ganado bovino de carne desde su embarque en distintas provincias del Perú hasta su llegada y posterior proceso en centros de beneficio en Lima. Lima, Perú. Disponible en http://www.hsi.org/assets/pdfs/manejo_ganado_peru.pdf.
- Corea-Guillén, E; Alvarado-Panameño, J; Leyton-Barrientos, L, (2008). Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 19, núm. 2, julio-diciembre, 2008, pp. 251-259. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica.

López, F.J.; 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias 4(1): 77-86. <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol4/9.pdf> (Consultado el 22 de julio de 2010).

GENES INVOLUCRADOS EN LA SÍNTESIS DE CAROTENOIDES EN CHILE HABANERO PRODUCIDO EN MACROTÚNEL

JACEL ADAME GARCÍA¹

FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS²

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS³

Resumen

Dentro de la agricultura protegida se puede incluir a la producción en macrotúneles, los cuales representan una opción para las familias rurales para obtener hortalizas a bajo costo para su consumo y para la venta de los excedentes. Sin embargo, es importante verificar si la producción en macrotúneles con manejo nutricional a base de bioestimulantes bacterianos generará chile habanero de calidad, no solo productiva sino también con características nutraceuticas adecuadas, como lo es la presencia de carotenoides. En chile habanero los carotenoides más abundantes son el β -caroteno, la capsaicina y la capsorrubina. Sin embargo, los contenidos de carotenoides en frutos de chile varían en composición y concentración de acuerdo con su estado de madurez, diferencias genéticas, condiciones ambientales y de manejo en las que se desarrolla la planta. Por lo que con este documento se pretende explicar cómo es la expresión de los genes β -caroteno desaturasa (ZDS), capsantina/capsorubina sintasa (CCS), licopeno β -ciclase (bLCY2) y fitoeno sintasa (PSY) involucrados en la síntesis de carotenoides. Para lo cual primeramente se establece un cultivo de chile habanero en condiciones de macrotúnel con manejo nutricional empleando bioestimulantes microbianos, posteriormente se determina el patrón de expresión de los genes ZDS, CCS, bLCY2 y PSY mediante PCR en tiempo real, en diferentes etapas de maduración de los frutos de chile habanero.

Palabras clave: expresión génica, hortalizas, bioestimulantes

Abstract

Within protected agriculture, production in macrotunnels can be included, which represent an option for rural families to obtain vegetables at low cost for consumption and for the sale of surpluses. However, it is important to verify if production in macrotunnels with nutritional management based on bacterial biostimulants will generate quality habanero chili, not only productive but also with adequate nutraceutical characteristics, such as the presence of carotenoids. In habanero chili the most abundant

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, felix.mc@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jose.fv@ugalvan.tecnm.mx

carotenoids are β -carotene, capsaicin and capsorubin. However, the carotenoid contents in chili fruits vary in composition and concentration according to their state of maturity, genetic differences, environmental and management conditions in which the plant develops. Therefore, this document aims to explain the expression of the genes z-carotene desaturase (ZDS), capsanthin/capsorubin synthase (CCS), lycopene β -cyclase (bLCY2) and phytoene synthase (PSY) involved in the synthesis of carotenoids. For which, first a habanero pepper crop is established in macrotunnel conditions with nutritional management using microbial biostimulants, subsequently the expression pattern of the ZDS, CCS, bLCY2 and PSY genes is determined by real-time PCR, at different stages of maturation. of the fruits of habanero chili.

Key words: gene expression, vegetable, bioestimulants

Introducción

De acuerdo con la SIAP (2021) la producción de hortalizas en México son una fuerte importante para la generación de recursos económicos, también son importantes en lo que se refiere a la agricultura de subsistencia además de que genera empleos en el campo. El chile habanero es una hortaliza que tiene importancia económica en nuestro país, presenta una gran demanda nacional e internacional debido a que se emplea como fuente de colorantes y de compuestos fitoquímicos benéficos como la capsaicina. Como todas las hortalizas, el manejo nutricional del chile habanero se realiza con fertilización química la cual no aplica de manera racional, lo que genera un uso excesivo de fertilizantes que provocan contaminación al agua y suelo.

Por lo anterior se necesario emplear alternativas amigables con el ambiente que permitan una nutrición adecuada del cultivo de chile habanero, que satisfaga las necesidades del productor y que no cause alteraciones al ambiente, tal es el caso del uso de microorganismos promotores de crecimiento. Estos microorganismos habitan en el suelo y a través de su metabolismo y las interacciones que realizan con las plantas se benefician mutuamente, en las plantas son capaces de estimular su desarrollo. Existen antecedentes sobre el crecimiento de las plantas y la estimulación del rendimiento y calidad de frutos de hortalizas los cuales son cercanos a los de la producción en invernadero (Adame-García et al., 2021a; 2021b; 2023; 2024; Murillo-Cuevas et al., 2021; 2023).

Dentro de los microorganismos que estimulan el desarrollo de las plantas, existen bacterias que pueden fijar biológicamente el nitrógeno y solubilizar el fósforo, esto es porque las bacterias presentan enzimas como nitrogenasas y fitasas que promueven el crecimiento vegetal y aumentan su potencial productivo. Dentro de los géneros bacterianos que promueven el crecimiento de las plantas se

encuentran las de *Bacillus*, las cuales se han empleado como biofertilizantes (Corrales-Ramírez et al., 2017).

El chile posee una vía de biosíntesis de carotenoides muy evolucionada con relación al tipo de compuestos ya que, aunque la capsaicina y capsorrubina son elementos clave que le confieren el color durante su proceso de maduración, en el fruto se pueden acumular otro tipo de carotenoides (Zsila et al., 2001; Maoka et. al., 2001). La composición de carotenoides provoca cambios de color durante la maduración de los frutos de chile habanero por lo que son un excelente modelo para estudiar los mecanismos de regulación a la biosíntesis de carotenoides.

Por lo que nuestro equipo de trabajo realiza trabajos relacionados al análisis del patrón de expresión de genes involucrados en la síntesis de carotenoides durante la aplicación de bioestimulantes microbianos en chile habanero en macrotúnel.

Contenido

El chile habanero se estableció en un macrotúnel ubicado en terrenos del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván ubicado en el municipio de Úrsulo Galván, Veracruz. Sitio que presenta un clima Aw (tropical húmedo-seco) de acuerdo al sistema Köppen-Geiger, que se define como cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura oscila entre 24 y 26 °C, y una precipitación entre 1100 y 1300 mm (INAP, 2013).

Las dimensiones del macrotúnel son de 3 m de ancho por 30 m de longitud forrado con malla antiáfidos con dos puertas y un espacio previo entre las puertas, las cuales también están forradas con malla para evitar la entrada de áfidos (Figura 1). El cultivo de habanero (Figura 2) se estableció sobre dos camas de siembra formadas de composta mezclada con suelo, las camas están cubiertas con acolchado blanco-negro. Cuenta con sistema de riego por goteo de cuatro salidas de agua y 30 m de cintilla calibre 6000 para cada cama, conectadas a la línea principal con cuatro válvulas de paso para controlar el riego del cultivo.



Figura 1. Macrotúnel de 3 m x 30 m forrado con malla antiáfido.



Figura 2. Chile habanero variedad jaguar.

Antes de la siembra, las semillas se inoculan con micorrizas (*Rhizophagus intraradices*) y se siembran en charolas de 200 cavidades, con sustrato peat moss. Se evalúan productos biorracionales en la producción de hortalizas en condiciones de macrotúnel mediante el empleo de bioestimulantes a base de *Trichoderma* spp. y bacterias fijadoras de nitrógeno *Bacillus* spp. (GeniFix®) producto obtenido por nuestro equipo de trabajo en proyectos anteriores.

El marco de plantación es de 25 cm a tres bolillos. Se usa una fertilización mínima tradicional (120-80-80). Los bioestimulantes microbianos que se aplican son GeniFix® bioestimulante a base de bacterias del género *Bacillus* (10^8 UFC/mL) y *Trichoderma* (10^{11} esporas/mL) en cuatro tratamientos: 1) Genifix®, 2) *Trichoderma*, 3) Genifix® y *Trichoderma* y 4) testigo. Se toman variables productivas como peso (g), diámetro ecuatorial y polar de frutos (cm). Se determinan los parámetros de calidad alimentaria: pH, Acidez, °Brix, Azúcares, Ácidos Orgánicos, Densidad, Carotenoides, Minerales, Vitaminas de acuerdo con la AOAC (2002).

El diseño experimental recomendado es en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. En cada bloque experimental el bioestimulante se aplica mensualmente al suelo (drench) cerca de la planta. Para comprobar el efecto de los bioestimulantes se realiza un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias de Tukey $\alpha = 0.05$. Los análisis estadísticos se realizan con el software SPSS Statistics Versión 20.

Para llevar a cabo la determinación del patrón de expresión de genes se toman frutos en distintos estados de desarrollo de chile habanero. Etapa 1 maduración (2 días después de la floración completa), etapa 2 (5 días después de la floración completa), etapa 3 de maduración (8 días después de la floración completa), etapa 4 maduración (15-17 días después de la floración completa), etapa 5 (30 días después de la floración completa), etapa 6 de maduración (35-40 días después de la floración completa).

Se realiza la extracción de ARN total y posteriormente se sintetiza a cDNA. Para lo cual se maceran las muestras (frutos y hojas) en nitrógeno líquido, y se agregan 5 mL de Trizol (38% v/v de fenol, 12.5 mM de tiocianato de guanidina ultrapura, 6.25 mM de tiocianato de amonio, 100 mM de acetato de sodio y 5% de glicerol grado biología molecular) por cada 500 mg de muestra, se incuba por 10 min a 25 °C y centrifuga durante 15 min, el sobrenadante se deposita en un tubo nuevo agregándole 1/5 de volumen de cloroformo:alcohol isoamílico (49:1). Se agita en vortex y se incuba por 3 min a 25°C.

Luego, se centrifuga durante 15 min para la separación de fases. La parte superior se transfiere a un tubo nuevo y se agrega un volumen igual de isopropanol frío. Se incuba la muestra a 4°C toda la noche, posteriormente se centrifuga durante 15 min. La pastilla se lava con etanol 70% frío y se centrifuga por 15 min (tres veces). Se lava con etanol 100% frío y se retira el etanol por centrifugación. La pastilla se deja secar a 28°C y se resuspende en 35 µL de agua tratada con dietilpirocarbonato (DEPC). Y se almacena a -80°C. Se cuantifica el ARN total mediante espectrofotometría a una longitud de onda de 260 nm. Para verificar la integridad del ARN, se realiza mediante gel de agarosa al 1.4% y se tiñe con bromuro de etidio. Para la síntesis del cDNA se utiliza la enzima Transcriptasa reversa SuperScript (Initrogen). Se mezcla 1 µL de ARN (1 µg/ µL), 1 µL del oligonucleótido random (3 1 µg/µL), 1 µL de nNTPS 10 µMolar, a un volumen de reacción de 13 µL. La mezcla se incuba a 65°C durante 5 min y posteriormente se incuba en hielo durante 2 min. Se adicionan 4 µL de amortiguador 5X, 1 µL de DTT 0.1 M y 1 µL de transcriptasa reversa (200 U/µL) y se incuba a 50°C durante 60 min y a 70°C durante 15 min. Se verifica la integridad de cADN en gel de agarosa a 1.2% y se tiñe con bromuro de etidio. Para el diseño de los cebadores de los genes z-caroteno desaturasa (ZDS), capsaicina/capsorubina sintasa (CCS), licopeno β-ciclasa (bLCY2) y fitoeno sintasa (PSY) se realiza un alineamiento por medio del programa Clustal 2.0. Se alinean secuencias de especies de dicotiledóneas obtenidas del GENBANK banco de datos National Center for Biotechnology Information (NCBI). Para las reacciones de PCR en tiempo real se emplea el cDNA proveniente del ARN. Se realiza en una mezcla de reacción de 18 µL que contendrán Platinum SYBR Green qPCR Supermix-UDG, oligonucleótidos F y R (20 pM), cDNA. El programa de reacción es: 50°C durante 2 min, 95°C 1 min, 35 ciclos (95°C 30 seg, 62°C 30 seg, 62°C 30 seg) 20°C ∞. Se realiza una cuantificación relativa de la expresión de los genes para analizar los niveles de expresión genética, empleando una curva estándar o de eficiencia. Se emplean muestras de cDNA a una concentración conocida para construir la curva de referencia. Se emplea el gen ARNr 18S como gen de referencia en la cuantificación de la expresión genética.

Resultados

En condiciones de macrotúnel se ha podido evaluar en primera instancia las cepas que componen un bioestimulante a base de bacterias promotoras de crecimiento de manera individual, lográndose buenos resultados en el desarrollo de plántulas y peso de frutos de chile habanero (Adame-García et al., 2021). Subsecuentemente, como bioproducto, ha sido evaluado en la producción de chile habanero en ambiente protegido. Se trataron las semillas de chile habanero y como resultado se registró un 94% de germinación a diferencia de semillas no tratadas (testigo), que sólo obtuvieron el 87% de germinación. Además, las semillas inoculadas con el bioestimulante generaron plántulas con mayor altura (6.53 cm) a diferencia de las semillas sin el bioestimulante (3.68 cm). A los 20 días después de la inoculación, las semillas inoculadas con el bioestomulante produjeron plántulas con mayor peso seco (0.037g) a diferencia de las plántulas provenientes de semillas testigos (sin bioestimulante) (0.032g) (Murillo-Cuevas et al., 2021).

Por otra parte, aplicaciones mensuales del bioestimulante en plantas de chile habanero han demostrado un efecto estimulante en el incremento de las dimensiones y peso de los frutos en comparación a plantas sin aplicaciones del bioestimulante. Frutos de plantas de chile habanero con aplicaciones del bioestimulante incrementaron significativamente el diámetro polar (4.03 cm) y ecuatorial (3.06 cm) del fruto en comparación a frutos testigos (polar 3.53 cm y ecuatorial 2.82 cm) sin aplicaciones de bioestimulantes. Asimismo, aumentaron el peso de fruto de 8.27 g sin aplicación a 9.98 g con aplicaciones del bioestimulante (Murillo-Cuevas et al., 2021).

El uso de bioestimulantes microbianos en la horticultura ha aumentado el interés por estudiarlos, evaluarlos y conocer sus efectos. Se tienen algunos reportes del efecto de bioestimulantes microbianos en las características agronómicas de plántula y calidad del fruto en chile (Adame-García et al., 2021a; 2023; 2024).

La importancia de los carotenoides tanto en plantas como en animales, y sus numerosas aplicaciones comerciales en los campos de la nutrición y la salud, ha generado interés en la perspectiva de aumentar los niveles de carotenoides en los cultivos alimentarios mediante el mejoramiento convencional y la ingeniería genética (Sandmann et. al., 2006; Zhu et. al., 2007). Los investigadores han estudiado las vías carotenogénicas en microbios y plantas y han aislado genes, enzimas y componentes reguladores de diversos organismos. En muchos casos, se han introducido genes carotenogénicos en entornos heterólogos para análisis funcionales o en un intento de estimular la acumulación de carotenoides. Se han realizado varios intentos para manipular genéticamente la biosíntesis de carotenoides en plantas de cultivo, aumentando así su valor nutricional. Muchos de

estos aspectos han sido revisados exhaustivamente (Hirschberg, 2001; DellaPenna, 2001; Tucker, 2003; Fraser y Bramley, 2004).

Se encuentra disponible una amplia gama diversa de genes carotenogénicos de organismos para mejorar reacciones individuales o el establecimiento de nuevas ramas en la vía, junto con otras herramientas genéticas (Shewmaker et al., 1999; Mann et al., 2000). Además, la modificación genética de la carotenogénesis se basa en el conocimiento bioquímico básico de la biosíntesis de carotenoides y la regulación de la vía. Aunque la bioquímica de la carotenogénesis ha estado bien establecida en las últimas décadas, una limitación importante es el escaso conocimiento de cómo se regula la expresión de genes carotenogénicos endógenos en las plantas superiores (Sandmann, 2001). Además, sigue siendo desconcertante que en varios casos los genes carotenogénicos endógenos se expresen recientemente o se sobreexpresen tras la introducción de genes extraños.

La concentración y el perfil de carotenoides presentes en el chile habanero se ven afectados por diversos factores, como la madurez del fruto, las condiciones de cultivo como el tipo de suelo, riego, luz, temperatura, además de los métodos de procesamiento posteriores a la cosecha (Rodríguez et al., 2020). La síntesis de los carotenoides se ve afectada por factores como desarrollo de fruto, presencia del ácido abscísico (ABA), la cantidad de luz a la cual está expuesto el cultivo, el contenido de sales presentes en el agua de riego, así como la cantidad de agua utilizada para regar, además de la temperatura. Estos factores afectan principalmente a la enzima fitoeno sintetasa, la cual es considerada como una limitante en la velocidad de biosíntesis de carotenoides, por lo que los cambios que esta pueda sufrir en su expresión o actividad alteraran la producción de los carotenoides en el fruto o en la planta. Por ejemplo, una sobreexpresión de dicha enzima mejora el contenido total de carotenoides, además de aumentar sustancialmente la síntesis de β -caroteno (Saini et al., 2018).

Se ha reportado que la cantidad de luz también tiene efecto sobre la producción de carotenoides, a mayor tiempo de exposición a la luz por parte de la planta, se producirá una mayor cantidad de carotenoides, este efecto se asocia a que la luz permite la expresión del gen encargado de la producción de la enzima fitoeno sintetasa, encargada de la síntesis del 15-cis-fitoeno, intermediario en la ruta de biosíntesis de los carotenoides (Bae y Choy, 2008).

La formación de carotenoides también se ve afectada con la madurez del fruto, debido a que conforme se da el proceso de maduración, la cantidad de clorofila disminuye y se aumenta la producción del citocromo FR, esto provoca una respuesta fisiológica en la planta que altera la expresión de los genes, contribuyendo a la formación de la enzima fitoeno sintetasa (Toledo et al., 2010 y Toledo et al., 2014). Las altas temperaturas no tienen efecto sobre la producción de los carotenos, pero si las bajas temperaturas. La salinidad afecta negativamente la síntesis de carotenoides debido a la producción de

clorofila a y b. En el caso del β -caroteno, no se ha visto un efecto por parte de la temperatura, la salinidad y el estrés generado por la sequía, esto se puede deber a que dichos factores afectan los últimos pasos de la ruta metabólica de la síntesis de carotenoides, los que corresponden al proceso de oxidación de los anillos, y da lugar a los carotenoides que tienen grupos hidroxilo en su estructura molecular (Fanciullino et al., 2014; Poiroux et al., 2012).

El contenido de carotenoides en el chile habanero puede ser variar debido la genética de la especie y a la interacción con el ambiente en que se cultiva (Iwai et al., 1979; Zewdie et al., 2000). Un estrés, o ambiente favorable pueden alterar drásticamente el nivel de carotenoides por ejemplo el estado nutricional, la posición del fruto en los tallos, los genotipos y heridas en el fruto (Kirschbaum-Titze et al., 2002; Sung et al., 2005).

Discusión y conclusiones

Se ha encontrado en procesos en la biosíntesis de carotenoides en la maduración de los frutos, desarrollo de la flor en tomate y marigold o flor de muerto (*Tagetes erecta*), narciso de los prados (*Narcissus pseudonarcissus*) y melón, y la maduración de la fruta en cítricos. La expresión de genes a nivel de ARN mensajero se ha reportado que el gen PSY aumenta con la luz, mientras que los genes PDS y GGPS continúan constantes. El gen ZDS codifica para la enzima que da lugar a la formación de licopeno, el cual es utilizado en la industria de alimentos ya que es un pigmento de color rojo y se comercializa en forma de polvo. Sus aplicaciones son salsas, sopas, botanas, etcétera (García, 2008). El gen ϵ -LCY codifica para la enzima que participa en la formación de α -caroteno, el cual presenta una coloración amarilla que es aplicada en alimentos como helados, margarinas, mayonesas, salsas, confitería, bebidas, etcétera. También se usa en alimentos grasos por su solubilidad (García, 2008). El gen β 3-LCY codifica para la enzima que da lugar a la formación de β -caroteno, el cual tiene el papel de provitamina A que ayuda a prevenir la ceguera infantil (Simmone et al., 1996). Además, el β -caroteno, se encuentra en el mercado como un líquido anaranjado a diferentes concentraciones o también en forma de polvo anaranjado. Se aplica en la industria alimentaria para la producción de lácteos, margarinas, bebidas, botanas, entre otros (García, 2008).

El gen CCS codifica para la enzima que participa en la formación de la capsantina y capsorubina, los cuales presentan un color naranja intenso o rojo y se pueden encontrar en el mercado como un líquido anaranjado-rojizo. La aplicación más importante de este tipo de colorantes es en la fabricación de embutidos, pero su uso se puede extender hasta el coloreado de bebidas, botanas, salsas, entre otros. También se usa en la fabricación de cosméticos (García, 2008).

Referencias

- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Flores-de la Rosa, F. R., Velázquez-Mendoza, V., López-Vázquez, M., Cabrera-Mireles, H., & Antonio-Vázquez, E. (2021a). Identificación molecular y evaluación de bacterias en el desarrollo vegetativo y producción de chile habanero. *Biotechnia*, 23(3), 151-157.
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., López-Vázquez, M., Villegas-Narvaez, J., Cabrera-Mireles, H., & Vasquez-Hernández, A. (2021b). Producción de hortalizas en macrotúnel para mujeres de zonas rurales en Veracruz. Red Iberoamericana de Academias de Investigación. Xalapa, Veracruz, México. 112p.
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Villegas-Narváez, J., Rivera-Meza, A. E., & Vásquez-Hernández, A. (2023). Efecto de bioestimulantes microbianos en frutos de chile morrón y jitomate producidos en macrotúnel. *Biotechnia*, 25(1), 81-87.
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Fernández-Viveros, J. A., Cabrera-Mireles, H. C., & Castillo, R. C. (2024). Efecto de bioestimulantes microbianos en plántulas y frutos de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) producidos en macrotúnel.: Bioestimulantes en chile jalapeño. *Revista Bio Ciencias*, 11.
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Fernández-Viveros, J. A., Villegas-Narváez, J., & Cabrera-Mireles, H. (2024). Nodess macrotúneles: producción sustentable de alimentos para mujeres y familias rurales. *RINDERESU*, 8(1-2), 50-57.
- AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists: edited Ig W. Horwitz 16ª ed. Washington, v.2, 1997. 850p.
- Bae, G., & Choi, G. (2008). Decoding of light signals by plant phytochromes and their interacting proteins. *Annual Reviews in Plant Biology*, 59(1), 281-311.
- Corrales-Ramírez MSc, L. C., Caycedo-Lozano, L., Gómez-Méndez, M. A., Ramos-Rojas, S. J., & Rodríguez-Torres, J. N. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Nova*, 15(27), 46-65.
- DellaPenna, D. (2001). Plant metabolic engineering. *Plant Physiology*, 125(1), 160-163.
- Fanciullino, A. L., Bidel, L. P. R., & Urban, L. (2014). Carotenoid responses to environmental stimuli: integrating redox and carbon controls into a fruit model. *Plant, Cell & Environment*, 37(2), 273-289.
- Fraser, P. D., & Bramley, P. M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in lipid research*, 43(3), 228-265.

- García, V. 2008. Evolución de compuestos funcionales durante la maduración de frutos de *Opuntia stricta*. Tesis de Licenciatura. Universidad Politécnica de Cartagena. 92 p.
- Hirschberg, J. (2001). Carotenoid biosynthesis in flowering plants. *Current opinion in plant biology*, 4(3), 210-218.
- INAP. (2013). Diagnósticos Municipales PACMA, entidad: Veracruz de Ignacio de la Llave, Municipio: Úrsulo Galván. Instituto Nacional de Administración Pública. México 49p.
- Iwai, K., Suzuki, T., & Fujiwake, H. (1979). Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogues, in capsicum annuum var. Annuun cv. karayatsubusa at different growth stages after flowering. *Agricultural and biological Chemistry*, 43(12), 2493-2498.
- Kirschbaum-Titze, P., Hiepler, C., Mueller-Seitz, E., & Petz, M. (2002). Pungency in paprika (*Capsicum annuum*). 1. Decrease of capsaicinoid content following cellular disruption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(5), 1260-1263.
- Mann, V., Harker, M., Pecker, I., & Hirschberg, J. (2000). Metabolic engineering of astaxanthin production in tobacco flowers. *Nature biotechnology*, 18(8), 888-892.
- Maoka, T., Mochida, K., Kozuka, M., Ito, Y., Fujiwara, Y., Hashimoto, K., ... & Nishino, H. (2001). Cancer chemopreventive activity of carotenoids in the fruits of red paprika *Capsicum annuum* L. *Cancer letters*, 172(2), 103-109.
- Murillo-Cuevas, F. D., Adame-García, J., Cabrera-Mireles, H., & Vásquez-Hernández, A., (2023). Bioestimulantes e insecticidas biorracionales en el cultivo de berenjena en condiciones protegidas de macrotúnel. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(1).
- Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Vásquez-Hernández, A., Martínez-García, A. D. J., & Moctezuma, R. L. (2021). Bioestimulantes en la calidad de frutos de chile habanero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(8), 1473-1481.
- Poiroux-Gonord, F., Fanciullino, A. L., Bert, L., & Urban, L. (2012). Effect of fruit load on maturity and carotenoid content of clementine (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(10), 2076-2083.
- Saini, R. K., & Keum, Y. S. (2018). Significance of genetic, environmental, and pre-and postharvest factors affecting carotenoid contents in crops: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(21), 5310-5324.
- Rodríguez Buenfil, I. M., Ramirez Sucre, M. O., & Ramirez Rivera, E. D. J. (2020). Metabolómica y Cultivo del Chile Habanero (*Capsicum Chinense* Jacq) de la Península de Yucatán.

- Sandmann, G. (2001). Carotenoid biosynthesis and biotechnological application. *Archives of biochemistry and biophysics*, 385(1), 4-12.
- Sandmann, G., Römer, S., & Fraser, P. D. (2006). Understanding carotenoid metabolism as a necessity for genetic engineering of crop plants. *Metabolic Engineering*, 8(4), 291-302.
- Shewmaker, C. K., Sheehy, J. A., Daley, M., Colburn, S., & Ke, D. Y. (1999). Seed-specific overexpression of phytoene synthase: increase in carotenoids and other metabolic effects. *The Plant Journal*, 20(4), 401-412.
- SIAP (2022, Junio 23). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Prensa. Aumentan volumen y valor de producción del sector agrícola nacional en 2021.
- Sung, Y., Chang, Y. Y., & Ni-Lun, T. I. N. G. (2005). Capsaicin biosynthesis in water-stressed hot pepper fruits. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 46.
- Toledo-Ortiz, G., Huq, E., & Rodríguez-Concepción, M. (2010). Direct regulation of phytoene synthase gene expression and carotenoid biosynthesis by phytochrome-interacting factors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(25), 11626-11631.
- Toledo-Ortiz, G., Johansson, H., Lee, K. P., Bou-Torrent, J., Stewart, K., Steel, G., ... & Halliday, K. J. (2014). The HY5-PIF regulatory module coordinates light and temperature control of photosynthetic gene transcription. *PLoS genetics*, 10(6), e1004416.
- Tucker, G. (2003). Nutritional enhancement of plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 14(2), 221-225.
- de la Cruz, T. D. J. (2001). Chile habanero, características y tecnología de producción.
- Zhu, C., Naqvi, S., Gomez-Galera, S., Pelacho, A. M., Capell, T., & Christou, P. (2007). Transgenic strategies for the nutritional enhancement of plants. *Trends in plant science*, 12(12), 548-555.
- Zewdie, Y., & Bosland, P. W. (2000). Evaluation of genotype, environment, and genotype-by-environment interaction for capsaicinoids in *Capsicum annuum* L. *Euphytica*, 111, 185-190.
- Zsila, F., Deli, J., & Simonyi, M. (2001). Color and chirality: carotenoid self-assemblies in flower petals. *Planta*, 213, 937-942.

RESPUESTA DEL CUATOMATE (*Solanum glaucescens* Zucc) A NIVELES DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA

GABRIEL LÓPEZ SALVADOR¹

PEDRO JOSÉ GONZÁLEZ CAÑIZARES²

EDUARDO JEREZ MOMPIÉ³

Resumen

El cuatomate (*Solanum glauscescens* Zucc) es una planta silvestre que habita en los bosques caducifolios de la región de la Mixteca Baja Poblana, al sur de México, cuyos frutos son muy apetecidos por los pobladores de la región. Sin embargo, la carencia de una tecnología integral para su cultivo limita sus potencialidades para alcanzar rendimientos que satisfagan su creciente demanda para el consumo y la comercialización. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta del cuatomate, cultivado bajo sombra artificial, a diferentes tiempos de riego y dosis de abono orgánico. Se estudiaron 9 tratamientos, resultantes de la combinación de tres tiempos de riego (90, 60 y 30 minutos), y tres dosis de abono orgánico (1000, 700 y 0 g planta⁻¹), en un diseño de parcelas divididas. Como fuente de abono orgánico se utilizó compost obtenido a partir de estiércol de cabra y residuos de cosechas en proporción 50:50 v/v. Se evaluaron la altura de las plantas, el diámetro del tallo y el rendimiento e indicadores de la calidad del fruto. El mayor crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos se logró con el mayor tiempo de riego y las dosis más altas de abono orgánico.

Palabras clave: plantas silvestres, crecimiento, rendimiento, calidad del fruto.

Abstract

Cuatomate (*Solanum glauscescens* Zucc) is a wild plant that lives in the deciduous forests of the Mixteca Baja Poblana region, in southern Mexico, whose fruits are highly sought after by the inhabitants of the region. However, the lack of comprehensive technology for its cultivation limits its potential to achieve yields that satisfy its growing demand for consumption and marketing. The present work aimed to evaluate the response of cuatomate, grown under artificial shade, to different irrigation times and doses of organic fertilizer. Nine treatments were studied, resulting from the combination of three irrigation times (90, 60 and 30 minutes), and three doses of organic fertilizer (1000, 700 and 0 g plant-

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tecamatlán, coteyuco@gmail.com

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, pedrojosegonzales742@gmail.com

³ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, jerezompiee@gmail.com

1), in a split-plot design. Compost obtained from goat manure and crop residues in a 50:50 v/v proportion was used as a source of organic fertilizer. Plant height, stem diameter, yield and fruit quality indicators were evaluated. The highest growth, yield and fruit quality were achieved with the longest irrigation time and the highest doses of organic fertilizer.

Keywords: wild plants, growth, yield, fruit quality.

Introducción

El cuatomate (*Solanum glauscescens* Zucc) es una planta silvestre de tallo semileñoso, perteneciente a la familia *Solanaceae*, que habita en los bosques caducifolios de la región de la Mixteca Baja Poblana (MBP), al sur de México. Es una especie arbustiva, de hábito de crecimiento trepador y con bajos requerimientos de luminosidad (Martínez, *et al.*, 2012).

Constituye un recurso fitogenético muy valioso, íntimamente ligado a la cultura y al conocimiento de los campesinos. Sus frutos son muy apetecidos por los pobladores de la región, que lo utilizan para la elaboración de diferentes platos culinarios y la comercialización, la cual se extiende rápidamente, a partir de un mercado potencial incipiente entre la población mexicana residente en los EEUU (Hernández, *et al.*, 2018).

El clima y las características del suelo son elementos del ambiente relevantes en la MBP, con prolongados períodos de sequía, escasa disponibilidad de agua, y terrenos de ladera o barranca, con suelos con horizontes poco desarrollados y de moderada a baja fertilidad. A pesar de que el cuatomate se ha podido adaptar a tales condiciones (Hernández *et al.*, 2020), su crecimiento, desarrollo y producción de frutos se ven limitados por estos factores (Gómez *et al.*, 2019).

A pesar de que algunos estudios han demostrado que, mediante la aplicación de diferentes prácticas agrícolas se puede aumentar su productividad (Hernández *et al.*, 2020), el aún escaso conocimiento para un manejo agronómico integral, fuera de su hábitat natural, limita sus potencialidades para alcanzar rendimientos que satisfagan la creciente demanda para el consumo y la comercialización.

Uno de los aspectos a tener en cuenta en el manejo agronómico del cuatomate es la nutrición, pues, aunque en su medio natural prospera en suelos con horizontes poco desarrollados y de moderada a baja fertilidad, en condiciones de casa de cultivo y con la aplicación de solución nutritiva, se ha demostrado que las plantas extraen más macronutrientes a medida que aumenta el crecimiento y las concentraciones de estos aumentan en la solución (Hernández *et al.* 2020).

Otro elemento imprescindible y que debe considerarse en el manejo agronómico del cuatomate, es el riego, el cual debe ser eficiente, dados los prolongados períodos de sequía y la baja disponibilidad de agua para el desarrollo de la agricultura de la región.

Basado en estas premisas se realizó este trabajo, con el objetivo de determinar la dosis de abono orgánico y el tiempo de riego más adecuados para el cultivo del cuatomate.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en áreas experimentales del Instituto Tecnológico Nacional de Tecamatlán, ubicado entre los paralelos 17°53'18" y 18°07'24" de latitud norte y los meridianos 98°12'42" y 98°21'54" de longitud Oeste, a 960 m snm, en el municipio de Tecamatlán, estado de Puebla, México. El tipo de suelo utilizado se clasifica como Regosol Eutrico (IUSS, 2014). Sus principales características se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo Regosol Eutrico utilizado en los experimentos.

pH	MO (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	Ca	Mg	Na	K	Capacidad de campo (%)	Límite productivo (%)
				cmol _c kg ⁻¹				
7.9	17.2	4.21	15.5	1.23	0.15	0.25	18.5	11.5
(0.1)	(3.3)	(0.2)	(0.8)	(0.22)	(0.02)	(0.03)	(1.5)	(1.2)

Valores entre paréntesis indican intervalos de confianza ($\alpha = 0,05$).

Se estudiaron 9 tratamientos, en un diseño experimental de parcelas divididas, en cuyas parcelas principales se estudiaron los tiempos de riego (90, 60 y 30 minutos), y en las subparcelas, las dosis de abono orgánico (1000, 700 y 0 g planta⁻¹).

Como fuente de abono orgánico se utilizó compost obtenido a partir de estiércol de cabra y residuos de cosechas en proporción 50:50 v/v, cuyas características químicas se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Características químicas (datos expresados en base seca) y contenido de humedad del compost utilizado en el experimento.

	MO (g kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	Relación C: N	P (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	Na (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	pH	Humedad (%)
	520.8	18.7	16.5	5.1	40.3	5.2	2.5	11.3	8.0	36.1
IC ($\alpha = 0.05$)	±8.7	±0.4	±1.5	±0.1	±0.5	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	±0.9

MO: materia orgánica. Promedios de cinco muestras tomadas en cada período, al momento de la elaboración de los sustratos. IC: intervalo de confianza.

Las parcelas principales se ubicaron en canteros de 20 m de largo y 0.20 m de altura, separados a 1.8 m, y dentro de ellas, se distribuyeron al azar los tratamientos con abono orgánico (subparcelas). En cada cantero se colocó una hilera de plantas, a una distancia de 0.8 m entre ellas, y entre cada subparcela se dejó una separación de 1 m. Se realizaron tres réplicas de cada parcela principal.

Se instaló un sistema de riego por goteo, que contó con una línea principal de una manguera de 1 pulgada (25,4 mm) y los laterales o regantes con tubines (cintas más finas) de 16 mm, con inserción de goteros antidrenantes, con un gasto de 2 Lh⁻¹ y un espaciamiento entre ellos de 80 cm, que se hicieron coincidir con cada planta en el cantero. El riego se aplicó cada cuatro días.

La plantación de los canteros se hizo con posturas de 35 días después de germinadas, procedentes del vivero, en cuyo nicho se aplicó, al momento del trasplante, la dosis de abono orgánico correspondiente a cada tratamiento. Para el tutorado de las plantas se colocaron postes de 1,5 m de altura entre los canteros, con una separación de 4 m entre ellos, los cuales se unieron por medio de hilos rafia, colocados, el primero, a 40 cm de altura de la superficie del suelo y los siguientes, a 30 cm entre ellos. A partir de los 60 días después del trasplante, las plantas se unieron a los hilos de rafia, para el sostén de las mismas.

Se evaluaron el diámetro del tallo a una altura de 5 cm de la superficie del suelo, mediante un vernier digital, la altura de las plantas con una cinta graduada de 1 mm de precisión, desde la base del tallo hasta la yema apical, y se contó el número de hojas, en tres plantas seleccionadas en cada subparcela (nueve en cada tratamiento de riego), para un total de 27 plantas, por cada réplica.

La cosecha de los frutos se realizó en todas las plantas que ocupaban las parcelas, en dos momentos; el primero a los 152 días después del trasplante y el segundo a los 220 días, ambas cuando estos alcanzaron su estado inicial de maduración, determinado por el cambio de color. En ambos casos, se evaluó el número y la masa total de frutos por planta (g) y la masa promedio de los frutos (g).

De cada tratamiento se tomaron 10 frutos a los cuales se les midieron los siguientes indicadores de calidad:

- Grados Brix: colocando una gota del jugo, en el sensor óptico de un refractómetro digital marca ATAGO modelo PAL-1 con escala de 0 a 53 %.
- Acidez: mediante la introducción de rodajas del fruto en vasos con agua destilada durante 15 minutos, y determinación mediante un pH-metro.

Durante el desarrollo del experimento se tuvo en cuenta el comportamiento de las precipitaciones dada su influencia en la humedad del suelo y efecto en los tratamientos de riego considerados. Todos los datos, una vez comprobados la normalidad y homogeneidad de varianzas, se procesaron estadísticamente mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey a $P < 0,05$.

Resultados y Discusión

En la figura 1 se muestran los contenidos de humedad del suelo antes y después de realizados los riegos. Antes del riego (figura 1 A) se destaca que en los tratamientos en que se aplicó un menor volumen de agua, dado el tiempo establecido de solo 30 minutos, los porcentajes fueron inferiores, incluso por debajo del Límite Productivo, sobre todo, cuando las dosis de abono orgánico fueron de 0 y 500 g por planta, en comparación con el tratamiento donde se aplicó 1000 g por planta, la cual permitió que la humedad se retuviera por más tiempo en el suelo.

En los tratamientos con menos tiempo de riego se presentó un comportamiento que en alguna medida fue favorecido por las precipitaciones que ocurrieron, es decir, los valores incrementaron en los meses que las mismas ocurrieron, fueran efectivas o no, donde se añadió abono orgánico, aunque la humedad incrementó, los valores apenas rebasaron el LP. Esta tendencia de aumentar la humedad en el suelo producto de las precipitaciones, también ocurrió en donde el tiempo de riego fue mayor, pero menos evidente, y también dependió de aplicación de abono orgánico, es decir, donde no aplicó, los valores de humedad fueron más bajos.

No obstante, la relación suelo-agua-uso está representada por la capacidad de retención de humedad, cuyo conocimiento es fundamental para comprender los procesos hidráulicos que ocurren en el suelo. Su determinación directa requiere mucho tiempo y es costosa, pues se necesita un gran número de muestras, debido a la alta variabilidad espacial y temporal de las propiedades hidráulicas del suelo (Bejar, et., 2020).

Los muestreos de humedad del suelo después de efectuado el riego (Figura 1-B) reflejaron valores más bajos en los tratamientos con menor aporte de agua por el riego, aunque fueron más altos que antes del riego, con una marcada influencia por el aporte de MO, lo cual también se manifestó en el resto de los tratamientos.

Se destaca que luego del riego, los tratamientos menos abastecidos de agua, alcanzaron valores de humedad por encima del LP, lo que propició que las plantas que se encontraban en esa situación se repusieran en alguna medida de la deficiencia hídrica, aunque quizás, no les alcanzara para satisfacer todas sus necesidades para su crecimiento y desarrollo, por lo que no se podrá esperar de ellas producciones elevadas, aún cuando la especie como tal, en condiciones naturales, solo recibe aporte de humedad en el suelo por la caída de precipitaciones, el resto del tiempo están en condiciones de sequía la mayor parte de su tiempo, de ahí que produce solo una vez al año.

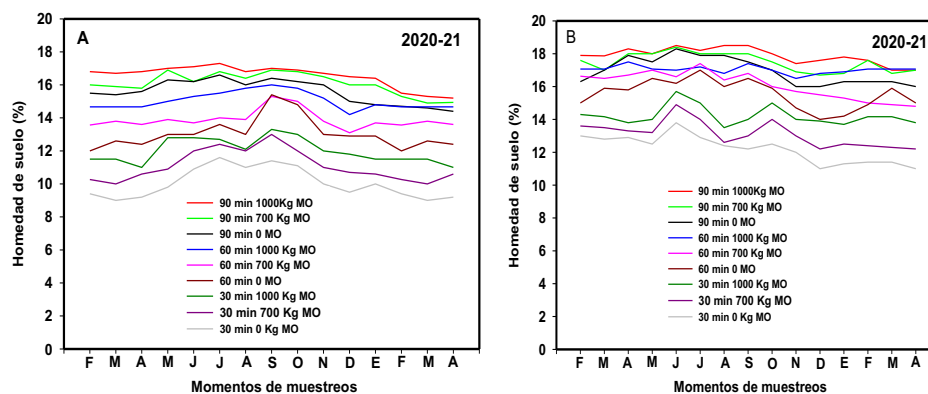


Figura 1. Evaluaciones de la humedad del suelo (%) antes de realizar el riego (A) y después (9 B), en los nueve tratamientos considerados, durante el tiempo que duró el experimento (2020-21) en plantas de cuatomate sometidas a diferentes tiempos de riego (minutos, min) y dosis de materia orgánica (MO).

Un elemento que estuvo presente en la conducción de este trabajo, fue que se desarrolló bajo sombra controlada, por lo que se evitó en un 50 % la incidencia del sol directamente sobre el suelo, lo cual provoca un incremento de la evaporación del agua, de ahí que es posible que en los tratamientos menos abastecidos de agua, más su aplicación de forma localizada por el sistema de riego empleado y la presencia de MO, contribuyó a que aún, bajo esas condiciones los niveles de humedad en esos tratamientos se encontraran cerca del punto de marchitez o por encima de este, luego del riego. Cabe señalar que el ahorro del agua a nivel mundial se ha convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, considerándolo como finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Por otra parte, el sistema de riego empleado contribuye a la conservación del suelo, al no producir escorrentía y al ahorro del agua.

Bajo las condiciones descritas anteriormente, resulta necesario conocer cómo se manifestaron algunas variables del crecimiento, al tener en cuenta que éste, se define como un incremento constante en el tamaño de un organismo determinado por procesos de morfogénesis y diferenciación; el primero es el desarrollo de la forma o modelo de la célula u organismo, mientras que el segundo es el proceso por el cual las células cambian estructural y químicamente para formar o adquirir funciones especializadas (Taiz y Zeiger, 2006).

En la figura 2 se presenta el efecto de los tratamientos en la altura de las plantas. Se encontró interacción entre los factores en estudio, de modo que la altura disminuye en la medida que lo hace el volumen de agua aplicada, y quizás lo más significativo, es que ocurrió en cada uno de los tratamientos con abono orgánico de forma similar.

Se plantea que la respuesta de la planta ante la condición de estrés por la falta de agua es inmediata (Tong et al., 2019), aunque no todas las variables relacionadas con el crecimiento responden de la misma manera. El crecimiento se ve afectado debido a la pérdida de turgencia que incide en la reducción de volumen celular y aumento de solutos que generan daños mecánicos celulares, los que pueden incidir en la reducción del crecimiento.

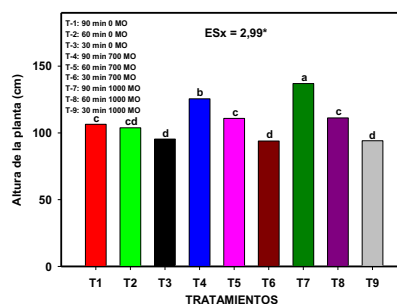


Figura 2. Comportamiento de la altura de las plantas de cuatamate evaluada a los 80 días después del trasplante.

Por otra parte, el estrés hídrico es una respuesta fisiológica de las plantas a la disminución del agua disponible en el ambiente, lo que incide en un desequilibrio entre la transpiración y la absorción de agua (Girón et al., 2015). En este sentido, di Vaio et al. (2013) mencionan que la planta puede desarrollar tres niveles de estrés: 1) mínimo: genera pérdida de turgencia celular, reducción de la tasa de expansión celular, disminución de la síntesis de pared celular y limitaciones en la síntesis de proteínas; 2) moderado: incide en aumentos del ácido abscísico (ABA) y cierre estomático parcial o total; y 3) máximo: en el que la planta produce cavitación de los elementos del xilema, caída de la hoja, acumulación

Una variable que forma parte de los componentes del rendimiento en una planta, es el número de frutos por planta, en la figura 3, se presenta cómo se comportó esta variable en plantas de cuatomate sometidas a diferentes tratamientos de aplicación de agua y abono orgánico.

Se encontró interacción entre los factores en estudio, tiempo de riego-materia orgánica, el mayor número de frutos por planta se logró cuando el agua se aplicó por un tiempo mayor (90 min) y la mayor dosis de abono orgánico (1000 g por planta), pero el valor no difirió del tratamiento 5, donde la combinación de ambos factores estudiados también favoreció la producción de frutos, el resto de los tratamientos mostraron valores más bajos y se destaca en este sentido el tratamiento en que no se aplicó materia orgánica y un descenso en el tiempo de riego, lo cual denota una disminución de la humedad en el suelo, como ya había sido analizado y no haber ninguna retención de la humedad, al no haber añadido materia orgánica al suelo.

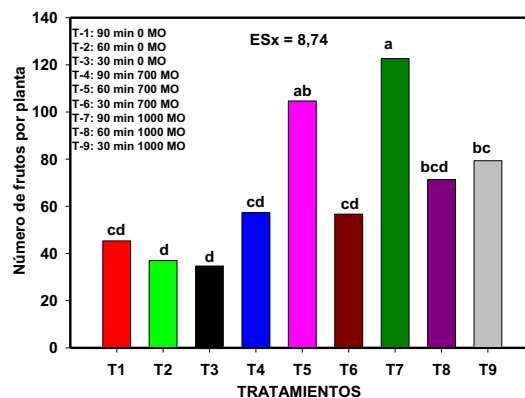


Figura 3. Valores promedio por planta del número de frutos en cuatomate, sometido a distintos aportes de agua y dosis de materia orgánica.

Se encontró interacción entre los factores en estudio, tiempo de riego-materia orgánica, el mayor número de frutos por planta se logró cuando el agua se aplicó por un tiempo mayor (90 min) y la mayor dosis de abono orgánico (1000 g por planta), pero el valor no difirió del tratamiento 5, donde la combinación de ambos factores estudiados también favoreció la producción de frutos, el resto de los

tratamientos mostraron valores más bajos y se destaca en este sentido el tratamiento en que no se aplicó materia orgánica y un descenso en el tiempo de riego, lo cual denota una disminución de la humedad en el suelo, como ya había sido analizado y no haber ninguna retención de la humedad, al no haber añadido materia orgánica al suelo.

Estos resultados reflejan la importancia que tiene el aporte de agua al suelo y la capacidad del mismo para retener la humedad, una baja disponibilidad de agua para la planta, se refleja tanto en el crecimiento como en la producción. De acuerdo con Torrealba (2008), los suelos con altos contenidos de arena liberan gran cantidad de agua a muy bajas presiones, puesto que tienen una alta porosidad y bajas densidades que los hace más susceptibles a la pérdida de humedad, por lo que la presencia de materia orgánica es importante porque contribuye en gran medida a mantener la humedad del suelo (Julca, et al., 2006), lo cual resulta de gran importancia para que las plantas puedan mejorar sus producciones, a la vez que incrementa la fertilidad del suelo y su consiguiente efecto en el incremento de las producciones (Sepúlveda, Tapia y Ardiles, 2010). Por otra parte, Da Costa, *et al.* (2013) y los trabajos por ellos realizados permitieron concluir que la retención de agua fue mayor cuando el contenido de materia orgánica fue alto, con lo cual se pueden satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

La producción por planta, fue un reflejo del efecto de la humedad en el suelo y por ende, en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Figura 4).

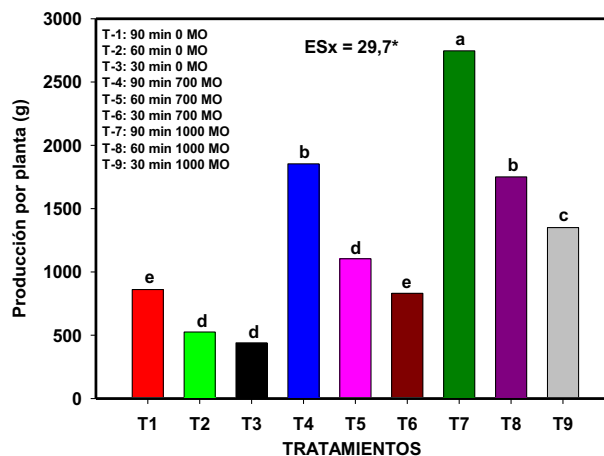


Figura 4. Comportamiento de la producción por planta en función de tratamientos de humedad y dosis de materia orgánica en plantas de cuatomate.

Independientemente de la interacción entre los factores en estudio, tiempo de riego y materia orgánica, en todos los casos la producción fue menor en la medida que disminuyó el agua aplicada, pero el estado nutricional de la planta, en función de las dosis de materia orgánica añadida al suelo debe haberse deprimido en la medida que las cantidades aplicadas fueron menores.

La mayor producción se logró en las plantas que recibieron la dosis más alta de materia orgánica y el mayor volumen de agua (T7) con diferencias significativas del resto de los tratamientos. Aunque en las dosis más bajas de materia orgánica, siempre la producción más alta se evidenció en el mayor tiempo de riego, y estos a su vez mostraron diferencias significativas con respecto a los dos tiempos de riego restantes (60 y 30 min).

En las circunstancias actuales, la necesidad de riego y la disponibilidad del agua son cada vez más críticas, de ahí la importancia de identificar, validar y transferir técnicas y métodos de riego que contribuyan a su conservación, máxime que como factor de producción es vital para la seguridad alimentaria (Valverde, 2022). En este trabajo se empleó un sistema de riego por goteo, el cual requiere de bajas presiones y una alta efectividad, sumamente mayor del 90 %.

A diferencia de los resultados obtenidos por Lara, et al., (2022) quienes en su trabajo con el empleo de una fitohormona (ácido 3 indol acético) en la propagación del cuatomate, los frutos se alcanzaron a los 8 meses luego del trasplante, en el presente trabajo se realizaron dos cosechas, una primera a los ocho meses y una segunda a los 10 meses, los frutos alcanzaron diámetros de 38 mm y 38 g de peso.

En trabajos realizados por Da Costa et al. (2013) concluyeron que la retención de agua fue mayor cuando el contenido de materia orgánica fue alto, lo cual facilita que las plantas puedan estar mejor hidratadas, lo cual incide en su crecimiento y rendimiento.

En el presente trabajo se contó con riego, pero los impactos de la sequía en los recursos hídricos superficiales dan lugar a una severa disminución en el abastecimiento de agua aprovechable, generando reducción en la productividad de las tierras y pérdidas de las cosechas, ya sea por ausencia de precipitación o bien el abasto y disponibilidad de este recurso para los riegos (Real et al., 2017).

El déficit hídrico se refiere a condiciones en que las plantas están recibiendo menos agua de la que necesitan. El déficit hídrico produce varias respuestas en las plantas. Por ejemplo, con déficit de agua relativamente cortos, las láminas foliares se doblan y disminuyen la transpiración, el área y el volumen foliar, y la densidad estomática; también disminuye la rehidratación de la planta durante la noche. El parámetro que se reduce primero es el alargamiento de la hoja. Un déficit moderado puede retrasar el crecimiento en una hoja por mes; también reduce la vida de las hojas más viejas (Navarro, 2003), alcanzan su madurez fisiológica más pronto que cuando las plantas están bien abastecidas de agua.

La masa promedio de los frutos no manifestó interacción entre los factores en estudio, por lo que se analiza cada factor por separado (Figura 5). En el caso del del factor tiempo de riego para aplicar diferentes volúmenes de agua, no se encontró diferencias significativas entre los mayores tiempos de riego (90 y 60 min), y el valor promedio de masa de los frutos estuvo alrededor de los 20-21 g; sí hubo

diferencias con respecto al menor tiempo, donde la masa promedio de los frutos no sobrepasó los 15 g.

Para el factor abono orgánico, el tratamiento donde se aplicó la mayor cantidad (1000 g por planta), propició que los frutos tuvieran una mayor masa, con diferencias significativas respecto a los valores más bajos (700 y 0 g por planta). En el primer caso la masa de los frutos alcanzó valores de 22 g, mientras que en los otros dos tratamientos los valores de la masa de los frutos estuvieron entre 16-17 g.

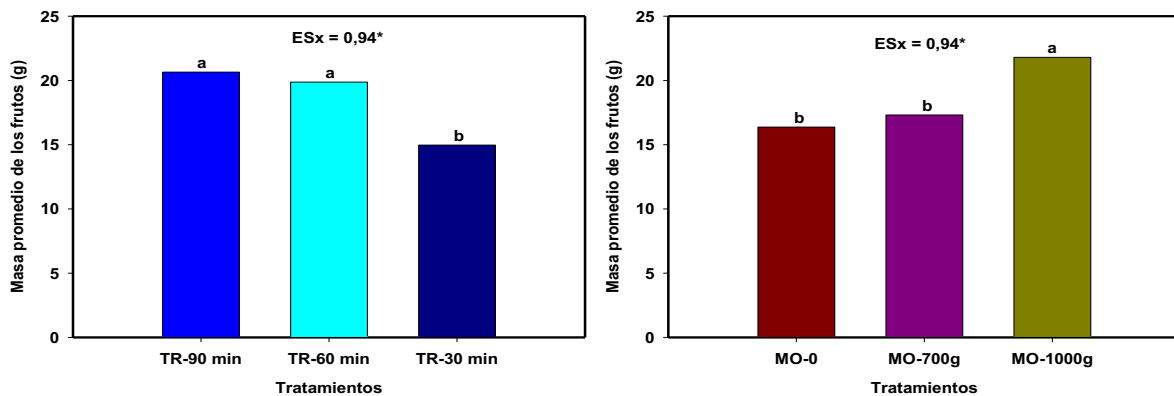


Figura 5. Masa promedio de los frutos de plantas de cuatomate en función de los

Figura 5. Masa promedio de los frutos de plantas de cuatomate en función de los factores en estudio, tiempo de riego y niveles de materia orgánica aplicados en el momento del trasplante.

Tanto un factor como el otro, demostraron en otras variables su efecto positivo en combinación, fundamentalmente en el crecimiento, pero de ellas depende la producción de biomasa y por ende la masa promedio de los frutos, la cual depende además del efecto de los tratamientos, del número de frutos por planta y de la masa total producida por la planta.

En un trabajo publicado por Hernández, et al., (2018) en este cultivo, en el que se empleó una solución nutritiva, (Steiner) en diferentes concentraciones, los resultados en cuanto a las variables relacionadas con los frutos y su masa, resultaron similares, quizás no tanto en valor, pero sí en que los mejores resultados se alcanzaron con el aumento de la concentración de la solución nutritiva. En el presente estudio esto ocurre con la mayor cantidad de materia orgánica aplicada y el mayor tiempo de riego.

Por otra parte, Gutiérrez et al., (2011) en un estudio realizado con el objetivo sistematizar el conocimiento campesino sobre la importancia, diversidad, manejo y perspectivas del cuatomate en la Mixteca Baja Poblana, los entrevistados coincidieron en señalar la importancia del agua y el empleo de materia orgánica, si se quieren lograr mejores rendimientos, aspectos que se reafirman con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Respecto al efecto del agua en el rendimiento, aunque en otro cultivo, Cai et al. (2015), observaron que la distribución de materia seca y el intercambio de gases en el cultivo por ellos analizado, aumentó con el incremento del contenido de agua en el suelo, todo lo cual favoreció el rendimiento.

La calidad de los frutos (Brix y Acidez) se presentan en la figura 6, ambas variables no mostraron interacción entre los factores en estudios, ni tampoco diferencias significativas por el efecto de los factores por separados.

Dado que no existe información sobre estas variables en la literatura relacionadas con el fruto de cuatomate, se compararon los resultados con los obtenidos por (Maldonado, et al., 2016) en siete genotipos de tomate nativos de México. Los autores encontraron para los grados Brix un rango entre 6-8, lo cual coincide con los encontrados en este trabajo, mientras que la acidez en cuatomate fue ligeramente más alta, que en el estudio mencionado, donde el valor más elevado fue de 4,4 y en cuatomate 6,0.

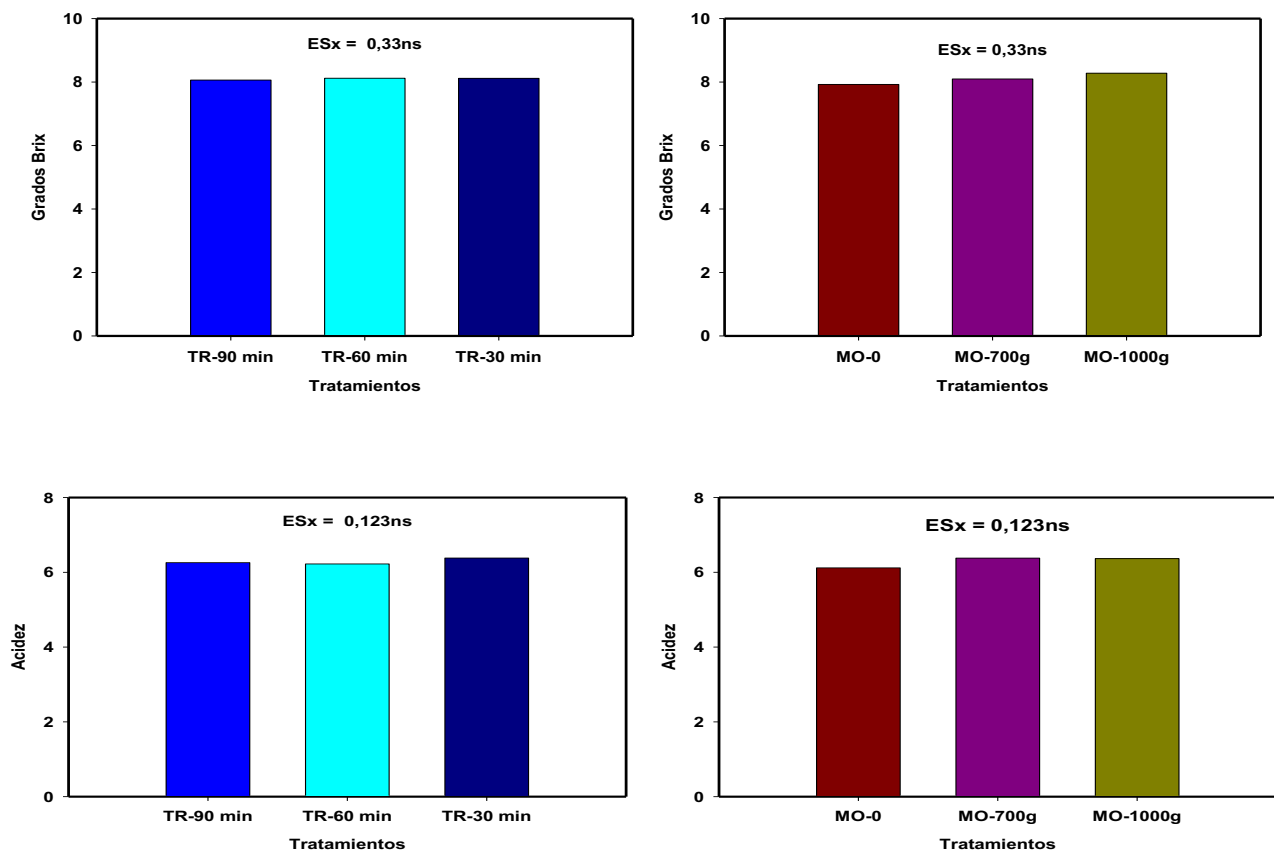


Figura 6. Comportamiento de los Grados Brix y Acidez del fruto de cuatomate por efecto de los factores en estudio en frutos de cuatomate.

Los tratamientos empleados no modificaron los valores de ambas variables, los grados Brix alcanzaron valores alrededor de 8, mientras que la acidez, fue de 6, ligeramente frutos con poca acidez y bajo contenido de azúcares.

En el caso del cuatomate y los valores de acidez encontrados en el presente trabajo, se puede señalar que puede ser una característica propia de estos frutos, lo cual debe comprobarse en otros estudios o por el grado de madurez que tenían los frutos en el momento de la evaluación, de todas formas, en el caso del tomate se señala que la calidad debe definirse en función del uso al que va a ser destinado el producto y como tomate fresco deben considerarse todas las características valoradas por los consumidores, incluyendo el sabor, el aroma y la textura (Jarén, 2005), aspectos que en el futuro tendrán que ser valorados en frutos de cuatomate.

Conclusiones

Se concluye que para el cuatomate cultivado en condiciones de casa de cultivo con un 50% de sombra, el mayor crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos obtiene con un tiempo de riego de 90 minutos y con la aplicación de 1000 g por planta de abono orgánico.

Referencias

- Cai X, Zhang X, Paul H, Noewl PH, Shafiee JM. (2015). Impacts of climate change on agricultural water management: A review. *WIREs Water* 2(5):439-455. doi: <https://doi.org/10.1002/wat2.1089>
- di Vaio C, Marallo N, Marino G, Caruso T. (2013). Effect of water stress on dry matter accumulation and partitioning in pot-grown olive trees (cv Leccino and Racioppella). *Scientia Horticulturae*, 164(2013), 155-159. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.008>
- Girón IF, Corell M, Galindo A, Torrecillas E, Morales D, Dell'Amico J., Torrecillas A, Moreno F, Moriana A. (2015). Changes in the physiological response between leaves and fruits during a moderate water stress in table olive trees. *Agricultural Water Management*, 148:280-286.
- Gómez A, Vidal AM, López G, de la Cruz R, Ortiz GF. La propagación del cuatomate (*Solanum glaucescens* Zucc.). Primera edición, marzo de 2019. 62 pp. Editores: Altre Costa-Amic Editores. ISSN: 978-607-8518-29-6.
- Hernández, RCJ.; Sandoval, CE; Ocampo, MJ; Casillas, CL. 2020. Caracterización de frutos de cuatomate (*Solanum glaucescens* Zucc.) en el sistema de traspatio de la Mixteca Poblana. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*.30(55):1-22.
- Hernández J, Sandoval E, Gutiérrez N, Pineda J, Sánchez A, Espinoza V. (2018). Concentración de nutrimentos en la solución nutritiva y rendimiento de "cuatomate" (*Solanum glaucescens* Zucc.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1):123-136

- IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Lara RGF, Pacheco CVI, López AE, Romero CA, Gabilán LE. (2021). Effect of indole-3-acetic acid on vegetative propagation by cutting cuatomate (*Solanum glaucescens* Zucc.). *AgroProductividad*, 14(12):127-134. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i12.2097>
- Maldonado GJ. (2021). Saberes tradicionales y transición agroecológica en la Mixteca Poblana. *Carta Económica Regional*, 34(128): 127-150. <https://doi:10.32870/cer.v0i128.7820>
- Martínez PA, López PA, Gil MA y Cuevas SJA. (2012). Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la Mixteca Poblana, México. *Acta Botánica Mexicana*, 98:73-98
- Navarro J. (2003). Efecto de Cuatro Láminas de Riego sobre el Rendimiento de Plátano (*Musa paradisiaca*, variedad Currare) Bajo las condiciones de Aldea Los Encuentros, Coatepeque, Quetzaltenango. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Real RRA, Pedrozo AA, Breña NJA, Alcocer YVH. (2017). Monitor de Sequia Multivariado en México a través del Índice Estandarizado Multivariado de Sequía. XXIV CONGRESO NACIONAL DE HIDRÁULICA, Acapulco, Guerrero, MÉXICO, MARZO 2017.
- Taiz L, Zeiger E. (2006). *Plant Physiology*, Fourth Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA.764p
- Tong X, Mu Y, Zhang J, Meng P, Li J. (2019). Water stress controls on carbon flux and water use efficiency in a warm-temperate mixed plantation. *Journal of Hydrology*, 571(4):669-678. DOI:10.1016/j.jhydrol.2019.02.014

IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS MEDIANTE ASISTENCIA TECNICA A ESTUDIANTES DE TELESECUNDARIA

LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ¹

IGNACIO GARAY PERALTA²

LEIRA CAROL ESCUDERO RAMÍREZ³

RUBÉN AZAREL CUEVAS POXTAN⁴

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 2022 se dio asesoría técnica a estudiantes de telesecundaria para que conocieran y realizaran en la practica 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, elaboración de composta, siembra, labores culturales y cosecha.

Palabras clave. BPA, estudiantes, hortalizas.

Abstract

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

This work was carried out in the period from August to December 2022, technical advice was given to telesecundaria students so that they knew and practically carried out the planting of vegetables and crops implementing Good Agricultural Practices. Some of the activities that were carried out were guidance on the importance of good agricultural practices, land preparation, composting, planting, agronomic management and harvest.

Keywords. GAP, students, vegetables.

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

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

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

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

Introducción

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) constituyen un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas destinadas a garantizar la producción de alimentos de manera sostenible, 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 (GlobalG.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 telesecundaria con el fin de brindarles capacitación sobre implementación de buenas prácticas agrícolas para que realizaran en la práctica la siembra de hortalizas desde elaboración de composta, 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 realizó primeramente una plática de inducción sobre la importancia de las Buenas prácticas agrícolas a los estudiantes de telesecundaria sobre siembra de hortalizas, desde la selección del lugar, la preparación del terreno, elaboración de composta, labores culturales y cosecha, este proyecto permitió la interacción entre estudiantes y docentes para conocer en la teoría y posteriormente en la práctica sobre este tema de gran importancia para su formación educativa.

Algunos de los conceptos que se explicaron a los estudiantes fueron los siguientes:

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 y meticuloso 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 Almácigos o Semilleros

Los almácigos 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.

Elaboración de composta

Para realizar la composta primeramente se limpió el terreno manualmente con machete, después se midió un área de 1 m² utilizando una cinta métrica, trazada el área se hizo la excavación de un hoyo con pico y pala, la profundidad fue de 1 m, posteriormente se agregaron diferentes capas de residuos orgánicos de aproximadamente 10 cm de grosor. Para las capas de residuos orgánicos se utilizó hojarasca, estiércol de bovino, residuos de frutas, residuos de verduras y agua. Primeramente, se colocó una capa de hojarasca, posteriormente se puso una capa de tierra después una capa de estiércol de bovino, seguido de una capa de residuos de frutas y verduras. Entre cada capa se le añadió 5 cm de tierra así como se humedeció con abundante agua cada una de las capas para que fuera más rápida la descomposición de los residuos orgánicos, cada semana se aplicaron en ese mismo orden las diferentes capas hasta terminar de llenar nuestra composta (Figura 1).



Figura 1. Proceso de elaboración de composta.

Labores culturales

Las labores culturales son prácticas esenciales en el manejo y cultivo de hortalizas. Estas labores abarcan una serie de actividades que se realizan a lo largo del ciclo de cultivo para garantizar un desarrollo óptimo de las plantas, incrementar la productividad y mantener la calidad del producto. 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 2).



Figura 2. Preparación del terreno

Además, se incorporó materia orgánica, como composta y estiércol de origen animal, lo que mejoró significativamente la fertilidad del suelo (Figura 3).



Figura 3. 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 rábano y cilantro. En otros casos, se optó por el trasplante, donde las plántulas previamente germinadas fueron cuidadosamente trasladadas al campo. Cada plántula se plantó con precisión, asegurando que se adaptara bien a su nuevo entorno.

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 3). 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 3. 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 4).



Figura 4. Cosecha

Resultados

La implementación de buenas prácticas agrícolas en estudiantes de telesecundaria 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 telesecundaria 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 profunda 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 en el campo escolar, 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 el 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.

Impacto en la comunidad escolar y local

El impacto de la implementación de estas prácticas agrícolas trascendió las fronteras del aula y tuvo efectos positivos en la comunidad escolar y local. Los huertos escolares, que fueron manejados por

los estudiantes, se convirtieron en espacios de aprendizaje y colaboración, donde se promovió la participación de toda la comunidad educativa, incluidos maestros y estudiantes. Estos espacios también funcionaron como ejemplos vivos de agricultura sostenible, inspirando a otros a adoptar prácticas similares en sus hogares y/o comunidades.

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 implementación de buenas prácticas agrícolas en estudiantes de telesecundaria resultó en 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.

FERTILIDAD DE SUELOS GANADEROS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

SALVADOR PAREDES RINCÓN¹

LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ²

ALFREDO DIAZ CRIOLLO³

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS⁴

Resumen

La ganadería bovina veracruzana es limitada por falta de forraje de calidad, debido entre otros factores a la baja fertilidad de los suelos ganaderos. Se propuso conocer los elementos críticos que pueden ser las causas del bajo desarrollo de los pastos. El estudio se desarrolló durante junio a noviembre de 2023, en muestras de suelo de municipios aledaños al Tecnológico de Úrsulo Galván. Las variables medidas fueron; pH, textura, densidad aparente, y materia orgánica. Los resultados indican rango de pH promedio de 6.59, con un rango de 5.6 a 9.1, densidad aparente promedio de 1.21, con un rango de 1.0 a 1.58.58 g/cm³, las texturas más frecuentes fueron migajón arenoso en un 47%, migajón arcilloso 17%, y Arcilloso 13 %, y la MO promedio de 2.15 %.

Palabras clave: Características físicoquímicas, fertilidad, suelos ganaderos.

Abstract

Veracruz cattle farming is limited due to a lack of quality forage, due among other factors to the low fertility of livestock soils. It was proposed to know the critical elements that may be the causes of low development of pastures. The study was carried out during June to November 2023, in soil samples from municipalities surrounding the Úrsulo Galván Tecnológico. The variables measured were; pH, texture, apparent density, and organic matter. The results indicate an average pH range of 6.59, with a range of 5.6 to 9.1, average apparent density of 1.21, with a range of 1.0 to 1.58.58 g/cm³. The most frequent textures were sandy crumb in 47%, clay crumb 17%, and clay 13%, and the average MO of 2.15%.

Keywords: Physicochemical characteristics, fertility, livestock soils.

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. alfredo.dc@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. jose.fv@ugalvan.tecnm.mx

Introducción

Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. (FAO, 2024), en donde existe una comunidad subterránea con cadenas tróficas complejas y diversas, mantenidas en la rizósfera, fuente de complejos recursos que varían química y morfológicamente, en interacción con la microflora y fauna del suelo encargados de la descomposición y mineralización de la materia orgánica. (Julca et al, 2006) Es un sistema abierto, dinámico, constituido por componentes inorgánicos y orgánicos, que dejan poros, cámaras, galerías, grietas, ocupados principalmente por oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂), y estos principalmente por agua iones y sustancias en solución o suspensión, que le dan sus propiedades físicas y químicas (Infoagro. 2017). Las características de cada suelo dependen de varios factores, como son el tipo de roca que los originó, su antigüedad, el relieve, el clima, la vegetación y los animales que viven en él, además de las modificaciones causadas por la actividad humana. (Vargas et al., 2018).

El tamaño de las partículas minerales que forman el suelo determina sus propiedades físicas: textura, estructura, capacidad de drenaje del agua, y aireación. (FAO, 2024).

Las partículas minerales de los suelos incluyen principalmente arena, clasificada en arena muy gruesa (2.00-1.00 mm) hasta arena muy fina (0.25-0.10 mm de diámetro) limo (0.05-0.002 mm) y arcilla (Menos de 0.002 mm de diámetro). La textura define la cantidad de estos elementos. Por tanto, la textura define la cantidad y el tamaño de los espacios que existen entre las partículas del suelo. agua para circular la cantidad puede retener. La textura influye directamente en la disponibilidad de nutrientes, la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, todos factores que impactan el crecimiento de pastos y, en consecuencia, la productividad ganadera.

Un suelo con una textura adecuada facilita un buen desarrollo radicular en las plantas forrajeras. Según Whitehead (2000), los suelos arenosos, debido a su baja capacidad de retención de agua y nutrientes, pueden limitar el crecimiento de los pastos, especialmente en periodos secos. los suelos arcillosos, aunque retienen más agua y nutrientes, pueden presentar problemas de compactación y pobre aireación, lo que también afecta el crecimiento radicular y la disponibilidad de oxígeno para las raíces (Brady & Weil, 2008). Los suelos con alta proporción de arcilla tienden a tener una baja tasa de infiltración, lo que puede resultar en encharcamiento y condiciones anaeróbicas desfavorables para la vida microbiana y el crecimiento de pastos. En contraste, los suelos arenosos permiten un drenaje rápido, pero corren el riesgo de perder nutrientes por lixiviación (Lal & Shukla, 2004). En el manejo ganadero, conocer la textura del suelo es crucial para la selección de especies forrajeras y la implementación de prácticas de manejo adecuadas. (Lemaire et al., 2015). Los suelos limosos tienen

gránulos de tamaño intermedio, son pesados y con pocos nutrientes. (FAO, 2024). Los *suelos arcillosos* están formados por partículas muy pequeñas. Son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Al secarse se. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos. (FAO, 2024). Los *suelos francos* son mezclas de arena, limo y arcilla. Son fértiles y al secarse forman pequeños terrones que se deshacen. Un suelo con una composición equilibrada de cada mineral es un suelo agrícola fácil de trabajar y con buenas reservas de nutrientes y mantiene la humedad a pesar de drenar libremente. (FAO, 2024).

La textura del suelo en sistemas ganaderos tiene una relevancia significativa al influir en la disponibilidad de agua y nutrientes, el desarrollo radicular de los pastos y, por ende, en la producción forrajera y la salud animal. (Lemaire et al., 2015). En cambio la estructura es la forma que tienen los elementos del suelo de unirse entre sí, que le dan una arquitectura característica.

La densidad aparente (DAP) del suelo es una propiedad física clave que afecta la funcionalidad de los sistemas ganaderos, influyendo directamente en el crecimiento de las plantas forrajeras, la estructura del suelo y la salud general del ecosistema, se define como la masa de suelo seco por unidad de volumen, incluyendo el espacio de los poros, y se expresa comúnmente en g/cm^3 (Blanco-Canqui & Lal, 2008). Una DAP elevada indica un suelo compacto, lo que puede limitar la penetración y expansión de las raíces de las plantas forrajeras, reduciendo así su capacidad para absorber agua y nutrientes. Esta compactación puede ser sobrepastoreo o el tránsito frecuente de maquinaria agrícola, (Hamza & Anderson, 2005). Según Horn et al. (1995), suelos con alta densidad aparente presentan una menor infiltración de agua afecta negativamente la productividad del pasto y, por ende, la disponibilidad de alimento para el ganado. Suelos con baja DAP son más porosos, lo que favorece la aireación del suelo, el movimiento del agua y el crecimiento radicular. No obstante, una DAP excesivamente baja indica una estructura suelta de baja estabilidad, susceptible a la erosión y la pérdida de nutrientes (Hillel, 2004). La compactación reduce la porosidad, especialmente de los macroporos, que son esenciales para el movimiento del aire y el agua, además de aumentar la susceptibilidad a inundaciones en suelos mal drenados (Soane & Ouwerkerk, 1995). Según Greenland (1977), puede resultar en condiciones anaeróbicas que limitan la actividad microbiana benéfica, esencial para la mineralización de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica. Estrategias como la rotación de pastizales, la siembra directa, y la implementación de áreas de descanso para el suelo pueden ayudar a mitigar los efectos negativos de la compactación. Además, el uso de cubiertas vegetales y la incorporación de materia orgánica pueden mejorar la estructura del suelo y reducir la DAP a niveles óptimos para el crecimiento de los pastos. (Jones et al., 2006).

El pH del suelo es un indicador que influye en el crecimiento de las plantas y puede limitar seriamente la producción de cultivos. Un pH inferior a 7,0 indica un suelo ácido. Los altos niveles de acidez del suelo (pH bajo del suelo) pueden reducir el crecimiento de las raíces, reducir la disponibilidad de nutrientes y afectar la actividad protectora de los cultivos. Para la mayoría de los cultivos agronómicos, el pH del suelo debe estar entre 6,0 y 7,0. (Beegle y Lingenfelter . 2024). La acidez se debe a las concentraciones de iones de hidrógeno (H^+) en el suelo. Cuanto mayor sea la concentración de H^+ , menor será el pH. La acidez del suelo se compone de dos componentes: acidez activa y acidez intercambiable (de reserva). La acidez activa es la concentración de iones H^+ en la fase de solución del suelo y se mide por el pH, pero no es una medida de la acidez total del suelo. La acidez intercambiable se refiere a la cantidad de iones H^+ en los sitios de intercambio de cationes de las fracciones de arcilla y materia orgánica cargadas negativamente del suelo. La acidez intercambiable del suelo determina la cantidad de cal agrícola necesaria para aumentar el pH del suelo. Por lo tanto, los informes de análisis de suelo muestran tanto el pH del suelo como la acidez intercambiable y una recomendación de cal basada en esta acidez total, así como otros factores. (Beegle y Lingenfelter, **2024**). Varios factores con el tiempo causan cambios en el pH del suelo. La lixiviación, la erosión y la absorción de cationes básicos por parte de los cultivos (calcio, magnesio, y potasio), la descomposición de residuos vegetales y exudados de las raíces de las plantas son medios por los cuales se incrementa la acidez del suelo. Asimismo, las fuentes de nitrógeno que aportan amonio o reaccionan en el suelo para producir nitrógeno amónico (por ejemplo, nitrato de amonio, fertilizantes de urea y estiércol animal) forman ácido y tienden a aumentar la acidez del suelo.. Para la mayoría de los cultivos agronómicos, un pH del suelo de 6,0 a 7,0 es ideal para el crecimiento del cultivo. Los suelos ácidos hacen que el P forme compuestos insolubles con el aluminio y el hierro. El encalado de suelos con un pH bajo "disuelve" estos compuestos insolubles y permite que el P esté más disponible. La disponibilidad de micronutrientes aumenta a medida que disminuye el pH del suelo, excepto el molibdeno. También la acidez del suelo puede influir en ciertos patógenos de las plantas (organismos que provocan enfermedades). (Beegle y Lingenfelter. 2024).

Materia orgánica (MO) es el producto de la descomposición de vegetales y animales muertos del suelo. Puede almacenar gran cantidad de agua y es rica en minerales. (FAO, 2024), es un componente clave para la salud y la productividad del suelo, impactando de manera significativa en diversos procesos biológicos, químicos y físicos que ocurren en este, aumenta la retención de agua en condiciones de sequía o en regiones áridas debido a la naturaleza higroscópica de los compuestos orgánicos, fomenta la biodiversidad microbiana y actúa como un reservorio de nutrientes esenciales para las plantas, mejora la estructura del suelo, asimismo, forma agregados estables, promovida por la presencia de

materia orgánica, contribuye a la aireación y drenaje del suelo (Oades, 1984), y actúa como un agente cementante que une las partículas del suelo. Además, la MO actúa como un quelante natural, ayudando a movilizar micronutrientes como el hierro y el zinc, haciéndolos más disponibles para las plantas. (Stevenson, 1994). Los microorganismos del suelo, como bacterias y hongos, dependen de la materia orgánica como fuente de energía y nutrientes. (Six *et al.*, 2024). Finalmente, la importancia de la materia orgánica del suelo también se extiende a la mitigación del cambio climático. Los suelos actúan como un sumidero de carbono, y la materia orgánica del suelo es uno de los principales reservorios de carbono a nivel global. (Lal, 2004). La MO y los microorganismos aportan y liberan los nutrientes y unen las partículas minerales entre sí. De esta manera, crean las condiciones para que las plantas respiren, absorban agua y nutrientes y desarrollen sus raíces. (FAO, 2024). La MO influye en la productividad de los pastos, la salud del suelo, y la sostenibilidad del ecosistema, es una mezcla compleja de materiales en diferentes etapas de descomposición, que incluye residuos vegetales y animales, microorganismos, y productos de su descomposición. mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas, contribuyendo directamente a la productividad ganadera (Brady & Weil, 2008). La presencia de MO promueve la formación de agregados estables, que mejoran la porosidad y la aireación del suelo, facilitando así el desarrollo radicular de las plantas forrajeras. Según Six *et al.* (2004), es una fuente significativa de nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y azufre. (Lehmann & Kleber, 2015), asimismo, actúa como una esponja, reteniendo agua y liberándola lentamente, lo que es especialmente beneficioso en suelos ligeros o en condiciones climáticas adversas. Hudson (1994) señala que un aumento del 1% en la MO aumenta la capacidad de retención de agua para mantener la producción de pasto durante periodos secos. Un suelo rico en materia orgánica alberga una comunidad microbiana diversa y activa (Janzen, 2006).

En términos de manejo, mantener y mejorar los niveles de MO es crucial para la sostenibilidad a largo plazo. Prácticas como el manejo adecuado de los residuos de cosecha, la rotación de cultivos, el uso de abonos verdes y la adición de compost o estiércol pueden incrementar los niveles de MO (Lal, 2004). Los microorganismos o pequeños organismos del suelo son de dos tipos: los que despedazan la materia orgánica (insectos y lombrices) y los que la descomponen liberando los nutrientes (hongos y bacterias). Viven dentro del suelo y, además de intervenir para que la materia orgánica sea nuevamente utilizada por las plantas, ayudan a pulverizar las rocas. Lombrices e insectos forman poros que permiten la aireación, el almacenaje del agua y el crecimiento de las raíces. (FAO, 2024). Las propiedades químicas del suelo dependen de la proporción de los distintos minerales y sustancias orgánicas que lo componen. El contenido de N, P, K, Ca y Mg debe ser abundante y equilibrado. La MO siempre contiene C, O₂ e H⁺, además de otros elementos. (FAO, 2024).

Un suelo es fértil cuando tiene los *nutrientes* necesarios; sustancias indispensables para el desarrollo de las plantas, como: C, H⁺, O₂, P, K, Ca y Mg, asimismo, consistencia y profundidad para el buen desarrollo y fijación de las raíces, absorbe y retiene el agua, y no contener sustancias tóxicas. (FAO, 2024). Si no se repone la fertilidad perdida, después de varios años de cultivo continuo la tierra se agota. Cuando el suelo se empobrece y se reduce la vegetación que crece en él y ayuda a fijarlo, aumenta la erosión causada por la lluvia y el viento. (FAO, 2024). Un adecuado manejo del suelo ayuda a mantenerlo, restaurarlo y a mejorar su calidad. (FAO, 2024). Es importante evitar el sobrepastoreo, pues al concentrarse el ganado, el pisoteo constante compacta el suelo. Al alimentarse selectivamente de los pastos que prefieren, estos desaparecen poco a poco. Es posible enriquecerlo con composta, y agregando estiércol de los animales o enterrando los restos de las cosechas. Otra posibilidad es usar abonos verdes, La MO del suelo no sólo lo enriquece de nutrientes, también lo hacen más esponjoso, lo que permite que retenga la humedad y esté mejor aireado. Los fertilizantes minerales pueden ser usados con moderación y precaución al aplicarlos. Para ello es necesario conocer previamente qué mineral falta en el suelo y agregarlo en las proporciones necesarias para las plantas que deseamos cultivar. Si se usan en exceso pueden dañar los cultivos y eliminar los microorganismos del suelo, son compuestos químicos que tienen los nutrientes necesarios para las plantas, pero no mejoran la calidad del suelo porque no contienen materia orgánica, como los abonos verdes, la composta y el estiércol. (FAO, 2024).

Acorde con lo expuesto, se propuso conocer la calidad de suelos ganaderos aledaños al Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, mediante análisis de características físicas y de MO, para entender y optimizar el manejo con propósitos agrícola y ganadero, ya que permite evaluar la capacidad del suelo para sostener el crecimiento de las plantas. Este análisis se pudo realizar utilizando diversos métodos.

Contenido, materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante el período de agosto de 2022 a febrero del 2024, en el laboratorio de suelos del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Se analizaron muestras de suelos de la zona centro del Estado de Veracruz, donde predomina un clima Aw₂, cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 24.5 ° C, precipitación media anual de 1350 mm y una humedad relativa del 75% (García, 1988).

Materiales evaluados. Se evaluaron muestras de suelo de 10 municipios de la zona centro de Veracruz, que corresponden al uso de suelo agrícola y a su vez en ganadería bovina; colectadas de cinco submuestras, mezcladas para obtener solo una muestra compuesta de aproximadamente 1.5 Kg en cada sitio o localidad, de las cuales se midieron los parámetros de textura, densidad aparente (DAP),

potencial de hidrógeno (pH), y materia orgánica (MO). Los métodos utilizados corresponden al Manual de prácticas de suelos del ITUG (2024), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-021.RECNAT,2001. Estos fueron: determinación de la textura del suelo por el método de Bouyoucos. Para la determinación de la densidad aparente (DAP), se empleó el método de la probeta, determinación del pH del suelo medido en agua con potenciómetro, y determinación de materia orgánica del suelo, por el método Walkley y Black. La preparación de las muestras consistió en: secado al ambiente en superficie con papel estroza, molido o triturado, y tamizado con tamiz menor a 2 mm (malla 10). Los parámetros medidos fueron; textura, densidad aparente (g cm^{-3}), potencial de hidrógeno (pH), y porcentaje de materia orgánica (MO). Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva.

Resultados y discusión

En el cuadro 1, se muestran los resultados de los análisis realizados: Los resultados obtenidos en potencial de hidrógeno (pH) fueron en promedio de 6.59, con un rango de 5.6 a 9.1, con un mínimo de 5.6 y un máximo de 9.1, con valores más frecuentes de 6.0. Los pH de los suelos de estas regiones se pueden considerar, generalmente, de ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos. Estos resultados de pH son similares a los obtenidos por Kawas (1996) en el litoral de Tamaulipas la media fue de 6.9 con un rango de 6.7 a 7.0, no así norte del estado de Veracruz tuvo una media de 7.6 con un rango de 7.0 a 8.0, siendo menor (media de 6.0), de manera similar en el estado de Tabasco donde obtuvo una media de 7.4 con un rango de 7.4 a 8.8, y similar en el estado de Campeche, la media fue de 6.2 con un rango de 5.2 a 8.4

Textura; Los resultados obtenidos en ésta característica fueron; Migajón arenoso en 47 %, Migajón arcilloso 17%, Arcilloso 13 %, Arenoso 10 %, Migajón arcillo arenoso 10 %, y franco 3%,

Densidad Aparente; Los resultados obtenidos fueron en promedio de 1.21, con un rango de 1.0 a 1.58 con valores más frecuentes de $1,22 \text{ g/cm}^3$. estos resultados son similares a los reportados por Torres y Rodríguez, (2012), quienes señalan que las zonas costeras y áreas cercanas a las planicies aluviales, tienen una DAP más alta, que varía entre 1,4 y $1,6 \text{ g/cm}^3$, debido a que los suelos arenosos están compuestos por partículas más grandes y tienen menos espacio poroso, lo que permite que el agua drene rápidamente, en específico en el centro de Veracruz, los valores de densidad aparente varían según las texturas del suelo, con valores más bajos en suelos arcillosos y más altos en suelos arenosos. Las texturas predominantes en este estudio concuerdan con lo señalado por la FAO, (2006). Quien informa que las texturas más comunes en esta región son las arcillosas y arenosas, asimismo,

concuerdan con lo señalado por Torres & Rodríguez, (2012), quienes sostienen que en las áreas costeras sus suelos son de textura arenosa.

Materia orgánica. Con respecto a MO, se obtuvo Un promedio 2.15, con un rango de 0.8 a 4.24 % con valores más frecuentes de 2.01%. En el caso del análisis realizado, el promedio de 2.15% de MO, con un rango de 0.8 a 4.24%, refleja una variabilidad significativa en la cantidad de MO presente en los suelos de la región. Los valores más frecuentes, cercanos al 2.01%, sugieren que la mayoría de los suelos analizados presentan una cantidad moderada de materia orgánica.

Esta concentración de MO es relevante para las estrategias de manejo, ya que suelos con bajos contenidos de MO, como los que presentan valores cercanos al 0.8%, pueden estar en riesgo de degradación, disminución en la capacidad de retención de agua y nutrientes, y menor actividad biológica. Por otro lado, los suelos con valores cercanos o superiores al 4.24% indican un mayor potencial para sostener cultivos más intensivos, ya que la MO mejora la estructura del suelo, favorece la infiltración de agua y actúa como un reservorio de nutrientes clave (Brady & Weil, 2017).

Es importante considerar que los niveles moderados de MO observados podrían estar vinculados tanto a las prácticas de manejo actuales como a las condiciones climáticas de la región, caracterizadas por su clima cálido subhúmedo, lo cual acelera la descomposición de la materia orgánica (Lal, 2004). Esta información es vital para ajustar prácticas de manejo de suelos, como la adición de abonos orgánicos o el uso de cultivos de cobertura, que pueden incrementar y estabilizar los niveles de MO en el tiempo.

Muestra	Lugar	Municipio	pH	Textura	Densidad Aparente (g/cm ³)	Materia orgánica (%)
1	ITUG	Úrsulo Galván	6.79	Migajón arenoso	1.2	1.07
2	ITUG	Úrsulo Galván	6.6	Migajón arcilloso	1.37	1.21
3	El Jolote	Cosamaloapan	5.6	Arcilloso	0.96	1.6
4	Carlos A. Carrillo	Carlos A. Carrillo	6.37	Arenoso	0.73	1.21
5	Carlos A. Carrillo	Carlos A. Carrillo	5.91	Arcilloso	0.75	1.34
6	Carlos A. Carrillo	Carlos A. Carrillo	6.51	Arcilloso	1.15	6.24
7	Cotaxtla	Cotaxtla	5.64	Migajón arenoso	0.77	4.03
8	Jamapa	Jamapa	6.6	Migajón arenoso	1.58	1.34
9	El Jolote	Cosamaloapan	6.94	Migajón arenoso	1.23	1.07
10	Extensión Vega	Vega de Alatorre	6	Migajón arcilloso	1.23	2.01
11	Carlos A. Carrillo	Carlos A. Carrillo	6.04	Migajón arenoso	1.27	3.22
12	El Jícara	Tierra Blanca	6.53	Arcilloso	1.25	1.61
13	El Bobo	U.Galván	7.11	Migajón arenoso	1.24	2.15
14	ITUG	U Galván	7.43	Migajón arenoso	1.05	1.34
15	La Antigua	La Antigua	6.43	Migajón arenoso	1.33	1.42
16	Meganos	Jamapa	9.1	Arenoso	1.55	.80
17	Xico	Xico	6	Arenoso	1	3.49
18	Palmar	Actopan	7	Migajón arenoso	1.24	1.34
19	La Posta	La Antigua	7.4	Migajón arcilloso	1.33	1.54
20	Tlaltetela	Jamapa	5.7	Franco	1.21	2.68
21	Mata de Lázaro	Piedras negras	6.65	Migajón arcilloarenoso	1.28	2.11
22	Tamarindo	Puente Nacional	6	Migajón arenoso	1.2	2.01
23	El Bobo	Úrsulo Galván	7.11	Migajón arenoso	1.24	2.15
24	Tlaltetela	Tlaltetela	6.3	Migajón arcilloarenoso	1.21	4.84
25	Tlaxicoyan	Tlaxicoyan	6.93	Migajón arcilloso	1.32	2.23
26	Tlaxicoyan	Tlaxicoyan	6.88	Migajón arcilloarenoso	1.34	1.91
27	El Maguey	U.Galván	6.25	Migajón arcilloarenoso	1.22	2.05
28	La Posta	La Antigua	6.6	Migajón arenoso	1.22	1.24
29		La Antigua	6.83	Migajón arcilloso	1.36	2.34
30	Cardel	La Antigua	6.48	Migajón arenoso	1.38	1.47
		Promedio	6.591		1.207	2.15
		Mínimo	5.6		1	0.8
		Máximo	9.1		1.58	6.24
		6 Moda	6		1.22	2.01

Cuadro 1 Resultados de los análisis de pH, Textura, Densidad Aparente y Materia Orgánica de muestras de suelos ganaderos de municipios de la zona de influencia del ITUG

Conclusiones

El análisis de la fertilidad del suelo es un proceso multidimensional que requiere el uso de diferentes métodos para obtener una visión completa de las condiciones del suelo, permite optimizar el manejo de este, evaluar su capacidad para sostener el crecimiento de las plantas.

Acorde con los resultados de este estudio para la conservación del suelo se recomienda analizarlo y después aplicar estrategias con planes de abonado y manejo sostenible. Conociendo su estado actual ya se pueden realizar diversas prácticas de manejo de manera adecuada, entre otras la fertilización o abonado para evitar que su estructura no se degrade y permanezca estable, tenga una cobertura superficial de plantas que lo proteja, almacene materia orgánica, se minimicen la salinización, sodificación y alcalinización, así también buenas labores culturales del suelo, tratamientos correctivos, etc.). Entre diversas soluciones están; añadir materia orgánica, fertilizantes nitrogenados, previamente a la aplicación de un riego o una precipitación prevista. (Poch, 2021). Al respecto la estructura se puede favorecer realizando suministro de materia orgánica para aumentar su contenido de complejo arcillo-húmico, en los suelos ácidos enmiendas calizas, no laboreo del suelo en periodos desfavorables evitando así la pérdida de materiales fértiles por procesos de erosión, no añadir abonos con sodio, no emplear cantidad excesiva de agua que puede destruir la estructura, por dislocación de los agregados, dispersando los coloides y formando costra en la superficie del suelo ([Infoagro. 2017](#)).

Un adecuado manejo del suelo ayuda a mantenerlo, restaurarlo y a mejorar su calidad, es importante evitar el sobrepastoreo. Cuando se concentra el ganado, el pisoteo constante compacta el suelo. Al alimentarse selectivamente de los pastos que prefieren, estos desaparecen poco a poco.

Puede enriquecerse con composta, agregando estiércol de origen animal o enterrando los restos de las cosechas. Otra posibilidad es usar abonos verdes, La materia orgánica del suelo no sólo lo enriquece de nutrientes, también lo hacen más esponjoso, lo que permite que retenga la humedad y esté mejor aireado.

Los fertilizantes minerales pueden ser utilizados, con moderación y precaución al aplicarlos. Es necesario conocer previamente qué mineral falta en el suelo y agregarlo en las proporciones necesarias para las plantas que deseamos cultivar. Si se usan en exceso pueden dañar los cultivos y eliminar a los microorganismos del suelo.

Para completar el estudio de fertilidad y poder tener las bases que permitan corregir las deficiencias, se sugiere realizar análisis químico para conocer las concentraciones de nutrientes. como son; N, P, K, Ca, Mg y microelementos como el zinc (Zn) y hierro (Fe)

Referencias

- Beegle Douglas B y Lingenfelter Dwight D. 2024. Acidez del suelo y cal agrícola. Disponible en: <https://extension.psu.edu/soil-acidity-and-aglime>
- Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2008). *Principles of Soil Conservation and Management*. Springer.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. 14th Edition. Pearson Prentice Hall.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson Education.
- Brady, N. C., y Weil, R. R. (2017). *Elementos de la naturaleza y propiedades de los suelos* (4ª ed.). Pearson.
- FAO. 2024. El suelo. Disponible en: <https://www.fao.org/4/w1309s/w1309s04.htm>.
- García, E. (1988). *Modificaciones Sistema de clasificación climática de Köppen* (4ª ed.). México: Instituto de Geografía, UNAM.
- García, C., Hernández, T., & Costa, F. (2005). Potential use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(3-4), 243-256. <https://doi.org/10.1081/CSS-200043066>
- Greenland, D. J. (1977). *Soil Conservation and Management in the Humid Tropics*. Wiley.
- Hamza, M. A., & Anderson, W. K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil & Tillage Research*, 82(2), 121-145.
- Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier Academic Press.
- Horn, R., Vossbrink, J., & Peth, S. (1995). Impact of modern animal husbandry on soil physical properties. *Advances in Geoecology*, 27, 13-19.
- Hudson, B. D. (1994). Soil organic matter and available water capacity. *Journal of Soil and Water Conservation*, 49(2), 189-194.
- Infoagro. 2017. El suelo y su estructura física. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/el-suelo-y-su-estructura-fisica/>
- Janzen, H. H. (2006). The soil carbon dilemma: Shall we hoard it or use it?. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(3), 419-424.
- Jones, C. A., Birkas, M., & Gyuricza, C. (2006). Mechanical soil disturbance and soil compaction. *Advances in Soil Science*, 24, 157-170.
- Kawas G JJ. 1996. determinación del perfil mineral de especies forrajeras de cuatro zonas geográficas del litoral del golfo de México. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Disponible en:

chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<http://eprints.uanl.mx/5661/1/1080125917.PDF>

Lal, R. (2004). *Impactos de secuestro de carbono en suelo en el cambio climático global y la seguridad alimentaria*. Science, 304(5677), 1623-1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>

Lal, R., & Shukla, M. K. (2004). Principles of Soil Physics. CRC Press. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203021231/principles-soil-physics-rattan-lal-manoj-shukla>

Lal, R., & Shukla, M. K. (2004). *Principles of soil physics*. CRC Press.

Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528(7580), 60-68.

Lemaire, G., Hodgson, J., & Chabbi, A. (2015). Grassland Productivity and Ecosystem Services. CABI.

Poch Clare R M..2021. El suelo es el gran patrimonio de las explotaciones agrícolas. Sembralia 2021. Disponible en: <https://sembralia.com/blogs/blog/suelo-explotacion-agricola>

Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2004). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241(2), 155-176.

Soane, B. D., & van Ouwerkerk, C. (1995). *Soil Compaction in Crop Production*. Elsevier Science.

Vargas, R., Estrada-Bustamante, M., & Ortega, R. (2018). Evaluación de la fertilidad del suelo mediante pruebas de campo y laboratorio en un sistema de rotación de cultivos. *Revista de Agricultura y Suelo*, 47(1), 56-68. <https://doi.org/10.1016/j.ras.2018.04.005>

Whitehead, D. C. (2000). Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships. CABI.

EVALUACIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO DE LA *Canna indica* POSTERIOR A SU USO EN HUMEDAL CONSTRUIDO PARA EL TRATAMIENTO DE LA VINAZA

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS¹

JACEL ADAME GARCÍA²

FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS³

LUIS CARLOS SANDOVAL HERAZO⁴

Resumen

Los Humedales construidos son una alternativa innovadora de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales. Las industrias alcohólicas producen de 14 a 16 L de vinaza por litro de alcohol, esta enorme producción generalmente es regada como fertilizante líquido por su alto contenido de materia orgánica, minerales y otros compuestos, sin embargo, si llega a mantos acuíferos es considerada como uno de los contaminantes más complejos y que generan problemas ambientales. En este trabajo se evaluó la adaptación y desempeño en la absorción de Nitrógeno y Fósforo de la planta *Canna indica* en el tratamiento de la Vinaza en un Humedal Construido Híbrido (HCH) considerando que la vinaza es un residuo con un pH muy bajo y que es agresiva para la vegetación, se evaluaron cuatro tratamientos a concentraciones de 10%, 20%, 30% y 50% de vinaza diluida con agua grifo. La generación de plantas posterior a dos meses pudieron adaptarse a las concentraciones y realizar su función en el humedal, sin embargo algunos individuos perecieron y fue necesario su reemplazo. Los hijuelos que se presentaron tienen buena adaptación y supervivencia.

Palabras clave: Tratamiento, fitorremediación, análisis vegetativo

Abstract

Constructed Wetlands are an innovative, low-cost alternative for wastewater treatment. alcohol factory is the 14 to 16 liters of vinasse per liter of alcohol. This enormous production is generally irrigated as liquid fertilizer due to its high content of organic matter, minerals and other compounds. However, if it reaches aquifers it is considered a of the most complex pollutants that generate environmental problems. In this work, the adaptation and performance in the absorption of Nitrogen and Phosphorus of *Canna indica* was evaluated in the treatment of Vinasse in a Hybrid Constructed Wetland considering

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jose.fv@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, felix.mc@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Misantla, lcsandovalh@itsm.edu.mx

that vinasse is a waste with a very low pH and that it is aggressive for the vegetation. For this reason, four treatments were carried out at concentrations of 10%, 20%, 30% and 50% of vinasse diluted with tap water. The generation after two months of adaptation was able to adapt to the concentrations and perform its function in the wetland, however some individuals perished and their replacement was necessary. The offspring that were presented have good adaptation and survival.

Keywords: Canna indica, Constructed Wetland, Nitrogen, Phosphorus

Introducción

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015) que estima que solamente el 20% de las aguas residuales a nivel mundial reciben un tratamiento. Este problema recurrente sigue en aumento, pues la disponibilidad para acceder al agua de mejor calidad va en decremento debido a que los mantos acuíferos son contaminados por diferentes aguas residuales (industriales, municipales entre otras sobre todo en países en desarrollo, Hernández-Salazar, 2018).

La depuración o tratamiento de las aguas residuales es imprescindible para mejorar el cuidado del medio ambiente, la salud pública y el uso racional y sostenible de nuestros recursos hídricos. (Huertas, R., Marcos, C., Ibarguren, N., & Ordás, 2013).

Para ello desde hace un par de décadas se han estado desarrollando ecotecnologías que son bondadosas con el medio ambiente ya que no requieren de ningún tipo de producción energía para funcionar (o mínima), ya que de manera natural como lo realiza cualquier planta vegetal por medio del sol; dentro de estas ecotecnologías están los Humedales Construidos. Estos tratamientos de aguas residuales tienen la ventaja que además de evitar la contaminación al medio ambiente puede hacerse una reutilización para diferentes servicios; por ejemplo, el uso agrícola que se ha empleado en todo el mundo por siglos disminuyendo la demanda de agua, mejorando la producción económica local (Jaramillo y Restrepo, 2017).

Uno de los tipos de Humedales construidos son los humedales híbridos que por tener diferentes etapas son excelentes opciones para aguas muy cargadas (materia orgánica, amonio, nitratos, nitrógeno total, sulfatos, fósforo total, sólidos totales, microorganismos y metales pesados) como son las aguas agroindustriales (Petroselli *et al.*, 2015).

Estos Humedales construidos (HC) presentan grandes ventajas ya que los procesos físicos, químicos y biológicos de degradación ocurren por sus componentes (planta, sustrato y los microorganismos), todos interactuando de manera simultánea, contribuyendo a eliminar los contaminantes (Zhang *et al.*, 2014, Vymazal & Brix, 1998).

Precisamente la vegetación en este tipo de estructuras (HC) juegan un papel crucial debido a los aportes que estas tienen al generar microambientes para facilitar la proliferación de consorcios bacterianos, en la retención de sólidos y desde luego la absorción de contaminantes y nutrientes como es el caso de nitrógeno y fósforo ya que las plantas lo requieren para llevar a cabo sus procesos vitales y de desarrollo.

El nitrógeno es uno de los elementos que se encuentran predominantemente y forma parte de muchos compuestos esenciales como las proteínas, sin embargo, en la naturaleza intervienen bacterias fijadoras de nitrógeno quienes poseen la enzima nitrogenasa que hace posible su transformación (Manahan, 2011; Lara et al., 2007) y esto genera un hábitat en el cual entre las plantas y microorganismos aumentan la eficiencia de remoción de estos contaminantes (Corzo, Sanabria, & García, 2016).

Esencialmente uno de los mayores retos que enfrenta estas ecotecnologías y las convencionales es la eliminación de nitrógeno (N) y fósforo (P) ya que las aguas residuales con altas cargas de materia orgánica son difíciles de depurar. Un medio por el cual en los humedales construidos eliminan estos elementos del agua residual a tratar, es por medio de la absorción por las plantas.

Por lo anterior este trabajo evaluó el contenido de nitrógeno y fósforo en la planta *Canna indica* después de haberla utilizado en el proceso de tratamiento de la vinaza por un humedal híbrido.

Contenido

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, en el estado de Veracruz, México, en las coordenadas 19°24'43"N 96°21'31"W, ubicado en el municipio y localidad de Úrsulo Galván en el estado de Veracruz con clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura oscila entre 24 y 26 °C, y una precipitación entre 1100 y 1300 mm (SECTUR 2020).

El Humedal Construido híbrido se estableció a la intemperie a escala mesocosmo, el cual consta de ocho humedales combinando secciones A) verticales (HCV) y B) horizontales (HCH) (Figura 1).

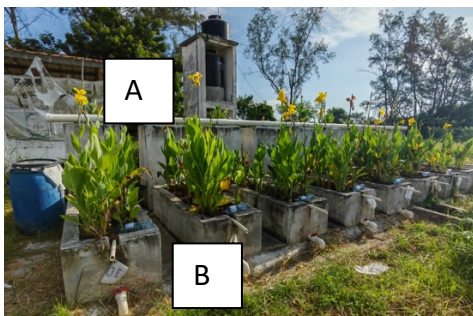


Figura 1. Humedal Construido Híbrido

El HCV diseñado en forma rectangular vertical con flujo libre conectado a un HCH parcialmente saturado en forma rectangular horizontal, ambos de cemento con dimensiones: a) HCV: 50 cm x 50 cm de ancho y 1 m de altura; y b) HCH: 50 cm x 50 cm de ancho y 3 m de largo. Se componen de: a) Sustrato de piedra volcánica roja; b) vegetación que corresponde a la especie *Canna indica*; y c) la vinaza como agua residual a tratar.

Se evaluaron cuatro tratamientos que contenían agua residual agroindustrial vinaza en distintas concentraciones, T1 10%; T2 20%; T3 30% y T4 50%. Los tratamientos se montaron por duplicados (es decir dos humedales por tratamiento) todos con la misma planta *Canna indica*. Esta especie fue recolectada de las comunidades cercanas, las cuales fueron previamente aclimatadas en los humedales. Se utilizaron dos plantas en los HCV y 10 plantas en los HCH.

El estudio comprendió un total de 10 meses de aplicación de vinaza en concentraciones correspondientes a cada tratamiento (T1 a T4) proporcionando 60 L de aguas residuales cada 24 h de manera manual a cada uno de estos sistemas verticales que alimentan a su vez al humedal de flujo horizontal que finalmente cuenta con una salida individual.

Para el muestreo y análisis se tomaron muestras de plantas (hoja y tallo) de cada celda vertical y horizontal, cada dos meses con un total de cinco muestreos, se promediaron los resultados de acuerdo a cada tratamiento, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Agua-Suelo-Planta del mismo Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, se realizaron las pruebas foliares de nitrógeno total (NT) por el método de Microkjedahl y fósforo total (PT) por colorimetría en espectrofotómetro de luz visible.

Resultados

Durante el periodo de evaluación (septiembre 2023 a junio 2024) la temperatura ambiental fluctuó entre los 18 °C y 34°C, la temperatura máxima se registró en junio. Presentándose temperaturas óptimas para el desarrollo de las plantas y de los microorganismos, en las zonas tropicales y subtropicales, debido a las cálidas temperaturas y las extensas horas de luz solar que se estimulan más (Sandoval, *et al.*, 2019).

El desarrollo de la vegetación que en las plantas son características genotípicas fácilmente afectadas por el ambiente como el clima, disponibilidad de nutrientes y las condiciones donde está, lo cual se refleja en el desarrollo de las hojas, tallos y flores (Barrientos *et al.*, 2015).

Con relación a los resultados para nitrógeno (Figura 2) se observa una tendencia creciente en los primeros siete meses, los valores máximos obtenidos fueron de 15.1 g kg⁻¹ en el mes Marzo-Abril en la concentración al T3 al 30%, las plantas empezaron a presentar signos de marchitez debido a la acidez de la vinaza aunado a las altas temperaturas de los meses de mayor calor, esto provocó una

disminución en los valores de manera general, principalmente en los meses de mayo y junio con mayor notoriedad en las celdas con mayor concentración de vinaza T4 al 50% con valores promedio alrededor de los 10.4 g kg⁻¹ hasta la conclusión de estudio.

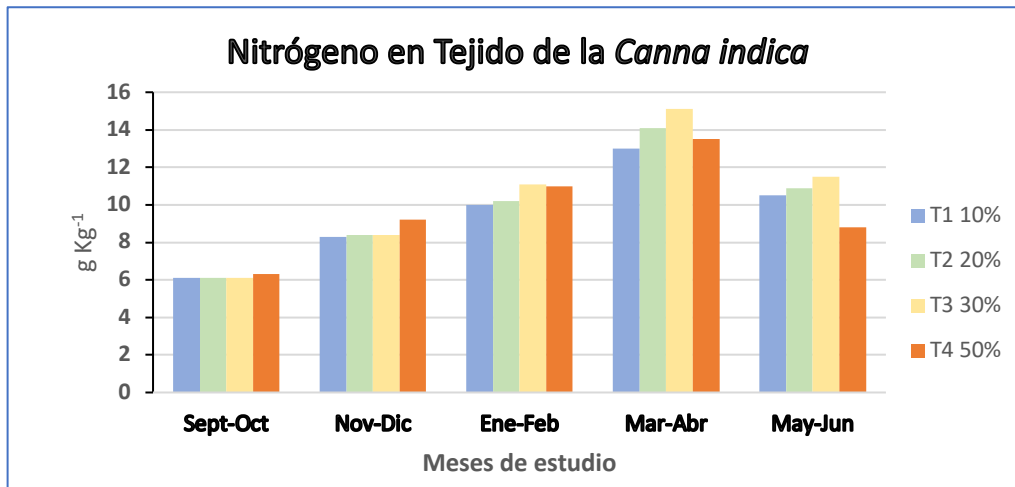


Figura 2. Concentración de nitrógeno en los tejidos de las plantas

Para el caso de fósforo (Figura 3) se obtuvieron resultados con un comportamiento similar al de nitrógeno con tendencia creciente en los primeros meses de estudio, alcanzaron valores máximos en los mes marzo-abril en la concentraciones T3 al 30 % y T4 al 50% de 2.2 g kg⁻¹ y 2.05 g kg⁻¹ respectivamente, de igual forma la planta se vió afectada debido a la acidez de la vinaza y a los meses de mayor calor con signos de marchitez por lo que disminuyeron los valores en los meses de mayo y junio, un mayor decremento en la concentración de vinaza T4 al 50% con valores promedio alrededor de los 1.4 g kg⁻¹ hasta la conclusión de estudio.

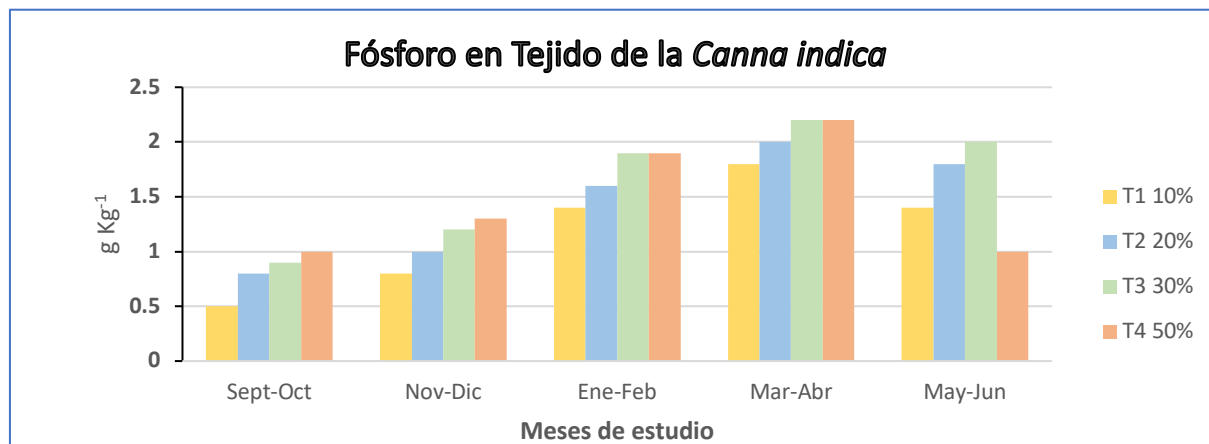


Figura 3. Concentración de fósforo en los tejidos de las plantas

Los métodos biológicos de eliminación del fósforo y nitrógeno del agua contaminada se dan a través de la asimilación del en los tejidos de la vegetación; mientras que en los métodos fisicoquímicos se lleva a cabo el proceso de adsorción en la raíz y por precipitación, así como el potencial de oxidación-reducción y el medio de soporte son los más importantes (Andrés, Araya, Vera, Pozo, & Vidal, 2018).

Discusión y conclusiones

Otros estudios reportados por Konnerup et al. (2009) con *Heliconia psittacorum* y la *Canna generalis* obtuvieron tasas de asimilación inferiores de 0.03 y 0.23 g N m⁻² d⁻¹, respectivamente con la diferencia que trabajaron con un solo humedal (Humedal de flujo subsuperficial) HFSS y en aguas residuales domésticas que no tienen las concentraciones tan altas como de las vinazas.

La remoción de nitrógeno inicia con la transformación del nitrógeno orgánico (NOrg) a nitrógeno amoniacal (N-NH₄⁺) por amonificación. El N-NH₄⁺ puede ser asimilado por las raíces de las plantas o los microorganismos, volatilizarse si el sistema presenta un pH superior a 9 o bien oxidarse a nitrato (NO₃⁻) por acción de las bacterias (nitrificación). El último paso es la reducción del NO₃⁻ a nitrógeno molecular (N₂) bajo condiciones anóxicas/anaerobias (desnitrificación). Las transformaciones que sufra el nitrógeno en los humedales dependen de su estructura, es decir, si son de flujo horizontal o vertical (Torres-Bojorges et al., 2017).

La remoción de fósforo en los humedales se realiza de forma biológica y fisicoquímica inicia con el proceso de adsorción, precipitación, absorción de plantas y la acumulación lixiviación, mineralización y sedimentación, si bien la interacción planta-nutriente del humedal es importante para eficientizar el proceso de purificación del cuerpo de agua eutrófico, la absorción de nutrientes por plantas y microbios dentro de los humedales es un proceso complejo, que incluye una serie de reacciones químicas y biológicas (Zhao, Li, & Chen, 2018).

La asimilación de las plantas en los HC está influenciada por la disponibilidad de estos elementos por tipo de agua residual, la configuración del HC, el tiempo de retención hidráulica y desde luego el tipo de vegetación. La eliminación del N y P sigue siendo una de las prioridades en los sistemas de tratamiento de aguas residuales; este estudio determinó encontró que la planta *Canna indica* resultó eficiente en la absorción de estos elementos por lo cual pueden ser considerada para el tratamiento de aguas residuales de vinaza.

En el caso de nitrógeno y fósforo se debe tener en cuenta la acidez y los meses de mayor calor resultando mejor los tratamientos T2 al 20% y T3 al 30%.

Referencias

- Andrés, E., Araya, F., Vera, I., Pozo, G., & Vidal, G. (2018). Phosphate removal using zeolite in treatment wetlands under different oxidation-reduction potentials. *Ecological Engineering*, 117, 18-27.

- Corzo, A., Sanabria, O., & García, M. (2016). Optimización hidráulica de humedales artificiales de alta tasa de rellenos con medios de soporte plástico. Memorias de la III Conferencia Panamericana de Sistemas de Humedales para el Tratamiento y Mejoramiento de la calidad del Agua, 2016, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química. Recuperado de <http://www.fiq.unl.edu.ar>
- Hernández-Salazar, A. B., Moreno-Seceña, J. C., & Sandoval-Herazo, L. C. (2018). Tratamiento de aguas residuales industriales en México: Una aproximación a su situación actual y retos por atender. *RINDERESU*, 2(1-2), 75-87.
- Huertas, R., Marcos, C., Iburguren, N., & Ordás, S. (2013) "GUÍA PRÁCTICA para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones". Disponible en: <http://idiaqua.eu/web/wp-content/uploads/2018/07/guiapractica-depuracionaguas-chd.pdf>.
- Lara, C., Villalba, M. y Oviedo, L. E. (2007). Bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno de la zona agrícola de San Carlos. Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*, IX(2), 6-14.
- Jaramillo, M. F. y Restrepo, I. 2017 "Wastewater reuse in agriculture: A review about its limitations and benefits", *Sustainability (Switzerland)*, 9(10). doi: 10.3390/su9101734.
- Manahan, S. E. (2011). Introducción a la química ambiental. México: Reverté Ediciones, S.A. de C.V. Universidad Autónoma de México.
- Petroselli, A. et al. 2015 "Integrated System of Phytodepuration for Agroindustrial Wastewater: Three Different Case Studies", *International Journal of Phytoremediation*, 17(12), pp. 1227–1236. doi: 10.1080/15226514.2015.1045138.
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (2015). Wastewater Management, A UN-Water Analytical Brief. Ediciones UN-Water.
- Konnerup, D., Koottatep, T., And Brix, H. (2009) Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia. *Ecological Engineering*. Vol. XXXV, No. 2, pp. 248-257.
- Sandoval, L., Zamora-Castro, S. A., Vidal-Álvarez, M., & Marín-Muñiz, J. L. (2019). Role of wetland plants and use of ornamental flowering plants in constructed wetlands for wastewater treatment: A review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/app9040685>
- Torres-Bojorges, A., Zurita, F., & Tejeda, A. (2017). Carbamazepine removal in three pilot-scale hybrid wetlands planted with ornamental species. *Ecological Engineering*, 98, 410-417.
- Vymazal, J. (2013) The use of hybrid constructed wetlands for wastewater treatment with special attention to nitrogen removal: A review of a recent developmen, *Water Research*. Elsevier Ltd, 47(14), pp. 4795–4811. doi: 10.1016/j.watres.2013.05.029.

- Vymazal, J., & Brix, H., (1998). Constructed wetlands for waste treatment in Europe (pp. 1-15). Leiden, Netherlands: Ed. Backhuys Publishers.
- Zhang, D., Gersberg, R. M., Ng, W. J., & Tan, S. K. (2014). Removal of pharmaceuticals and personal care products in aquatic plant-based systems: a review. *Environmental Pollution*, 184, 620-639.
- Zhao, Z., Li, Q., & Chen, L. (2018). Effect of rhizosphere dispersal and impulsive input on the growth of wetland plant. *Mathematics and Computers in Simulation*, 152, 69-80.

METALES PESADOS BIOACUMULABLES EN PECES DE RIO

ADRIANA ELENA RIVERA MEZA¹

JACEL ADAME GARCÍA²

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS³

FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS⁴

Resumen

Los metales pesados son considerados elementos químicos de alta densidad, masa y peso atómico, siendo tóxicos en concentraciones bajas. Actualmente uno de los problemas a nivel ambiental es la contaminación de fuentes hídricas del mundo por metales pesados, ya que debido a la toxicidad que representan pueden provocar serios problemas para los habitantes de las poblaciones que se establecen en los ríos; el consumo por medio de la dieta se ha asociado a múltiples problemas de salud, por lo que se ha investigado la concentración de mercurio (Hg), cadmio (Cd) y plomo (Pb). Los metales pesados al estar presentes en las cuencas de los ríos estos pueden acumularse en tejidos y órganos de los peces por lo que es indispensable estudiar su presencia en los peces que allí habitan. Por lo que en este escrito se describe cómo realizar los estudios de bioacumulación de metales pesados en tejidos y órganos de peces como branquias, vísceras y piel. Las determinaciones de la presencia de los metales pesados se basan en lo estipulado con base en la NOM-117-SSA1-1994 empleando Espectrofotometría de Absorción Atómica en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México/IT de Úrsulo Galván.

Palabras clave: contaminación, indicadores, mercurio, cadmio, plomo

Abstract

Heavy metals are considered chemical elements of high density, mass and atomic weight, being toxic at low concentrations. Currently one of the problems at an environmental level is the contamination of water sources in the world by heavy metals, since due to the toxicity they represent they can cause serious problems for the inhabitants of the populations that settle in the rivers; Consumption through diet has been associated with multiple health problems, which is why the concentration of mercury (Hg), cadmium (Cd) and lead (Pb) has been investigated. Heavy metals, being present in river basins, can accumulate in the tissues and organs of fish, so it is essential to study their presence in the fish that live there. Therefore, this paper describes how to carry out heavy metal bioaccumulation studies in fish

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, adriana.rm@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jose.fv@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, felix.mc@ugalvan.tecnm.mx

tissues and organs such as gills, viscera and skin. The determinations of the presence of heavy metals are based on what is stipulated in NOM-117-SSA1-1994 using Atomic Absorption Spectrophotometry at the facilities of the Tecnológico Nacional de México/IT of Úrsulo Galván.

Keywords: pollution, indicators, mercury, cadmium, lead.

Introducción

La contaminación del medio acuático con metales pesados se ha convertido en un problema mundial y de la preocupación científica, porque los metales son indestructibles y la mayoría de ellos tienen efectos tóxicos en los organismos y encontrándose en algunos alimentos. (Marín G. 2018) Los metales pesados entran en ríos y lagos de una variedad de fuentes que incluyen las rocas y suelos expuestos directamente a las aguas superficiales, además de la descarga de diversos residuos líquidos tratados y no tratados a los cuerpos de agua y los humanos están expuestos a estos contaminantes sean de origen orgánico e inorgánico (Baharom & Ishak, 2015). Hay más de diez (10) metales pesados tales como cobalto (Co), plomo (Pb), mercurio (Hg), arsénico (As), talio (Tl), níquel (Ni), el manganeso (Mn), zinc (Zn), cadmio (Cd) y el cromo (Cr) que tienen un significado particular en la eco toxicología, ya que son muy persistentes. Los niveles de metales, tales como Mn, Zn, Cr, son tóxicos más allá de un cierto límite, mientras que Pb, Ni y Cd son tóxicos incluso en cantidades pequeñas. La exposición a altos niveles de estos metales pesados entre muchos efectos puede dañar seriamente el cerebro y los riñones, causar aborto involuntario en las mujeres embarazadas, dañan los órganos responsables de la producción de esperma en los hombres y puede causar la muerte en última instancia (Covarrubias S., Peña J., 2017).

Los peces por representar varios niveles de la cadena alimenticia acuática, son excelentes indicadores de contaminación por metales pesados, ya que pueden bioacumular y biomagnificar a través de ella altas concentraciones de estos elementos. Ejemplo claro de esto es el mercurio el cual es bioamplificado casi en su totalidad por los peces en forma de metilmercurio, sustancia altamente tóxica y de fácil fijación en los tejidos musculares y adiposos, convirtiéndola en elemento clave en el transporte de este metal en las cadenas alimentarias acuáticas que culminan en el consumo humano (Ramírez, A., Ramos G., Rodríguez H. 2017).

Algunos metales pesados pueden biomagnificarse a través de la cadena trófica, es decir, aumentan su concentración en un organismo a medida que avanza de nivel trófico. La cantidad de metales pesados que ingerimos a través de los alimentos son usualmente mucho más preocupantes que las atribuidas al agua de consumo. Paradójicamente, los metales pesados en el pescado que se ingiere, habitualmente, proviene del agua dulce.

La incorporación de estas sustancias tóxicas en la cadena alimenticia los califica como contaminantes eficaces; por ello, tienen un impacto ambiental drástico en todos los organismos (Chambi L., Orsag, V., Zurita, A. 2017).

Los metales pesados son parte fundamental de las fuentes antropogénicas y que provienen de diversas fuentes tales como los desperdicios domésticos, agrícolas, industriales y mineros y que van a perjudicar la biota marina y al hombre y que tendrá un impacto negativo en el medio ambiente (Álvarez R., Amancio F., 2014).

Los metales son elementos que se encuentran naturalmente en los ecosistemas acuáticos debido a diversos procesos tales como desgaste y la erosión. De estos metales algunos son esenciales para la vida de los organismos en cantidades traza (por ejemplo cobre y zinc). Los elementos traza esenciales tienen un estrecho intervalo óptimo de concentración para el crecimiento y la reproducción, y tanto el exceso y la escasez puede ser perjudicial para los organismos, otros metales (por ejemplo, cadmio y plomo) no tienen ninguna función biológica conocida. (Arrieta, A., Corredor, W., Vera, J. 2015).

Ciertamente que estos metales traza no esenciales, por ejemplo el cadmio, son los principales contaminantes de ambientes acuáticos y que son tóxicos para los organismos acuáticos. Incluso a concentraciones que se encuentran en las aguas naturales. Contaminantes como los metales pesados tienen la capacidad de provocar cambios evolutivos debido a sus efectos dañinos en plantas. Los metales pesados son potencialmente contaminantes devastadores ya que contaminan el aire, el agua y la tierra utilizados por las plantas y los demás eslabones de las cadenas tróficas. Sus efectos en las plantas incluyen: necrosis en las puntas de las hojas e inhibición del crecimiento de las raíces, junto con muchas fatalidades en muchas especies de plantas incapaces de tolerar estos metales. (Boy Mansilla, A. 2015)

La actividad industrial y minera arroja al ambiente metales tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y cromo, muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida. La peligrosidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables. Una vez emitidos, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años. Además, su concentración en los seres vivos aumenta a medida que son ingeridos por otros, por lo que la ingesta de plantas o animales contaminados puede provocar síntomas de intoxicación. De hecho, la toxicidad de estos metales ha quedado documentada a lo largo de la historia: los médicos griegos y romanos ya diagnosticaban síntomas de envenenamientos agudos por plomo mucho antes de que la toxicología se convirtiera en ciencia. (Castro Guerrero, R. 2017)

Contenido, material y métodos

Según las características del estudio se trata de un diseño experimental observacional, analítico, transversal y se utiliza el método cuantitativo para determinar la concentración de cadmio, mercurio y plomo en las muestras de peces capturados en el Rio Actopan. Se recolectan las muestras y se procesa la información hallada para obtener un resultado.

Se toman las muestras utilizando el tipo de muestreo aleatorio simple, es decir seleccionados al azar para que cada uno tenga la misma posibilidad de ser elegido.

Para la conservación de las muestras se toman en fresco directo de la cuenca del rio Actopan, se colocan en hieleras con una temperatura de 4°C con hielo seco y protegidos de la luz. Posteriormente el mismo día se transportan al laboratorio de Agua suelo planta en las instalaciones del Tecnológico de Úrsulo Galván.

Una vez iniciado el análisis se realiza el secado de las muestras separando las secciones que serán utilizadas una vez rotuladas se digesterán por separado (Fig. 1). La primera etapa consiste en la digestión de la muestra y colocar en balón de digestión, adicionar 5.0 mL de ácido nítrico (HNO₃) al 33% ultra puro concentrado y luego 5.0 mL de ácido sulfúrico concentrado para iniciar la reacción. Al disminuir la reacción, calentar en el aparato digestor a una temperatura de 60° C. por 30 minutos.

Remover el balón del calor y dejar enfriar, luego adicionar 10.0 mL de HNO₃ concentrado y retornar el balón al aparato digestor con una temperatura de 120°C. Incrementar la temperatura a 150°C. Por 6 horas aproximadamente y remover el balón cuando la muestra se torne oscura. Dejar enfriar y adicionar 1.0 mL de H₂O₂ al 30%, produciendo una reacción fuerte. Continuar la adición de H₂O₂ al 30% hasta que la solución se torne clara. Transferir el contenido del balón a un balón volumétrico de 50.0 mL y llevar a volumen con agua des ionizada. Posteriormente cuantificar el contenido de mercurio utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica de vapor frío.

Por último se utiliza el método de absorción atómica el cual se basa en pasar un haz de luz monocromática de una frecuencia tal que puede ser absorbido por el analito que se encuentra presente en forma de vapor atómico. La medida de la intensidad luminosa antes y después de su paso por el vapor atómico permite determinar el porcentaje de absorción. La cantidad de absorción aumenta con la concentración de los átomos en el medio absorbente, es decir, la medida de la absorción aumenta con la concentración del elemento en la muestra, ya sea que esté en su condición original o sujeta a pre tratamiento.



Fig. 1 Seccionando las muestras para su proceso de digestión

Conclusiones

Hoy en día es necesario determinar la existencia de metales pesados ya que aunque sabemos que algunos de ellos son beneficios para la salud como el hierro, el cobalto y el zinc, también es cierto que puede existir la intoxicación por metales pesados causando daños a órganos y generando cambios en el comportamiento y el pensamiento.

Las sales solubles en agua de los metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio son muy tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones, estos pueden acumularse en los tejidos de los peces y, cuando los humanos consumen estos peces, pueden experimentar efectos negativos en la salud. El mercurio, puede afectar el sistema nervioso, especialmente en fetos y niños, causando problemas de desarrollo y cognición. También puede provocar problemas en el sistema inmunológico y afectar la función renal. El plomo y el cadmio son tóxicos y pueden causar una variedad de problemas de salud, incluyendo daño a los riñones y al sistema nervioso.

Referencias

- Afan Rojas, K., & Flores Romero, V. E. (2018). Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito Hualgayoc, Cajamarca octubre 2017. Universidad Privada Norbert Wiener.
- Álvarez Jaramillo, R., & Amancio Murillo, F. (2014). Bioacumulación de metales pesados en peces y análisis de agua del río Santa y de la laguna Chinacocha -anganuco periodo 2012 - 2013". Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Arrieta, A., Corredor, W., & Vera, J. (2015). Valoración Y Cuantificación De Metales Pesados En Carne De Cerdo, Pescado, Pollo Y Res Comercializados En Pamplona Norte De Santander. @Limentech Ciencia Y Tecnología Alimentaria, 13(2), 163– 171.

- Baharom, Z. S., & Ishak, M. Y. (2015). Determination of Heavy Metal Accumulation in Fish Species in Galas River, Kelantan and Beranang Mining Pool, Selangor. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 320–325. M00-PR-03-R02 Proyecto: (21031) 2024-02-08 18:18:47 (Z:CDMX) Pág. 6
- Boy Mansilla, A. (2015). Determinación de metales pesados en agua, peces y almejas e *Hydrilla verticillata* del Lago de Izabal. [Tesis de Grado]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Carpio Rivera, N. Y. (2016). Cuantificación de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en agua, sedimento y plantas en el río Chimbo del Cantón Marcelino Maridueña, prov. Guayas, ”.
- Castro Guerrero, R. C. (2017). Contaminación por Metales Pesados Cadmio y Plomo en Agua, Sedimento y en Mejillón *Mytella Guyanensis* (Lamarck, 1819) en los Puentes 5 de Junio y Perimetral (Estero Salado, Guayaquil - Ecuador).
- Chambi Parisaca, L., Vladimir Orsag, C., & Zurita, A. N. (2017). Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del Municipio de Poopó-Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. Vol 4. Núm(1)
- Corrales, D. (2013). Estudio del contenido de metales pesados en dos especies de peces de la zona costera de Montevideo, Uruguay. `Tesis de Grado”.
- Covarrubias, S. A., & Peña Cabriales, J. J. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México: Problemática y estrategias de fitorremediación. *Revista Internacional de contaminación Ambiental*, 33, 7–21.
- Huanri Pacotaype, J. E. (2014). Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana.
- Marín, P., Sánchez, A., Díaz-Pereira, E., Bautista, F. , Romero, M., Delgado, M.J., 2018, Assessment of Heavy Metals and Color as Indicators of Contamination in Street Dust of a City in SE Spain: Influence of Traffic Intensity and Sampling Location: *Sustainability*, 10, 4105
- Ramírez Arizpe, A., Ramos, G., Rodríguez H. (2017). Determinación de mercurio en pescado fresco que se comercializa en el Área Metropolitana de Monterrey. *Revista de Salud Pública y Nutrición*, 16(1), 33–38.
- Tello Atiencia, M. de los A. (2015). Evaluación del riesgo toxicológico de plomo y cadmio en suelos del entorno del Parque Industrial de la Ciudad de Cuenca. [Tesis de Grado]. Recuperado a partir de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22973>

NORMA Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994

LA INDUSTRIA EN MÉXICO Y SU IMPACTO EN EL CONSUMO DE AGUA

ROCÍO ENRÍQUEZ CORONA¹

FERNANDO ALBERTO JIMÉNEZ FERRER²

MARÍA ESTHER CARMONA GUZMÁN³

Resumen

Parte de la degradación ecológica y ambiental en nuestro planeta se produce debido a la contaminación de las fuentes de agua, el vital líquido es indispensable para necesidades fisiológicas y otros usos como el saneamiento, las actividades que se realizan día a día para uso doméstico y uso industrial al mismo tiempo que está estrechamente ligado a factores sociales como la salud y el suministro de alimentos.

El consumo excesivo del agua corresponde mayormente a una cultura capitalista en la que el crecimiento económico y la búsqueda constante de ganancias superan al cuidado del medio ambiente y el bienestar social; es necesario analizar las afectaciones que sufre nuestro país en temas del uso de agua, realizar un diagnóstico de la distribución espaciotemporal desigual del agua, la sobreexplotación que se le da, el crecimiento acelerado de la población, la demanda creciente, fuertes inversiones en el sector industrial, la incapacidad del estado para realizar estas inversiones y al mismo tiempo gestionar de manera sostenible el agotamiento de los recursos al concientizar a las personas la situación medioambiental que se vive actualmente para poder dar propuestas del cuidado y racionalización del agua.

Palabras claves: Agua, Industria, contaminación, sobreexplotación.

Abstract

Part of the ecological and environmental degradation on our planet is caused by the contamination of water sources. This vital liquid is essential for physiological needs and other uses such as sanitation, daily activities for domestic and industrial use, and is closely linked to social factors such as health and food supply.

Excessive water consumption is mainly due to a capitalist culture in which economic growth and the constant search for profits outweigh environmental care and social well-being. It is necessary to analyze the effects that our country suffers in terms of water use, to make a diagnosis of the unequal

¹ Universidad Veracruzana, renriquez@uv.mx

² Universidad Veracruzana, fejimenez@uv.mx

³ Universidad Veracruzana, marcarmona@uv.mx

spatiotemporal distribution of water, the overexploitation that is given to it, the accelerated growth of the population, the growing demand, strong investments in the industrial sector, the inability of the state to make these investments and at the same time sustainably manage the depletion of resources by raising awareness among people of the current environmental situation in order to be able to provide proposals for the care and rationalization of water.

Keywords: Water, Industry, contamination, overexploitation.

Introducción

El planeta tierra tiene un número finito de litros de agua que se divide en dos tipos: agua salada y agua dulce de mares, lagos y ríos, representa un 97.5% de agua salada y el 2.5% restante agua dulce. (Ciencias Ambientales, 2018)

En nuestro país la situación del consumo y uso del agua se ha vuelto una problemática y por ende un problema social, no solo el uso para casa habitación, el impacto más fuerte es en las industrias, en esta investigación se analizará con más detalle el uso y el gasto excesivo que las grandes industrias realizan al elaborar y fabricar sus productos, así como en los resultados en el medio ambiente que esto conlleva, aunado al medio ambiente e incluso a la salud de la población.

Poco se habla de que el agua en algunas zonas de la república mexicana está monopolizada por algunas industrias, con esto se ven dañados algunos otros sectores y si a eso le añadimos la escasez, aunado de que en las urbes monopolizan dicho líquido causando impacto ecológico a las zonas rurales.

Los inversores prefieren mercados donde las inversiones están garantizadas, es decir, las grandes ciudades y los centros turísticos de los países desarrollados y menos desarrollados.

Problemática de la escasez de agua en México

Según los últimos datos publicados por la Comisión Nacional del Agua de México el 18 de marzo, más del 80% de México está afectado por escasez de agua, y estamos ante una escasez de este elemento esencial. sequedad. 12 millones de personas en México carecen de agua potable.

Se ha demostrado que los acuíferos en México se encuentran en riesgo de sobreexplotación. En 2018, 18% de los acuíferos subterráneos estaban sobreexplotados, lo cual afecta directamente tanto el abasto humano como las actividades agropecuarias e industriales, al mismo tiempo eleva los costos de extracción del agua y ocasiona hundimientos en el terreno, por ejemplo, en Monterrey la empresa de FEMSA Topochico contribuye con la sequía de ese estado. (Bussines, 2022)

Los problemas en México en los últimos años son en temas de escasez de agua y en algunos estados es tan grave que se puede decir que ya es una crisis, esto tiene como impacto situaciones de sequía y encarecimiento de productos y servicios.

- Escasez de agua potable para beber las personas y el ganado
- Falta de medidas de higiene, lo que provoca propagación de enfermedades
- Los cultivos se secan y no producen los alimentos necesarios para cubrir las necesidades de la población

Pero también se habla sobre la sobreexplotación y contaminación de los mantos acuíferos el cual es un problema que ha ido incrementando décadas atrás, sobre todo por las grandes industrias que consumen agua al por mayor.

De acuerdo a datos del INEGI, hace décadas existían 32 mantos acuíferos en explotación, para el 2019 estas cifras van en aumento hasta 5 veces más, utilizando la mayor parte del agua en los alimentos procesados, al mismo tiempo indica el estudio que las empresas vierten más de 120,000 litros a las aguas residuales, de tal manera que los mantos acuíferos se han contaminado gravemente. (INEGI, 2019).

Esta situación ha llevado a una grave crisis de escasez de agua en México, con estados como Baja California Sur, Guanajuato, Ciudad de México, Aguascalientes y el Estado de México enfrentando escasez extrema de agua. Entidades como el estado de Nuevo León se han sumado a la lista en los últimos meses. (Empresarial, 2022)

Según datos oficiales de la Conagua, los sectores que más agua consumen por sector son: agricultura, ciudades, servicios, agua doméstica e industrial. Sin embargo, diversas fuentes informan que las industrias de bebidas embotelladas y comida chatarra reciben concesiones más allá de lo que permite la ley.

Estas acciones afectan no sólo al ecosistema, sino a las entidades en las que se extrae el agua, así como a las comunidades que se encuentran cerca de los acuíferos.

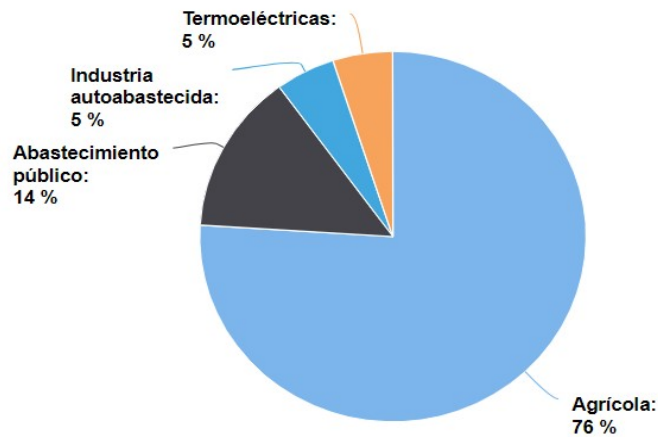
Tabla 1. Fuente: Consumo de agua de las industrias en México. (Empresarial, 2022)

Empresas	Consumo de agua anual
Coca Cola Femsa	55 mil 812 millones de litros
Pepsi	32 mil millones de litros
Danone	15 mil 437 millones de litros
Nestlé	9 mil 778 millones de litros
Aga	5 mil 268 millones de litros
Jumex	2 mil 626 millones de litros
NutriJugos	Mil 745 millones de litros
Bimbo:	Mil 383 millones de litros
Kellogs	Mil 56 millones de litros
Peñafiel	828 millones de litros

Las empresas que más agua consumen en México no sólo sobreexplotan y contaminan los mantos acuíferos. Sino que privan a poblaciones marginales o en situaciones de estrés hídrico de tener acceso a un recurso vital.

Usos

En México, 76 % del agua se utiliza en la agricultura; 14 %, en el abastecimiento público; 5 %, en las termoeléctricas y 5 %, en la industria.



Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México 2018.

Agrícola. El agua se utiliza para el riego de cultivos.

Abastecimiento público. Se distribuye a través de las redes de agua potable (domicilios, industrias y a quienes estén conectados a dichas redes).

Industria autoabastecida. Son aquellas empresas que toman el agua directamente de los ríos, arroyos, lagos y acuíferos del país.

Termoeléctricas. El agua se utiliza para producir electricidad.

Figura 1. Empresas de más consumo de agua. Fuente: (INEGI, 2018)

Además, las concesiones tan flexibles por parte de la Conagua permiten que las empresas acaparen el agua sin hacerse responsables del daño ecológico que realizan en la entidad. Por esta razón es necesario que gobierno y ciudadanía colaboremos para frenar los abusos de las compañías nacionales y trasnacionales que hacen mal uso del agua, así como para exigir una justa distribución de la misma.

Impacto a un futuro inmediato por la escasez de agua

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha publicado un informe sobre la distribución actual de líquidos en el mundo. Como puedes imaginar, las condiciones no eran favorables. Alrededor del 26% de la población mundial carece de acceso al agua potable y esta cifra aumentará inevitablemente en las próximas décadas. (ONU, 2023)

Para 2023, aproximadamente 2.000 millones de personas carecerán de acceso a agua potable y 3.600 millones de personas carecerán de sistemas eficaces de saneamiento y almacenamiento. Los residentes que tienen acceso a este recurso de agua potable están experimentando períodos de escasez que se agravarán si los planes estatales de gestión del agua no están a la altura. Según la ONU, el número de residentes urbanos que sufrirán escasez de agua alcanzará los 2.400 millones en 2050. Esta cifra aumentará casi un 150% en comparación con 2016. En los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas, más del 50% de la población enfrenta problemas de escasez de agua (CONAGUA, 2022).

En la comunidad mexicana, el tema sobre este líquido es de los más emblemáticos, ya que se ha convertido actualmente en un problema grave, debido a la situación ya antes mencionada.

La participación de empresas privadas en el uso y disposición desmedida del agua hace que surjan este tipo de problemas, por su nivel de acaparamiento del recurso.

- Para el año 2025 aproximadamente 2 mil millones de personas padecerán la escasez, empeorando la situación con el cambio climático y la población en la tierra que cada día aumenta de manera exorbitante.
- En 2025, al menos 1.700 millones de personas en el mundo beberán agua contaminada con heces.
- La contaminación microbiana del agua potable debido a la presencia de heces plantea el mayor riesgo de toxicidad. Si bien los principales químicos en riesgo en esta agua son el arsénico, el fluoruro y los nitratos, también hay nuevos contaminantes como ciertos productos farmacéuticos, pesticidas, moléculas per y polifluoroalquiladas y microplásticos, también muy peligrosos. Una buena higiene requiere un acceso adecuado al agua potable, lo cual es fundamental para prevenir enfermedades diarreicas,

infecciones respiratorias agudas y muchas enfermedades tropicales desatendidas. (OMS, 2023)

La multinacional FEMSA tiene unos de los monopolios mas valiosos para la humanidad, puesto que extrae 28.2 millones de M3. Operando con: Arca Continental, Bebidas Refrescantes de Nogales, Corporación del Fuerte, Grupo Embotellador Nayar, Embotelladora de Colima, Coca-Cola FEMSA, Corporación RICA, Bepensa y Jugos Del Valle – Santa Clara. Inmuebles del Golfo fue descubierta como representante de Coca Cola luego de que el ex síndico de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Miguel Ángel de los Santos Cruz, exigiera que se le retiraran las concesiones de agua por considerar los refrescos tienen efectos negativos en la salud (como diabetes, obesidad, hipertensión, caries) y ponen en riesgo el abasto del agua. (Bepensa, 2019)



Figura 2. Distribución de empresas FEMSA en México. Fuente: (Contralinea, 2022)

Los más de 28.2 millones metros cúbicos que explota durante los 12 meses para su producción es el equivalente al consumo de agua de 515 mil personas durante un año. Por ejemplo, en Mazatlán, Sinaloa, que tiene 501 mil habitantes; Tultitlán, Estado de México, 516 mil; Guanajuato, Guanajuato, 521 mil; y el municipio mexiquense de Atizapán de Zaragoza, con 523 mil habitantes. (Contralinea, 2022)

Hay una mala distribución, FEMSA tiene la concesión de un acuífero y el servicio público extrae agua de otras fuentes. El agua que se extrae para la población es agua superficial y, como en muchos lugares de México, los sistemas operadores tienen una serie de deficiencias de infraestructura y de operatividad para la distribución del agua. Por otro lado, dice la ambientalista, la refresquera –a la que describe como “una empresa depredadora que se roba nuestra agua”– tiene la concesión del líquido subterráneo. Recuerda que entre la recopilación de información que se hiciera para realizar el Informe sobre violaciones a los derechos humanos al agua potable y al saneamiento en México (Informe DHAYs) presentado al Relator Especial de Naciones Unidas sobre los derechos humanos al agua potable, Leo Heller. (Contralinea, 2022)

Coca-Cola-FEMSA paga 2,600 al año por las 46 concesiones de extracción de aguas subterráneas que posee, obteniendo 32,5 mil millones en ganancias sólo en 2007. La desproporcionalidad entre los pagos por derechos mineros y las ganancias corporativas revela cómo el sector público prioriza los intereses del sector privado (intereses políticos al servicio de los intereses económicos) sobre los derechos fundamentales, y pagos adecuados de estos montos pueden permitir el abastecimiento de agua potable. Proporcionar financiamiento para brindar cobertura de agua a aquellos que aún no tienen acceso al agua. (Contralinea, 2022)

Femsa inició operaciones como empresa cervecera en Monterrey, México, en 1890. Ya en 1995, Femsa - The Coca-Cola Company recibió autorización de ampliación de agua de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) para extraer 419.7 millones de metros cúbicos de agua por año. (1.4 millones de litros) se ubica cerca de las faldas del Cerro Huitepec, en las afueras del municipio de San Cristóbal de las Casas en el estado de Chiapas, una de las zonas más afectadas, excluyendo la colonia "Topo Chico" en el Residente en el municipio de Monterrey, el estado de Nuevo León, está constituida desde 1906 y desde ese año ha instalado 20 pozos en la zona, que han seguido funcionando incluso durante la crisis del agua. (EJATLAS, 2022)

A través de nuestro modelo de investigación mixta, buscaremos crear conciencia sobre los graves problemas que padecemos todas las personas en el país, buscando las mejores soluciones para cada comunidad afectada durante todo el proceso de investigación.

Resultados

Tabla 2. Fuente: Registro Público de Derechos de Agua de la Conagua. (CONAGUA, 2022)

Razón Social	Títulos	Volumen concesionado en m3
Bepensa	23	19,553,554
Inmuebles del Golfo	15	3,428,288
Jugos Del Valle – Santa Clara	8	3,148,078
Embotelladora del Nayar	9	1,389,101
Embotelladora de Colima	2	484,638
Bebidas Refrescantes de Nogales	1	200,000
Totales	58	28,203,659

De acuerdo a la tabla 1 se puede ver que la transnacional Coca-Cola FEMSA acapara en México uno de los recursos más importantes del planeta: el agua. Datos de la Conagua arrojan que la refresquera tiene permiso para explotar 28.2 millones de metros cúbicos de agua al año. Los mantos que explota se ubican en Yucatán, Tabasco, Quintana Roo, Querétaro, Campeche y Estado de México, revelan datos del Registro Público de Derechos de Agua (Repda) de la Comisión Nacional del Agua (Conagua). De lo anterior se desprende que el grupo FEMSA absorbe pequeñas y medianas empresas y por tanto controla el agua embotellada y dirige la política económica, haciendo del agua una mercancía, pagando menos por las concesiones para obtener agua y posteriormente vendiéndola a mil veces más de lo que cuesta, se obtuvieron ganancias excesivas a costos extremadamente bajos, creando así una situación desigual y violando la constitución política y las leyes federales pertinentes.

Cabe mencionar que según esta investigación se encontró que no solo las empresas FEMSA están acaparando agua en el país, sino que los resultados muestran que algunas empresas tienen grandes cantidades de agua disponible para su uso, y con esta agua pueden proveer agua. servicios al país. Toda la comunidad. La lista incluye empresas mineras, embotelladoras de refrescos y agua, empresas siderúrgicas, cervecerías, grandes empresas agrícolas, ganaderas, inmobiliarias y las hidroeléctricas. (Impunidad, 2023)

Conclusiones

El agua como recurso de la naturaleza, se debe cuidar, racionalizar y proteger los mantos acuíferos y las reservas que aún existen, es urgente que la sociedad sume esfuerzos al cuidado del agua puesto que es un derecho fundamental. El gobierno debe de analizar más a detalle el otorgar concesiones sin un previo análisis, exigir penas rigurosas para los servidores públicos que se venden a las grandes corporaciones sin importar el daño ecológico, así como buscar asesoramiento legal para poder autorizar permisos de uso de suelo y de mantos acuíferos, ya que todo va en conjunto cuando contaminan la tierra esto para a los mantos acuíferos.

Las empresas que han privatizado parte del agua en México, tales como la refresquera Coca Cola, han sobrepasado los derechos humanos del uso del agua, por lo que se debe de implementar tarifas altas, aunado a eso limitar la cantidad de litros que consuman.

Referencias

Bepensa. (Abril de 2019). <https://www.bepensa.com/bepensa-blog/inauguran-planta-de-produccion-en-la-cuenca-lechera-mas-importante-de-mexico/>.

- Bussines. (Abril de 2022). <https://www.business-humanrights.org/es/%C3%BAltimas-noticias/m%C3%A9xico-topo-chico-marca-de-la-empresa-coca-cola-femsa-se%C3%B1alada-por-explotar-los-mantos-acu%C3%ADferos-y-contribuir-con-la-sequ%C3%ADa-en-monterrey-nuevo-le%C3%B3n/>.
- Ciencias Ambientales. (Agosto de 2018). <https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/0-025-agua-tierra-potable-fundacion-aquae-16603>.
- CONAGUA. (2022). <https://www.gob.mx/conagua>.
- Contralinea. (Marzo de 2022). <https://contralinea.com.mx/interno/semana/coca-cola-acapara-en-mexico-28-2-millones-de-m3-de-agua/>.
- EJATLAS. (Septiembre de 2022). <https://ejatlas.org/conflict/extractivismo-de-agua-femsa-coca-cola-chiapas-mexico/?translate=es>.
- Empresarial, L. (15 de junio de 2022). <https://www.liderempresarial.com/cuales-son-los-estados-con-mayor-escasez-de-agua-en-mexico/>.
- Hernández et al. (2016). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Impunidad, M. C. (2023). <https://contralacorrupcion.mx/explotadores-agua-mexico/index.html>.
- INEGI. (2018). <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/usos.aspx?tema=T#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2076%20del%20agua,5%20%25%2C%20en%20la%20industria>.
- INEGI. (2019). <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>.
- OMS. (2023). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- ONU. (2023). <https://sdgs.un.org/conferences/water2023/action-agenda>.

CONCIENTIZACIÓN DEL USO DEL AGUA EN LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL SUPERIOR DEL MUNICIPIO DE ÚRSULO GALVÁN

ROSALÍA JANETH CASTRO LARA¹

DOREIDY MELGAREJO GALINDO²

LOIDA MELGAREJO GALINDO³

ÁNGELES DE JESÚS SALAS LARA⁴

Resumen

La concientización sobre el uso del agua es un tema crucial, especialmente en el ámbito universitario, donde se están formando los futuros profesionales y líderes del mundo. El agua es un recurso vital para la vida y el desarrollo sostenible, sin embargo, sabemos que su disponibilidad está amenazada por diversos factores como el cambio climático, la contaminación y la sobre explotación.

La presente investigación deriva del proyecto institucional “Uso y manejo del agua en las organizaciones y la sociedad”, La importancia de esta investigación es “identificar las acciones que realizan para cuidar el consumo del agua los estudiantes de nivel superior”. Objetivos particulares, mencionar la principal fuente de consumo de agua en su hogar, describir la frecuencia con la que toman acciones para el consumo del agua los estudiantes de nivel superior. Combina elementos cualitativos y cuantitativos, está dirigida a identificar las acciones que se implementan por parte de los estudiantes universitarios del municipio de Úrsulo Galván, acciones que incentivan en el cuidado del medio ambiente.

Palabras clave: medio ambiente, consumo, recurso vital.

Abstract

Awareness about water use is a crucial issue, especially in the university environment, where future professionals and world leaders are being trained. Water is a vital resource for life and sustainable development, however, we know that its availability is threatened by various factors such as climate change, pollution and overexploitation.

The present research derives from the institutional project “Use and management of water in organizations and society”. The importance of this research is “to identify the actions that higher level students take to care for water consumption.” Particular objectives, mention the main source of water

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, rjaneth.cl@ugalvan.tecnm.mx

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

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

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, angeles.sl@ugalvan.tecnm.mx

consumption in your home, describe the frequency with which higher level students take actions for water consumption. It combines qualitative and quantitative elements, it is aimed at identifying the actions that are implemented by university students in the municipality of Úrsulo Galván, actions that encourage environmental care.

Keywords: environment, consumption, vital resource.

Introducción

El problema del deterioro ambiental es un problema a nivel mundial, debido a la necesidad de la preservación para la subsistencia humana y de los recursos en general. Es necesario establecer actividades de conservación y cuidado de los recursos naturales, en todos los sectores, debido a que son indispensables para la existencia, tal como lo es el recurso del agua, elemento vital, dado que se le atribuye... "La importancia del agua se inscribe en la cadena de las necesidades absolutas para la conservación de todas las especies vivientes", recurso vital no sustituible que es por naturaleza el elemento más irremplazable de la vida, recurso circular, toda utilización implica una alteración de todo el ecosistema, recurso fluido desafía las fronteras tanto naturales como artificiales, recurso de múltiples usos su cita interés diversos y a menudo divergentes. Rolland et al.(2010).

El elemento agua es indispensable y su uso y manejo debe ser prioridad. En lo individual, así como en los sectores sociales, políticos y económicos; donde las organizaciones y la sociedad no son la excepción, los cuales deben establecer estrategias de cuidado de vital líquido, ya que además se considera una actividad política y reglamentaria requerida por parte de las autoridades, con el fin de cumplir normativas en pro del cuidado del medio ambiente, y así exentar problemas de esta índole, por ello, "la gestión del agua debe ser una preocupación de todas las organizaciones, en cualquier actividad productiva". La responsabilidad ambiental de las empresas debe superar el deber legal, implementando acciones de producción más limpia con un control de calidad del agua y aprovechamiento adecuado de la misma en procura del desarrollo sostenible. (Bernal,2015)

La agenda 2030 de la ONU promueve 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y el uso eficiente del agua se enmarca principalmente dentro del ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento, que busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible para todos.

Los enfoques claves que se manejan en esta agenda son la gestión sostenible del agua, las tecnologías innovadoras, la concienciación y educación, las políticas y regulación, las soluciones basadas en la naturaleza. Esta investigación se enfoca en la concienciación y educación, donde se trabaja precisamente con campañas de sensibilización en donde se fomentan hábitos responsables de consumo de agua tanto en los hogares como en las industrias y en las instituciones educativas de

todos los niveles escolares, asimismo se incluye en la retícula escolar la importancia del uso racional del agua y técnicas para conservarla.

Un informe de la ONU subraya que el acceso a agua limpia y saneamiento en las escuelas es fundamental para garantizar una educación de calidad, especialmente para las comunidades más vulnerables. Iniciativas como las mejoras de infraestructura hídrica en centros educativos no solo contribuyen a la salud y bienestar de los estudiantes, sino que también facilitan la asistencia regular a clase y la inclusión de poblaciones desfavorecidas. Un ejemplo en Costa Rica mostró que el almacenamiento adecuado de agua en las escuelas, junto con instalaciones de saneamiento mejoradas, redujo las interrupciones escolares y mejoró el bienestar general de los alumnos. (ONU,2022).

En México, el uso eficiente del agua es promovido por varias iniciativas oficiales lideradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Entre las principales, destaca el Programa Nacional Hídrico 2020-2024, que tiene como objetivo garantizar el derecho al agua y saneamiento, fomentar el aprovechamiento sostenible del recurso y preservar los ciclos hidrológicos. Este programa incluye acciones para reducir la vulnerabilidad ante inundaciones y sequías, particularmente en comunidades indígenas y rurales

Otra iniciativa es el Programa Nacional de Cultura del Agua, que promueve la educación y participación social para fortalecer la gestión sostenible del agua, este programa fomenta la creación de "Espacios de Cultura del Agua", donde se educa a la población sobre el uso responsable del recurso (CONAGUA,2024)

Contenido, material y métodos

La presente investigación tiene como objetivo principal "identificar las acciones que realizan para cuidar el consumo del agua los estudiantes de nivel superior", así mismo como objetivos particulares, mencionar la principal fuente de consumo de agua en su hogar, y describir la frecuencia con la que toman acciones para el consumo del agua los estudiantes de nivel superior.

Se plantea la pregunta de investigación, ¿los estudiantes de nivel superior realizan acciones para cuidar el consumo del agua?, la cual ayudará a responder los planteamientos realizados en la presente investigación, estableciendo la hipótesis: "los estudiantes de nivel superior de Úrsulo Galván realizan frecuentemente acciones para cuidar el consumo del agua".

Al derivar del proyecto institucional "Uso y manejo del agua en las organizaciones y la sociedad", el proyecto posee un método descriptivo, buscando identificar y describir ampliamente el uso y manejo del agua, combina elementos cualitativos y cuantitativos, dirigida a identificar las acciones que realizan

para cuidar el consumo del agua los estudiantes de nivel superior, así mismo proponer un plan de concientización y aplicación de medidas para mejorar el consumo y protección de un elemento tan esencial para la vida como lo es el agua.

La investigación tiene un corte transversal al proponer realizarse en un tiempo determinado y en una población específica. Como técnica se emplea una entrevista, utilizando como instrumento un cuestionario estructurado tipo escala de Likert con escala de valoración, el cual se aplica a una muestra, obtenida de una población finita identificando solamente a los estudiantes del sistema escolarizado del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, donde se obtiene una muestra mediante el empleo de una fórmula para poblaciones finitas con 95% de confianza y 10% de error, el cual dará el resultado de aplicación. Una vez agotada la muestra establecida se procede al análisis de datos mediante el empleo de hojas de cálculo de Excel y el programa estadística.

Resultados

Del total de la población, se entrevistó a una muestra representativa del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, se obtuvieron los siguientes resultados que permitieron el logro de los objetivos y evaluación de la hipótesis.

Como objetivo particular, donde se les cuestiona cual es la principal fuente de consumo en su hogar, observamos en la Figura 1, que el 89% de los encuestados responde que su principal fuente de consumo es agua de tubería (potable).



Figura 1. principal fuente de consumo para el hogar.

Otro de los objetivos particulares dentro de la investigación: cuestionar a los encuestados sobre la frecuencia con la que toman acciones para el consumo del agua los estudiantes de nivel superior; podemos observar en la Figura 2, que el 41% de la población encuestada realiza frecuentemente

acciones para reducir el consumo del agua, el 32% de la población en una frecuencia de ocasionalmente, acompañado de un 23% muy frecuentemente.

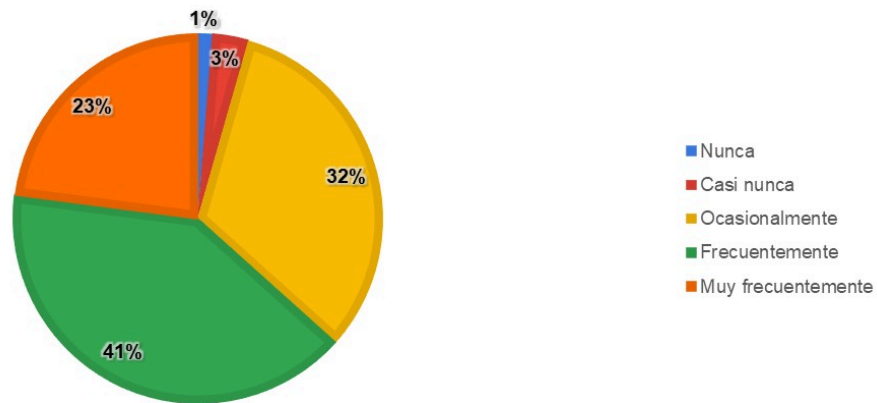


Figura 2. Frecuencia con la que realizan acciones para el consumo del agua.

Para cumplir con el objetivo principal de esta investigación, se le cuestiona a la población estudiantil, sobre las acciones que realizan para cuidar el consumo del agua los estudiantes de nivel superior, observando la figura 3, que las acciones implementadas por los encuestados son: el 51% usa el agua con moderación en sus hogares, el 27% revisa y repara las fugas, y solo el 22% recicla y reutiliza el agua en sus hogares.

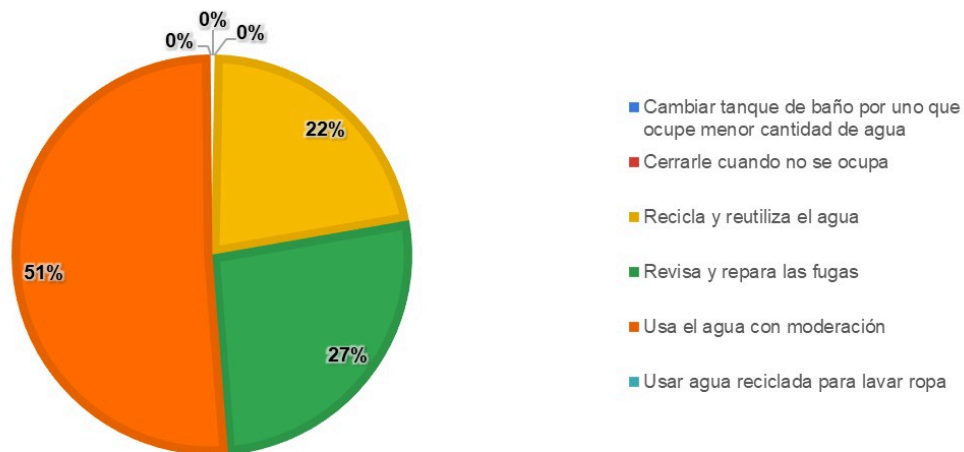


Figura 3. Acciones para cuidar el consumo el agua.

Discusión y conclusiones

Con esto se cumple uno de los objetivos particulares de la investigación el cual era describir la principal fuente de consumo en su hogar en los estudiantes de nivel superior, como lo observamos en la figura 1, la principal fuente de consumo entre los estudiantes de nivel superior es el agua de tubería (potable). El cumplimiento del siguiente objetivo particular, la frecuencia con la que toman acciones para el consumo del agua los estudiantes de nivel superior, en la figura 2, se observa que el porcentaje mayor

se inclina a frecuentemente con un 41% donde se comprueba que los estudiantes de nivel superior si realizan acciones para el consumo del agua.

La aplicación del instrumento permite dar cumplimiento con la pregunta de investigación ¿los estudiantes de nivel superior realizan acciones para cuidar el consumo del agua?, observando en la figura 3, que el porcentaje mayoritario se inclina a la moderación en el consumo del agua con un 51%, así mismo existen diferentes acciones que realizan como lo es revisar y repara fugas el 27% de los encuestados, acompañado del 22% que recicla y reutiliza el agua, se cumple la hipótesis donde se menciona que “los estudiantes de nivel superior de Úrsulo Galván realizan frecuentemente acciones para cuidar el consumo del agua”, pues se observa en la figura 2 que el porcentaje mayoritario corresponde a un 41% donde responden que frecuentemente realizan diversas acciones para cuidar el consumo de agua.

Se pueden considerar recomendaciones que derivan de esta investigación para un estudio posterior, todo lo referente al uso y consumo del agua, abarcando la población de diferentes municipios, en diferente rango de edades, para poder dar recomendaciones a la población en general de cómo realizar un uso eficiente del agua, ya que este elemento es vital para el consumo humano, y para la vida del ser humano. Aportando con esto a la agenda 2030, de la Organización de las Naciones Unidas, enfocándonos principalmente en el objetivo agua limpia y saneamiento la cual busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible para todos.

La recomendación que surge en particular derivado de esta investigación es realizar campañas de sensibilización entre los estudiantes del instituto Tecnológico de Úrsulo Galván donde se fomenten hábitos responsables del consumo de agua tanto en las instalaciones del plantel como en sus hogares para poder tener un impacto de mejora en cada una de sus comunidades.

Asimismo, incluir en la currícula escolar o en alguna actividad extraescolar la importancia del uso racional del agua y las técnicas para conservarla, hay diversas maneras de abordar este tema dentro de las cuestiones educativas, y la facilidad que tenemos como docentes es poder transmitir este mensaje de lo importante que es cuidar este elemento esencial de vida como lo es el agua.

En México se ha sufrido de escasez de agua en algunos estados, la importancia de estos estudios radica en que el individuo tome conciencia y valore la importancia de este líquido esencial para la vida. Programas de gobierno como los que maneja la comisión nacional del agua con su programa cultura del agua permite establecer acciones en materia de cultura del agua fomentando y promoviendo la educación capacitación y participación social para fortalecer la gobernanza hacia la sustentabilidad ambiental con el agua como un eje transversal.

Referencias

- Bernal, A. Y. 2011. Gestión del agua- una preocupación de las empresas ambientalmente responsables. *Revista Universidad y Empresa*, 12 (9) , 87-106. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/View/1300>, consultado 07 julio 2021.
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Pearson.
- Comisión Nacional del Agua. (2024). *Programa Nacional Hídrico 2020-2024*. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/operacion-de-las-acciones-de-cultura-del-agua>.
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Mejoras en el acceso a agua y saneamiento en las escuelas de Costa Rica*. United Nations Office for Project Services. [https://www.developmentaid.org/#203;:contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://www.developmentaid.org/#203;:contentReference[oaicite:0]{index=0})
- Rolland, L. y Vega, C. Y. 2010. *La gestión del agua en México*. *Holis*, 6(2), 155-188. https://www.scielo.org.mx/SciELO.php?script=sci_arttext&pid=S1870-23332010000200006&ING=es&tIng=es. Consultado 15 julio 2021.
- SEMARNAT, S. d. (12 de ENERO de 2023). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de SEMARNAT: <https://www.gob.mx/semarnat>

ANÁLISIS SOBRE LAS PERCEPCIONES ECONÓMICAS DEL HUERTO AGROECOLÓGICO CASERO

GUADALUPE PÉREZ CERVANTES¹

MARÍA DE LOS ÁNGELES ACOSTA SOBERANO²

MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS³

JOSÉ CRUZ MARTÍNEZ VÁZQUEZ⁴

Resumen

Los huertos agroecológicos se consideran como espacios dedicados a impulsar la alimentación sana y accesible al permitir cultivar una variedad de hortalizas y plantas medicinales bajo los principios de la agroecología que favorece practicas amables con el medio ambiente. La presente investigación planteo el objetivo de analizar la percepción de los estudiantes del Instituto Tecnológico Campus Úrsulo Galván respecto a aspectos económicos asociados a la implementación de un huerto agroecológico casero.

Con la finalidad de lograr lo propuesto, se recurrió a la implementación de un instrumento diagnóstico, a partir del cual se recabaron las diferentes respuestas otorgadas por los estudiantes, finalmente se procedió a analizar la información obtenida y se plantearon las conclusiones pertinentes.

Los datos obtenidos a partir de esta investigación permitieron ahondar en los diferentes tipos de impresiones que los alumnos tienen sobre uno de los métodos alternativos y ecológicos mayormente implementados para la producción sustentable de alimentos.

Palabras clave: huertos agroecológicos, costos, sustentabilidad.

Abstract

Agroecological gardens are considered spaces dedicated to promoting healthy and accessible food by allowing the cultivation of a variety of vegetables and medicinal plants under the principles of agroecology, which favor environmentally friendly practices. The objective of this research was to analyze the perception of students from the Instituto Tecnológico Campus Úrsulo Galván regarding the economic aspects associated with the implementation of a home-based agroecological garden.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Guadalupe.pc@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, ángeles.as@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, marco.dr@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, josemv@ugalvan.tecnm.mx

To achieve this goal, a diagnostic instrument was used to collect the different responses provided by the students, and the information obtained was then analyzed, leading to the formulation of relevant conclusions.

The data obtained from this research provided insights into the different types of impressions that students have about one of the most commonly implemented alternative and ecological methods for sustainable food production.

Keywords: Agroecological garden, costs, sustentability.

Introducción

Hoy en día la producción alimentaria se encuentra ante un panorama complejo al enfrentar los múltiples desafíos que el cambio climático ha generado tales como degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y el uso intensivo de los recursos naturales (Hernández, 2020), como una respuesta a esto han surgido alternativas sustentables y sostenibles como los huertos agroecológicos, cuyo principal objetivo es el de integrar los principios de la ecología en la agricultura al promover practicas amigables con el medio ambiente ofreciendo una oportunidad para mejorar la seguridad alimentarias en áreas urbanas y periurbanas en donde el acceso a alimentos saludables y orgánicos puede ser complicado.

Los huertos agroecológicos se caracterizan por fomentar la biodiversidad, el reciclaje de nutrientes y el uso eficiente de recursos como el agua, convirtiéndolo en un sistema de cultivo sustentable y accesible. Estos espacios son funcionales para cultivar una amplia variedad de hortalizas, frutas y plantas medicinales sin utilizar insumos químicos, promoviendo la salud humana y el respeto ambiental, así mismo, los huertos contribuyen a mejorar aspectos asociados a la educación ambiental dado que sensibilizan sobre la importancia de adoptar prácticas agrícolas sostenibles en la vida cotidiana, estos espacios cumplen con funciones ecológicas, sociales y económicas promoviendo así la sustentabilidad (Mendez y Gliessman, 2002).

Por otro lado, en investigaciones previas se ha demostrado que los huertos agroecológicos caseros tienen el poder de satisfacer las necesidades básicas de alimentación familiares y que la comercialización de los recursos producidos en este espacio genera ingresos extras y reduce la dependencia de insumos externos (Colín, *et al.*, 2012).

Por lo tanto, la percepción y aceptación de los huertos agroecológicos por parte de los grupos poblacionales a intervenir resulta esencial, de manera particular en los grupos poblacionales compuestos por jóvenes debido a que serán los futuros tomadores de decisiones y consumidores

En este contexto, la percepción y aceptación de los huertos agroecológicos por parte de la población es clave para su implementación exitosa. En particular, resulta fundamental comprender cómo los jóvenes, quienes serán los futuros tomadores de decisiones y consumidores, valoran estos espacios desde una perspectiva económica y social. Por ello, la presente investigación se planteó como objetivo principal analizar la percepción de los estudiantes del Instituto Tecnológico Campus Úrsulo Galván sobre los aspectos económicos asociados a la implementación de huertos agroecológicos caseros. Este análisis busca explorar no solo las ideas sobre los costos y beneficios de estos sistemas, sino también su potencial para contribuir al bienestar familiar y comunitario.

Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un estudio utilizando un instrumento diagnóstico, que permitió recoger una amplia gama de respuestas de los estudiantes en relación con sus expectativas y experiencias con los huertos agroecológicos. A través del análisis de los datos obtenidos, se buscó identificar tanto los factores que favorecen la adopción de estos huertos como las barreras percibidas para su implementación a nivel individual y colectivo.

Los resultados de esta investigación ofrecen una perspectiva detallada sobre las impresiones que los estudiantes tienen respecto a uno de los métodos alternativos y ecológicos más ampliamente promovidos para la producción sustentable de alimentos. Además, estos hallazgos pueden servir como punto de partida para futuras iniciativas que busquen incentivar la creación de huertos agroecológicos en el entorno estudiantil y familiar, contribuyendo así a un enfoque más consciente y sostenible en la producción de alimentos.

Contenido, materiales y método.

Con la finalidad de lograr el objetivo de la investigación se realizó un diagnóstico participativo que permita identificar las percepciones, conocimientos previos y actitudes de los estudiantes de las carreras de Agronomía y Biología sobre los temas ambientales. Para ello, se utilizará una entrevista estructurada con la finalidad de crear justificaciones claras y concisas respecto al tema

Este tipo de instrumento facilita la adaptación a las respuestas de los participantes, profundizando en los temas según la dirección que tome la conversación. Al optar por una metodología participativa (Rodríguez, 2007), se pretende que los estudiantes no solo brinden información, sino que también reflexionen sobre sus prácticas cotidianas en relación con el medio ambiente.

El diseño de muestra debe garantizar una representación adecuada de los estudiantes, con criterios claros que incluyan factores como género, año académico, y áreas de interés dentro de las carreras. Esto asegurará que las respuestas recojan diversas perspectivas. Tras la recolección de datos, el

análisis se realizará con herramientas estadísticas que permitan generar gráficos y tablas que reflejen la frecuencia y distribución de las respuestas.

Resultados

Respecto a la edad de los participantes (figura 1), se destacó la participación de aquellos alumnos con dieciocho años ya cumplidos, un porcentaje mayoritario del 70.4% son pertenecientes a la carrera de Administración de Empresas (figura 2), se destacó la participación minoritaria de alumnos de la carrera de Industrias Alimentarias.

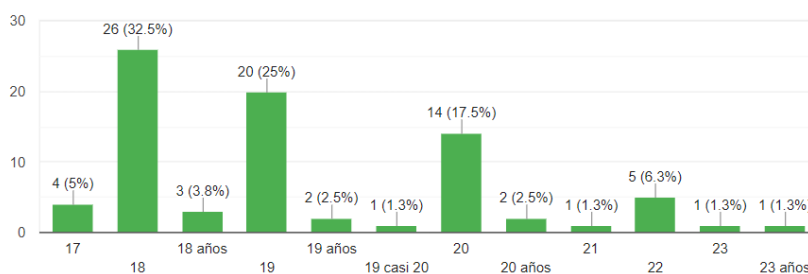


Figura 1. El rango de edad de los participantes osciló entre los 17 y 23 años

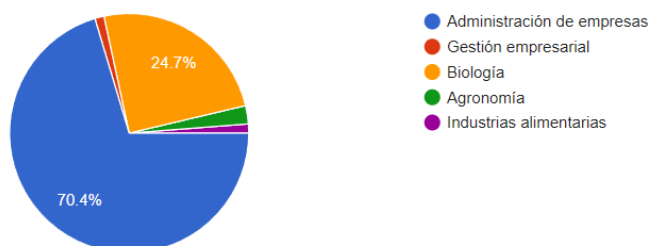


Figura 2. La carrera de Agronomía fue la segunda con un mayor porcentaje de alumnos encuestados. Con la finalidad de determinar sus conocimientos generales se les pregunto si tenían conocimiento de que era un huerto, a lo cual el 97.5% de los participantes respondió de manera afirmativa (figura 3), así mismo, se les cuestiono a los estudiantes respecto a la existencia de un huerto casero en sus hogares, respecto a esto último el 79% respondió de manera negativa (figura 4). Por otro lado, el 55.6% reportó conocer a alguien con un huerto en su hogar (figura 5).

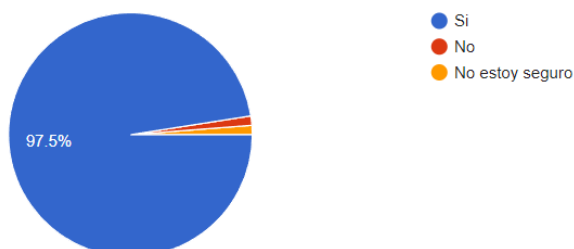


Figura 3. Un porcentaje minoritario reportó no estar seguro si tenían la certeza de que era un huerto.

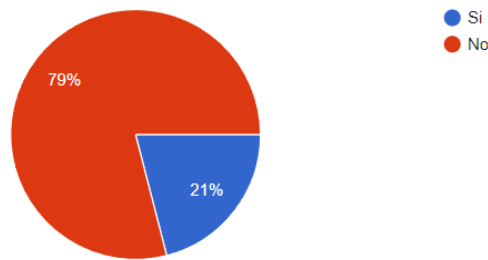


Figura 4. El 21% de los encuestado afirmo tener un huerto en sus hogares

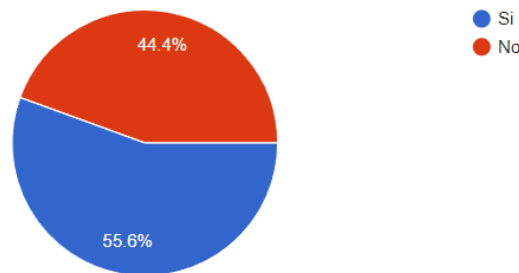


Figura 5. La mayoría de los participantes dijo conocer a alguien con un huerto casero

Sobre los costos asociados a la implementación de un huerto agroecológico casero, el 75,3% expreso que no consideraba que la implementación de uno en su hogar implicara gastos elevados (figura 6), por otro lado, una mayoría del 91.4% opinó que tener un huerto en casa provocaría una reducción en la cantidad monetaria destinada a la compra de alimentos (figura 7).

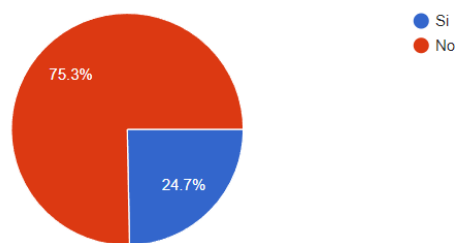


Figura 6. La mayoría considera que los costos asociados a la implementación de un huerto no son elevados.

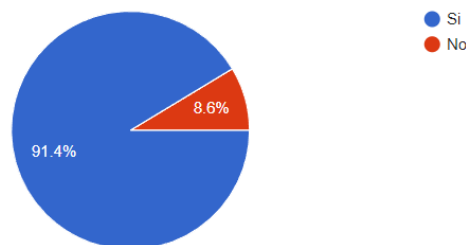


Figura 7. En comparativa, un porcentaje muy reducido opina que la producción de un huerto casero no impactaría en la cantidad destinada a alimentos.

Respecto a los ahorros que el huerto puede generar, se le pregunto a los participantes si consideraban que producir hortalizas en un huerto casero resultaría mayormente conveniente que adquirirlas en el mercado a lo cual se recabaron respuestas divididas dado que fue la mayoría de los participantes, respondió de manera afirmativa representando el 51.9% del total de encuestados, en tanto que el 5% tuvo una opinión contraria, finalmente un 42% dijo no estar seguro respecto al tema (figura 8).

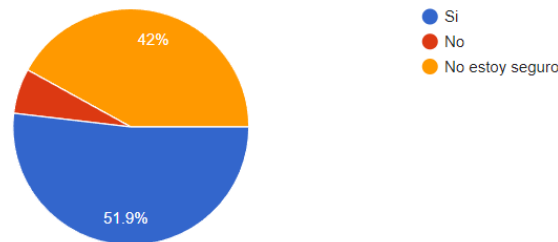


Figura 8. Los participantes tuvieron opiniones divididas sobre los posibles ahorros que el huerto puede generar. Se le pregunto a los participantes si consideraban que la manutención económica a largo plazo de un huerto resultaba viable, el 45.7% respondió de manera afirmativa, se reporta que un 16% dijo no estar seguro de esto (figura 9).

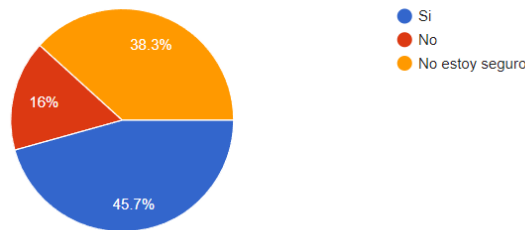


Figura 9. El 16% afirma que no resulta conveniente la manutención a largo plazo de un huerto. También se le pregunto a los participantes sobre si considera que los huertos podrían tener un impacto económico positivo a nivel comunitario, a lo cual un 84% respondió de manera afirmativa (figura 10). Finalmente, se preguntó si consideraban que los huertos podrían fomentar la cultura del ahorro y la sustentabilidad, a este planteamiento el 91.4% de los participantes respondió que sí, en tanto que un 8.6% respondió de forma negativa (figura 11).

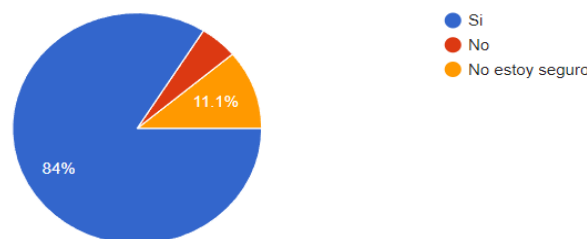


Figura 10. Un porcentaje de los participantes reporto no estar seguro si el impacto económico de los huertos podría ser interpretado como positivo.

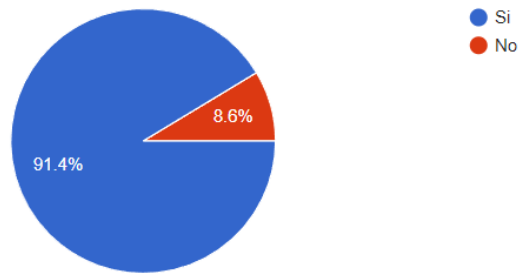


Figura 11. El 8.6% afirmó que los huertos agroecológicos caseros no fomentan el ahorro y la sustentabilidad

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación destacan diversos aspectos relacionados con la percepción de los estudiantes sobre los huertos agroecológicos caseros. En primer lugar, se observó que la gran mayoría de los encuestados (97.5%) tiene conocimiento sobre qué es un huerto, aunque un porcentaje significativo no tiene uno en su hogar, esto muestra una conciencia general sobre el concepto, pero también indica una falta de implementación a nivel personal, posiblemente debido a factores como el espacio o el tiempo necesario para mantener un huerto.

Uno de los hallazgos más relevantes es la percepción sobre los costos. La mayoría de los participantes (75.3%) considera que los costos asociados con la implementación de un huerto no son elevados, no obstante, un porcentaje cree que un huerto podría reducir los gastos en la compra de alimentos, lo cual sugiere que, aunque los estudiantes ven beneficios económicos directos en la instalación de un huerto, aún existen barreras que limitan su implementación a nivel familiar, posiblemente ligadas a la falta de información o experiencia en la gestión de estos espacios.

Respecto a los ahorros, las respuestas fueron divididas dado que el 51.9% considera que es más conveniente producir hortalizas en casa que comprarlas, mientras que el 42% no estaba seguro, esta divergencia en las opiniones denota cierta incertidumbre sobre la rentabilidad a largo plazo de los huertos, lo cual podría estar relacionado con la falta de experiencias previas o casos exitosos en sus entornos cercanos.

Estos resultados refuerzan la idea de que los huertos no solo se ven como una solución individual, sino como una herramienta que puede generar beneficios más amplios dentro de la comunidad, promoviendo hábitos sostenibles y la autosuficiencia alimentaria.

Finalmente, los resultados obtenidos en esta investigación permiten concluir que, aunque existe un amplio conocimiento sobre los huertos agroecológicos caseros y una percepción positiva sobre sus beneficios económicos y comunitarios, su implementación a nivel personal es aún limitada. La mayoría de los estudiantes reconoce los beneficios económicos que estos huertos pueden ofrecer, como la

reducción en los gastos alimentarios y la posibilidad de fomentar una cultura de ahorro. Sin embargo, persisten dudas sobre la viabilidad de los huertos a largo plazo y su rentabilidad en comparación con la compra de alimentos en el mercado.

Uno de los principales retos identificados es la falta de huertos en los hogares, a pesar de que los encuestados consideran que los costos no son elevados. Esto sugiere la necesidad de mayor información o programas educativos que promuevan y faciliten la implementación de huertos en espacios familiares. Además, es fundamental generar experiencias exitosas y cercanas que refuercen la confianza de los estudiantes en la viabilidad de estos proyectos.

Por último, los huertos agroecológicos caseros no solo son percibidos como una solución económica, sino también como una herramienta clave para el desarrollo comunitario y la promoción de prácticas sostenibles. En este sentido, es importante que se fomenten iniciativas que involucren a la comunidad y promuevan una cultura de sustentabilidad, con el objetivo de maximizar los beneficios sociales y económicos de estos espacios.

Referencias

- Colín, H., Cuevas, A. H., & Tradicional, R. E. M. (2012). El Manejo Tradicional y Agroecológico en un Huerto Familiar de México, Como Ejemplo de Sostenibilidad. *Etnobiología*, 10(2), 12-28
- Hernández, Y. (2020). Cambio climático: causas y consecuencias. *Renovat: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Tecnología e Innovación*, 4(1), 38-53.
- Méndez, E. y Gliessman, S. (2002). Un enfoque multidisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 64: 5-16.

IMPORTANCIA DEL REGISTRO DE DATOS DE CAMPO PARA PROYECCIONES DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANO MACHO, USANDO BASES DE DATOS EN UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

GRISELDA RODRÍGUEZ AGUSTÍN¹

YOUSSEF UTRERA VÉLEZ²

JAZMÍN BALDERRABANO BRIONES³

ELIUBI ECHEVERRÍA LANDÍN⁴

Resumen

La base de datos son herramientas fundamentales en la producción agrícola moderna. Su importancia radica en varios aspectos clave que optimizan la gestión, la planificación y la toma de decisiones en el sector. La agricultura ha tenido grandes cambios, pues la implementación de la tecnología ha sido un punto clave para su avance, existen diversas tendencias y desarrollos que han transformado de manera significativa. Un ejemplo de ello lo vemos en esta investigación, con la proyección de la producción del cultivo de plátano macho, pues con esto se puede asegurar la eficiencia y sostenibilidad del sector agrícola, así como garantizar el bienestar económico y social de las comunidades involucradas. Lo anterior, ayuda a los productores y empresas o cooperativas, a planificar mejor su producción y optimizar el uso de recursos como tierra, agua y fertilizantes, reduciendo los costos y maximizando rendimientos. Las empresas que compran y procesan plátano macho pueden ajustar sus estrategias de adquisición, almacenamiento y distribución. Otro de los beneficios es que ayuda a la estabilidad de precios, ya que permite prever la fluctuación de los volúmenes en el mercado, lo que impacta directamente en el valor del producto y garantiza la seguridad alimentaria, mejorando la estabilidad social.

Palabras Clave: Big Data, Análisis Predictivo y Sustentabilidad

Abstract

Databases are fundamental tools in modern agricultural production. Their importance lies in several key aspects that optimize management, planning and decision-making in the sector. Agriculture has undergone great changes, as the implementation of technology has been a key point for its progress; there are various trends and developments that have significantly transformed it. An example of this

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, griselda.ra@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, youssef.uv@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jazmin.bb@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Querétaro, eliubi.el@queretaro.tecnm.mx

can be seen in this research, with the projection of plantain crop production, as this can ensure the efficiency and sustainability of the agricultural sector, as well as guarantee the economic and social well-being of the communities involved. This helps producers and companies or cooperatives to better plan their production and optimize the use of resources such as land, water and fertilizers, reducing costs and maximizing yields. Companies that buy and process plantains can adjust their acquisition, storage and distribution strategies. Another benefit is that it helps price stability, as it allows for the prediction of volume fluctuations in the market, which directly impacts the value of the product and guarantees food security, improving social stability.

Keywords: Big Data, Predictive Analytics and Sustainability

Introducción

El registro sistemático de datos de campo es una práctica esencial en la gestión agronómica de cualquier cultivo, y en el caso del plátano macho (*Musa paradisiaca*), cobra una importancia particular debido a las características específicas de este cultivo en términos de manejo agronómico, requerimientos hídricos, y la susceptibilidad a diversas plagas y enfermedades.

La recopilación y análisis de datos de campo permite establecer una base de datos robusta que facilita la proyección de la producción, un aspecto crucial para la toma de decisiones estratégicas en una unidad de producción, en este caso el PROYECTO UMI-ITUG. Estos datos incluyen, entre otros, información detallada sobre las fechas de siembra, fenología del cultivo, incidencias de plagas y enfermedades, rendimientos por hectárea, condiciones meteorológicas, prácticas de manejo agronómico implementadas, y uso de insumos agrícolas.

Con esta información, es posible modelar el comportamiento del cultivo bajo diferentes escenarios y realizar proyecciones de producción con un alto grado de precisión. Estas proyecciones son fundamentales para optimizar la cadena de suministro, planificar la comercialización, y garantizar un flujo continuo de producto al mercado, ajustando la oferta a la demanda y minimizando riesgos de sobreproducción o escasez y de esta manera tener mejores ingresos económicos.

Además, el uso de bases de datos permite realizar un seguimiento histórico del desempeño de la unidad de producción, identificando tendencias y patrones que pueden influir en la producción futura. Por ejemplo, al correlacionar los datos históricos con las condiciones climáticas y la aplicación de fertilizantes, se pueden establecer recomendaciones específicas de manejo que maximicen el rendimiento del cultivo en ciclos posteriores.

El registro de datos de campo, cuando se utiliza de manera eficiente dentro de una base de datos bien estructurada, es un pilar fundamental en la proyección y optimización de la producción de plátano

macho, asegurando que las decisiones agronómicas estén basadas en datos concretos y relevantes, lo cual es esencial para el éxito y sostenibilidad de la unidad de producción.

Marco teórico

Este cultivo (plátano macho) es cultivado en 16 estados, donde Chiapas, Tabasco y Veracruz se colocaron como los principales productores, pues entre los tres generaron más del 60 por ciento del total de la producción nacional, que fue de dos millones 469 mil toneladas (gob.mx/agricultura/prensa/aumento, 2024).

La producción de plátano en México, la fruta tropical más cultivada en el país y una de las cuatro más importantes en términos globales, aumentó 2.9 por ciento en 2020, al alcanzar dos millones 469 mil toneladas, y ha incrementado su presencia en mercados globales, como China.

Los plátanos son originarios del sudeste asiático, a lo largo del tiempo su cultivo se fue expandiendo hasta que llegó a tierras mexicanas.

En el territorio nacional es cultivado en 16 estados, donde Chiapas, Tabasco y Veracruz se han colocado como los principales productores, pues entre los tres el año pasado generaron más del 60 por ciento del total de la producción nacional, de acuerdo con cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

México es el 12 productor mundial del fruto. El 30 por ciento de esa producción se destina a 43 mercados, principalmente a Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Corea del Sur, Rusia, Italia y Nueva Zelanda. El valor de las exportaciones al cierre de 2020 se ubicó en 274 millones de dólares.

En enero del año pasado salió el primer embarque de plátano mexicano hacia China, con 39 toneladas de la fruta de productores de Tabasco, Colima y Chiapas.

México y el país asiático cuentan con un protocolo fitosanitario para las exportaciones de este producto. China es un mercado potencialmente atractivo para el plátano mexicano, con una población de más de mil 300 millones de personas y un ingreso per cápita promedio de ocho mil dólares anuales. Existen diferentes formas de consumir esta fruta. Por ejemplo, el plátano Macho puede prepararse en platillos dulces y salados, mientras que el Tabasco se come crudo y es considerado dulce. Este último es el de mayor aceptación entre los consumidores (gob.mx/agricultura/prensa/aumento, 2024).

La agricultura moderna evoluciona en varias direcciones al mismo tiempo. Sin embargo, su principal objetivo es hacer uso de las nuevas tecnologías para el sector agrícola con el fin de aumentar el rendimiento de los cultivos mediante una mejor planificación y una gestión más inteligente (agricultura de precisión).

La tecnología agrícola posee unas características que promueven métodos de cultivo más eficientes y sostenibles, ayudando a los agricultores a prosperar en la industria actual. Prácticas probadas, como la rotación de cultivos y otras, como la monitorización de la productividad de los campos mediante imágenes de satélite y programas informáticos específicos para la agricultura, forman parte de lograr la viabilidad de esta práctica (eos.com/es/blog/tecnologías, 2024).

Este fenómeno ofrece a los países en vías de desarrollo la oportunidad de innovar en áreas específicas a través del aprovechamiento de recursos tecnológicos adquiridos. Según la ONU (2019a), esto puede resultar en una especialización tecnológica que les permita mejorar su competitividad en el mercado global.

El cambio técnico en la agricultura es impulsado en gran medida por organizaciones empresariales, tales como las procesadoras de bienes agroindustriales, las empresas de insumos biológicos y los fabricantes de equipos agrícolas. La disponibilidad y adecuada aplicación de tecnología en los cultivos es fundamental para mejorar su rendimiento y calidad. Además, factores como los medios de producción, la mano de obra calificada, la capacidad de innovación, las fuentes de financiamiento, y las relaciones comerciales, junto con mecanismos de aprendizaje y adaptación a las demandas cambiantes del mercado, son esenciales para la gestión efectiva del desarrollo agrícola (Bariklo et al., 2022).

Problemática a resolver

La deficiencia en la recopilación y análisis sistemático de los datos de campo constituye una problemática crítica en la gestión agronómica de la unidad de producción, específicamente en el contexto del PROYECTO UMI-ITUG. La falta de una base de datos robusta limita la capacidad de proyectar de manera precisa la producción, lo cual es esencial para la toma de decisiones estratégicas. Estos datos incluyen variables clave como las fechas de siembra, la fenología del cultivo, la incidencia de plagas y enfermedades, los rendimientos por hectárea, las condiciones meteorológicas, las prácticas de manejo agronómico implementadas y el uso de insumos agrícolas. La ausencia de un análisis exhaustivo de estas variables compromete la eficiencia operativa y la sostenibilidad del proyecto, destacando la necesidad urgente de abordar esta problemática para optimizar la productividad y asegurar una gestión agronómica exitosa.

Objetivos

GENERAL

Desarrollar e implementar un sistema de recopilación y análisis de datos de campo para el PROYECTO UMI-ITUG, que permita establecer una base de datos robusta y confiable, facilitando la proyección precisa de la producción y optimizando la toma de decisiones estratégicas en la gestión agronómica.

ESPECIFICO

1. Diseñar un protocolo estandarizado para la recopilación de datos de campo que incluya fechas de siembra, fenología del cultivo, incidencias de plagas y enfermedades, rendimientos por hectárea, condiciones meteorológicas, prácticas de manejo agronómico y uso de insumos agrícolas.
2. Implementar herramientas tecnológicas y metodologías de análisis de datos que permitan procesar y evaluar de manera eficiente la información recopilada, garantizando la precisión y relevancia de los datos en la toma de decisiones.
3. Establecer un sistema de monitoreo y retroalimentación continua que permita ajustar las estrategias de manejo agronómico en función de los resultados obtenidos, mejorando así la productividad y sostenibilidad del PROYECTO UMI-ITUG.

Marco de referencia

En la actualidad, existe la tendencia de la agricultura de precisión, la cual es simplemente utilizar las herramientas tecnológicas para mejorar los procesos de producción, así también como la gestión económica de los mismos. La agricultura de precisión se ha consolidado como una tendencia clave en la optimización de los sistemas de producción agrícola. Este enfoque integra herramientas tecnológicas avanzadas, como sistemas de información geográfica (SIG), sensores remotos, drones, y plataformas de análisis de datos, con el fin de mejorar la eficiencia en la gestión de los cultivos y la toma de decisiones agronómicas. Estas tecnologías permiten un monitoreo más preciso de variables clave, como la humedad del suelo, la nutrición vegetal y la presencia de plagas y enfermedades, facilitando la implementación de estrategias de manejo site-specific. Además, la agricultura de precisión contribuye a una gestión económica más eficiente, al reducir costos operativos y mejorar el rendimiento productivo mediante la optimización de insumos como fertilizantes, agua y agroquímicos. Con base a lo anterior tenemos, como muestras la plataforma FertiGlobal: la cual se enfoca en el acompañamiento del proceso del cultivo del plátano. Otras plataformas como la que utiliza sensores para la agricultura han allanado el camino para la digitalización de las explotaciones agrícolas. De

hecho, detectan datos fundamentales que permiten evaluar el estado de salud de los cultivos: seguido de análisis y comparaciones, brindan la posibilidad de planificar intervenciones específicas.

El uso de estos datos en el proceso de toma de decisiones reduce el uso de trabajo humano en los campos, asegurando una mayor calidad en las operaciones, como las actividades de monitorizado, además de limitar el uso de recursos.

El uso de sensores, permite registrar y obtener numerosos datos relacionados con los cultivos (por ejemplo, la humedad de las hojas) y el entorno circundante (valores de humedad del aire, temperatura y velocidad del viento). La disponibilidad de estos datos preparó el terreno para la difusión de modelos de predicción para evaluar y estimar el crecimiento de los cultivos y la presencia de enfermedades de las plantas (agricolus.com, 2024).

En general, la monitorización (automatización) de los parámetros proporcionados por sensores, ya sean posicionados en el campo (in situ), ubicados en tractores o drones, tiene numerosas ventajas: mejorar la productividad reduce la pérdida de producto y ahorrar energía. Lo anterior ayuda a planificar los métodos de intervención de forma profesional y precisa para mantener constantes las condiciones óptimas de producción. En el sector agrícola, el uso de un sistema de sensores permite facilitar y mejorar el cultivo tanto en campo abierto como en invernadero, además de simplificar operaciones como el almacenamiento y el transporte.

Para dar algunos ejemplos, basta pensar en el sensor que, instalado dentro de la cosechadora, pesa la cantidad de grano que se recolecta y geolocaliza los datos, para crear mapas de rendimiento; o los sensores proximales que colocados en la maquinaria permiten una distribución de dosis de fertilizantes variable.

También los sensores que permiten recopilar información detallada y en tiempo real sobre las condiciones de humedad del suelo, permitiendo así una óptima gestión del riego y evitando estrés al cultivo.

El campo de aplicación de los sensores es muy amplio: los sensores registran datos y transmiten las medidas tomadas en tiempo real, para permitir también su gestión de forma remota (Figura 1. agricolus.com, 2024).

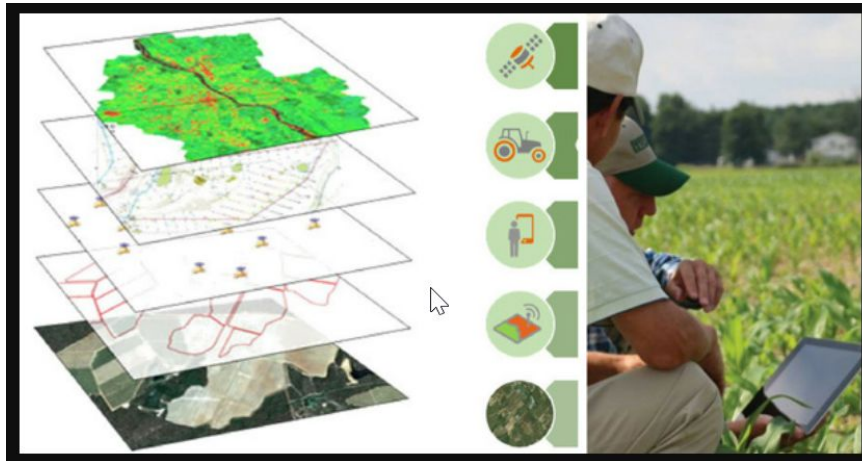


Figura 1. Aplicación de los sistemas de georreferenciación (agricolus.com, 2024)

Las tecnologías de registro de datos en la producción agrícola desempeñan un papel crucial para lograr una agricultura más eficiente y sostenible, permitiendo una toma de decisiones basada en información precisa y oportuna. Estas tecnologías, integradas en la agricultura de precisión, permiten monitorear, almacenar y analizar grandes cantidades de datos relacionados con las condiciones del cultivo, los recursos utilizados y el entorno agroecológico.

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los SIG permiten georreferenciar las parcelas agrícolas, lo que facilita el análisis espacial de las variaciones dentro de un mismo campo. A través del uso de mapas de rendimiento, datos de suelos y modelos predictivos, los agricultores pueden identificar áreas específicas que requieren atención diferenciada, como zonas de bajo rendimiento o áreas propensas a plagas o enfermedades.

Sensores y monitoreo remoto

Los sensores de suelo y ambientales proporcionan datos en tiempo real sobre la humedad, la temperatura, la salinidad y los nutrientes presentes en el suelo. Estos dispositivos, que pueden estar fijos en campo o integrados en drones, ayudan a realizar un monitoreo constante sin necesidad de intervención humana directa. De esta manera, los agricultores pueden ajustar riegos y fertilizaciones según las necesidades exactas del cultivo, mejorando la eficiencia y reduciendo el uso de recursos.

Drones y satélites

Los drones y los satélites, equipados con cámaras multiespectrales, permiten realizar imágenes detalladas del cultivo. Estas imágenes, procesadas a través de software especializado, proporcionan información sobre la salud de las plantas, el estado nutricional, el estrés hídrico y la presencia de plagas. El análisis de estos datos facilita la implementación de estrategias de manejo localizado, lo que permite ahorrar insumos y mejorar la productividad en tiempo y forma, así como en recursos.

Internet y automatización

El uso de la tecnología es fundamental, En la agricultura consiste en conectar dispositivos como sensores, sistemas de riego y maquinaria a una red que permite el control remoto y la automatización de procesos. Por ejemplo, un sistema de riego automatizado conectado a sensores de humedad puede activarse solo cuando es necesario, optimizando el uso del agua y reduciendo costos. El registro y análisis de datos a través de estas tecnologías facilita una producción agrícola más inteligente y eficiente. Al integrar estos sistemas, los productores pueden optimizar la utilización de recursos, reducir el impacto ambiental y maximizar el rendimiento de sus cultivos, lo que se traduce en una gestión más rentable y sostenible.

Plataformas de Big Data y análisis predictivo

El procesamiento de grandes volúmenes de datos recolectados mediante las tecnologías mencionadas es fundamental para la toma de decisiones. Las plataformas de Big Data y el análisis predictivo permiten no solo interpretar los datos, sino también prever tendencias futuras, como cambios climáticos, la aparición de enfermedades o el rendimiento esperado del cultivo. Estas herramientas permiten desarrollar modelos de simulación que ayudan a anticipar y mitigar problemas antes de que afecten la producción.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo este proyecto, se realizaron visitas cada 15 días en las instalaciones de la Unidad de Manejo Integral (UMI), ubicada en los terrenos del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, (Figura 2), y se tomaron datos específicos para el cálculo del rendimiento de las plantas de platano macho,



Figura 2. Macrolocalización del área del experimento(UMI-ITUG).

(googlemaps.com. 2023)

Los valores que se registraron para conocer o calcular el rendimiento de la producción, fue la cantidad de plantas por surco o melga, la fecha de inicio de floración, el desarrollo del racimo, la cantidad de manos o pencas por racimo, y al momento de corte se realizó el registro del peso por fruta y por racimo,

para obtener un promedio general y hacer los cálculos a futuro sobre la producción, con base a esa densidad de siembra.

Se trabajaron dos parcelas con diferente densidad de siembra entre ellas, el manejo agronómico fue similar durante todo el ciclo de investigación, como el control fitosanitario y la nutrición, limpieza de maleza y riegos oportunos. El muestreo que se realizó para este estudio fue no destructivo, de observación y, solamente al momento de la cosecha se procedió al corte por fruto, para los cálculos antes mencionados.

Se utilizaron hojas de campo para el registro de los valores de estudio, marcadores de tinta permanente para la anotación de datos sobre la planta y racimos, con la finalidad de no perder la información. Todo el proceso de observación fue visual hasta el tiempo de cosecha, en el que se utilizó una báscula, una cinta flexible, machetes y elementos menores para la colecta de los datos. Con los valores de campo obtenidos, se vaciaron a una hoja de cálculo para procesar la información y poder analizar los valores y así determinar el pronóstico de rendimiento de cosecha.

Resultados y recomendaciones

A continuación, se mostrarán datos y resultados de campo en el proyecto UMI-ITUG. (Cuadro 1).

Parcela 1. Número de plantas: 61					
Fecha	Núm planta	Núm. hojas	Núm. Frutas	Observaciones	Temperatura
09/09/2023	1	7	32		DE 26 A 28°C
30/09/2023	1	7	32		DE 40 A 45°C
	2	8	0	PITONEA BELLOTA	
04/10/2023	1	7	32		DE 35 A 45°C
	2	8	9	BELLOTA ABRIENDO	
	3	10	0	PITONEA BELLOTA	
09/10/2023	1	7	32		DE 35 A 40°C
	2	8	18	BELLOTA ABRIENDO	
	3	10	0	BELLOTA	
14/10/2023	1	7	32		DE 23 A 30°C
	2	8	32	BELLOTA ABRIENDO	
	3	10	12	BELLOTA ABRIENDO	
21/10/2023	1	7	32		DE 25 A 35°C
	2	8	41	FINALIZO DE ABRIR	
	3	10	29	BELLOTA ABRIENDO	
	4	8	0	BELLOTA	
28/10/2023	1	7	32		DE 23 A 30°C
	2	8	41		
	3	10	47	FINALIZO DE ABRIR	
	4	8	12	BELLOTA ABRIENDO	
11/11/2023	1	0	0	COSECHA VIENTO	DE 22 A 29°C
	2	8	41		
	3	10	47		
	4	8	38	FINALIZO DE ABRIR	
	5	13	0	PITONEA BELLOTA	
18/11/2023	1	0	0		DE 19 A 27°C
	2	8	41		
	3	10	47		
	4	8	38		
	5	13	0	BELLOTA	

Cuadro 1. Datos de campo Parcela 1.

Nota: Elaboración propia.

Parcela 2		Número de plantas: 68				
Fecha	Núm planta	Núm. hojas	Núm. Frutas	Observaciones	Temperatura	
09/09/2023	1	8	34		DE 26 A 28°C	
	2	10	19			
	3	8	13			
	4	9	8	BELLOTA ABRIENDO		
	5	9	9	BELLOTA ABRIENDO		
30/09/2023	1	11	34		DE 40 A 45°C	
	2	10	19			
	3	8	13			
	4	9	15	FINALIZO DE ABRIR		
	5	9	15	BELLOTA ABRIENDO		
	6	10	0	PITONEA BELLOTA		
04/10/2023	1	11	34		DE 35 A 45°C	
	2	10	19			
	3	8	13			
	4	9	15			
	5	9	22	BELLOTA ABRIENDO		
	6	10	0	BELLOTA		
09/10/2023	1	11	34		DE 35 A 40°C	
	2	10	19			
	3	8	13			
	4	9	15			
	5	9	27	BELLOTA ABRIENDO		
	6	10	8	BELLOTA ABRIENDO		
	7	11	0	BELLOTA		
14/10/2023	1	11	34	COSECHA VIENTO	DE 23 A 30°C	
	2	10	19	COSECHA VIENTO		
	3	8	13			
	4	9	15			
	5	9	43	FINALIZO DE ABRIR		
	6	10	10	BELLOTA ABRIENDO		
	7	11	11	BELLOTA ABRIENDO		
	8	11	0	PITONEA BELLOTA		
	9	10	0	PITONEA BELLOTA		
21/10/2023	1	0	0		DE 25 A 35°C	
	2	0	0			
	3	9	13			
	4	10	15	COSECHA VIENTO		
	5	9	43			
	6	10	22	BELLOTA ABRIENDO		
	7	11	28	BELLOTA ABRIENDO		
	8	11	11	BELLOTA ABRIENDO		
	9	10	18	BELLOTA ABRIENDO		
	10	9	0	PITONEA BELLOTA		
28/10/2023	1	0	0		DE 23 A 30°C	
	2	0	0			
	3	9	13			
	4	0	0			
	5	9	43			
	6	10	27	FINALIZO DE ABRIR		
	7	11	34	FINALIZO DE ABRIR		
	8	11	33	FINALIZO DE ABRIR		
	9	10	10	BELLOTA ABRIENDO		
	10	9	9	BELLOTA ABRIENDO		
	11	9	0	BELLOTA		
	12	10	0	PITONEA BELLOTA		
11/11/2023	1	0	0		DE 22 A 29°C	
	2	0	0			
	3	0	0	COSECHA VIENTO		
	4	0	0			
	5	9	43			
	6	11	27			
	7	0	0	COSECHA VIENTO		
	8	11	33			
	9	10	35	FINALIZO DE ABRIR		
	10	9	21	BELLOTA ABRIENDO		
	11	9	11	BELLOTA ABRIENDO		
	12	10	0	BELLOTA		

18/11/2023	1	0	0		DE 19 A 27°C
	2	0	0		
	3	0	0		
	4	0	0		
	5	9	43		
	6	11	27		
	7	0	0		
	8	11	33		
	9	10	35		
	10	9	27		
	11	9	19	BELLOTA ABRIENDO	
	12	10	12	BELLOTA ABRIENDO	

Cuadro 2. Datos de campo Parcela 2.

Nota: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los datos parciales que se utilizaron para proyectar el análisis del pronóstico de producción, y poder estimar el rendimiento para el mercado del cultivo de platano según la Parcela 1 UMI-ITUG (Cuadro 3).

Parcela 1 Núm de plantas: 61		
Racimo con 33 Frutas en promedio	Núm de frutas	Kg.
Peso por Unidad	1	0.26
Peso por Mano	10	2.6
Peso por Racimo	33	8.58

Cuadro 3. Datos de la Parcela 1.

Nota: Elaboración propia.

Con base a los resultados obtenidos de la Parcela 1, tenemos que según el diseño de siembra, la densidad de plantación es de la siguiente manera: 20 surcos por hectarea, con 61 plantas-racimo, y con un peso promedio de 8.58 kg, estos datos ayudaron a calcular el rendimiento que permitió pronosticar un volumen de corte de 10, 467.6 kg en el primer ciclo de cosecha.

Parcela 2. Núm de plantas: 68		
Racimo con 33 Frutas en promedio	Núm de frutas	Kg.
Peso por Unidad	1	0.25
Peso por Mano	12	3
Peso por Racimo	35	8.75

Cuadro 4. Datos de la Parcela 2.

Nota: Elaboración propia.

Para la Parcela 2, los resultados obtenidos fueron 68 racimos con un peso promedio de 8.75 Kg, lo que permitió pronosticar un volumen de corte de 11,900 kg, para el primer ciclo de cosecha.

Estos calculos, ademas de dar un estimado de la producción, ayuda a proyectar fechas de siembra para encontrar los mejores precios en el mercado, y hacer rentable el proyecto de siembra de este cultivo, de ahí la importancia del registro de los datos de producción.

Conclusiones

La incorporación de tecnologías avanzadas en la agricultura ha transformado profundamente las prácticas agronómicas modernas, estableciendo un nuevo paradigma en la forma de manejar los cultivos, optimizar recursos y mejorar la sostenibilidad de las actividades agropecuarias. El desarrollo y uso de sensores, el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el análisis de datos están modificando la agricultura tradicional, permitiendo una gestión más precisa y eficiente de los recursos naturales y productivos. En este contexto, la adopción de estas tecnologías no solo es una opción, sino una necesidad para enfrentar los desafíos actuales y futuros de la agronomía esto se aúna al poder de la informática y para aquellos que piensan que esta desligado, pues no es así, cada vez es más importante esta área del conocimiento en la agricultura.

Una de las aplicaciones más prometedoras de la IA en la agricultura, es la capacidad de predecir la aparición de plagas y enfermedades. El análisis de grandes volúmenes de datos, también conocido como Big Data, permite identificar patrones que de otra forma pasarían desapercibidos. Los algoritmos de la IA pueden analizar datos meteorológicos, históricos y de rendimiento para predecir las mejores épocas de siembra, cosecha, así como anticipar eventos climáticos adversos, como sequías o heladas. De esta manera, los agricultores pueden tomar medidas preventivas antes de que el problema se vuelva incontrolable.

Sin duda la incorporación de la tecnología en la agricultura ,generará varios desafíos a pesar de las claras ventajas, el costo inicial de implementación es uno de los mayores obstáculos para los pequeños y medianos agricultores, y sin embargo la tecnología ofrece propuestas de soluciones que mejorarán la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad de los sistemas agrícolas.

Referencias

- Bariklo, J., Martínez, L., & Zárate, P. (2022). *Innovación y desarrollo agrícola en la era de la tecnología*. [Fuente].
- CEPAL. (2017). *La tecnología y la economía global*. [Fuente].
- García, M. (2020). *Ciencias agrícolas emergentes y su impacto global*. [Fuente].
- Munyua, H., Kimenye, L., & Wanjiku, J. (2009). *Data-Driven Agriculture: Future Perspectives*. [Fuente].
- ONU. (2019a). *Innovación tecnológica y competitividad en países en desarrollo*. [Fuente].
- Pinto, A., Rodríguez, E., & Sánchez, M. (2021). *Tecnologías digitales y su impacto en la agricultura*. [Fuente].
- Satini, P., Kumar, S., & Patel, V. (2017). *Agricultural Challenges in the Face of Environmental Change*. [Fuente].

<https://www.agricolus.com/wp-content/uploads/2018/05/agricoltura-di-precisione.jpg>

<https://www.hispatec.com/productos/efemis/>

<https://www.agricolus.com/es/tecnologias/sensores-para-la->

[agricultura/?_gl=1*mf5yp*_up*MQ..*_ga*MTUxMzcyOTMuMTcyNTgzNTU3MA..*_ga_F745L6X7J7*MTcyNTgzNTU2OS4xLjAuMTcyNTgzNTU2OS4wLjAuMA](https://www.agricolus.com/es/tecnologias/sensores-para-la-agricultura/?_gl=1*mf5yp*_up*MQ..*_ga*MTUxMzcyOTMuMTcyNTgzNTU3MA..*_ga_F745L6X7J7*MTcyNTgzNTU2OS4xLjAuMTcyNTgzNTU2OS4wLjAuMA).

<https://www.gob.mx/agricultura/prensa/aumento-2-9-por-ciento-produccion-de-platano-mexicano-en-2020?idiom=es>

<https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/>

<https://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/1951-importancia-del-cultivo-de-platano>

PROPUESTA DE INNOVACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIAL “MACETAS BIODECO”

MONTSERRAT ACOSTA CADENAS¹

CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ²

ANA GRACIELA PÉREZ SOLÍS³

YAMILETH JACOME BLANCO⁴

MIGUEL DE JESUS REBOLLEDO ROGEL⁵

CORAL LIZZETTE RAMOS MENDEZ⁶

Resumen

La búsqueda constante de soluciones innovadoras hacia diversos alcances con las necesidades del ser humano, se plantea sobre esta propuesta un proyecto cuyo objetivo es el diseño y producción de macetas biodegradables a base del bonote (que es la fibra de coco, que se obtiene como residuo de la industria de los frutos del coco).

Los medios de producción agrícola de la zona centro del Estado de Veracruz, tal como lo es la Zona de Chachalacas, particularmente se logra en la integración y bienestar familiar, favoreciendo los mercados locales, regionales y nacionales, así mismo realizando una sostenibilidad ambiental.

Así mismo, una educación y conciencia ambiental, generando beneficios para el ecosistema y ventajas en análisis costo-beneficio y análisis de factibilidad, haciendo de esta propuesta una innovación tecnológica viable.

Palabras Clave: macetas biodegradables, diseño sustentable, responsabilidad social, coco.

Abstract

The constant search for innovative solutions towards diverse scopes with the needs of human beings, a project is proposed based on this proposal whose objective is the design and production of biodegradable pots based on coir (which is coconut fiber, which is obtained as waste). of the coconut industry).

The means of agricultural production in the central zone of the State of Veracruz, such as the Chachalacas Zone, are particularly achieved in family integration and well-being, favoring local, regional and national markets, as well as achieving environmental sustainability.

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, carolina.mg@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, ana.ps@ugalavan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, l22885468@ugalavan.tecnm.mx

⁵ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, l22885548@ugalavan.tecnm.mx

⁶ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, l22885591@ugalavan.tecnm.mx

Likewise, environmental education and awareness, generating benefits for the ecosystem and advantages in cost-benefit analysis and feasibility analysis, making this proposal a viable technological innovation.

Introducción

La creciente preocupación por el cambio climático y la degradación del medio ambiente ha impulsado una búsqueda constante de soluciones innovadoras en diversos campos. Uno de los sectores con mayor impacto ambiental es la agricultura, que a menudo depende del uso de plásticos para la producción, almacenaje y distribución de sus productos. En este contexto, las macetas tradicionales de plástico han sido identificadas como un problema crítico, debido a su lenta degradación y su contribución a la acumulación de desechos no biodegradables.

Este artículo presenta el proyecto "Macetas Biodeco", una propuesta que busca ofrecer una solución a esta problemática mediante la fabricación de macetas biodegradables elaboradas a partir del bonote, un subproducto de la industria del coco. El proyecto no solo aborda aspectos ambientales, sino también sociales y económicos, promoviendo la integración familiar y el fortalecimiento de mercados locales en la región de Veracruz.

Antecedentes

Las macetas biodegradables han ganado atención en los últimos años debido a su capacidad para reducir el impacto ambiental. Entre los materiales más utilizados para este fin se encuentran las fibras vegetales, como el bonote, que es la fibra que se extrae de la cáscara del coco. El bonote tiene propiedades naturales que lo hacen ideal para su uso en macetas, como su alta retención de agua, su capacidad para permitir la aireación de las raíces y su degradabilidad en el suelo en un periodo relativamente corto en comparación con el plástico.

La región de Playa Chachalacas, en el estado de Veracruz, presenta condiciones ideales para la producción de coco, lo que convierte al bonote en un recurso accesible y sostenible para la creación de productos agrícolas ecológicos. Este proyecto se enmarca dentro de la **Agenda 2030** para el Desarrollo Sostenible, particularmente en su **Objetivo 12**: garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Metodología

La metodología para la elaboración de las macetas biodegradables se divide en varias fases:

1. **Obtención del bonote:** La materia prima principal es el bonote, un subproducto que se obtiene durante el proceso de extracción de la pulpa del coco. Este residuo es colectado de las industrias locales que procesan el fruto del cocotero (*Cocos nucífera*).
2. **Procesamiento de la fibra:** El bonote es sometido a un tratamiento mecánico y térmico para descomponer las fibras y hacerlas más manejables. Posteriormente, las fibras son moldeadas y comprimidas para formar macetas de diferentes tamaños.
3. **Secado y endurecimiento:** Las macetas moldeadas se dejan secar al aire libre o en hornos controlados para asegurar que mantengan su forma y dureza. Durante este proceso, no se utilizan aditivos químicos que puedan comprometer la biodegradabilidad del producto.
4. **Evaluación de la calidad:** Se realizan pruebas de durabilidad, retención de agua y permeabilidad del aire para asegurar que las macetas cumplen con los estándares de calidad requeridos. Las macetas Biodeco tienen una vida útil de entre 4 y 10 años, en contraste con las macetas de plástico, cuya descomposición puede tardar más de 100 años.

Resultados

Los primeros resultados del proyecto han sido alentadores, destacándose los siguientes aspectos:

- **Incremento de la sostenibilidad local:** La producción de macetas a base de bonote ha permitido una reducción significativa en el uso de plásticos dentro de la comunidad agrícola local. Además, ha incentivado el uso de un subproducto del coco que anteriormente era desechado.
- **Impacto ambiental positivo:** Las macetas biodegradables se descomponen de manera natural en el suelo, reduciendo la acumulación de desechos plásticos y contribuyendo a la fertilidad del terreno. Además, la fibra de coco permite una mejor aireación de las raíces, lo que favorece el crecimiento de las plantas.
- **Aceptación y satisfacción del consumidor:** Los viveros y agricultores que han utilizado las macetas Biodeco han reportado una alta satisfacción, destacando la calidad del producto y su contribución a la mejora del ecosistema local.
- **Mejora de la economía en Playa de Chachalacas:** El proyecto ha generado empleo en la región, particularmente para familias que se dedican al cultivo del coco y a la manufactura de las macetas. Este impacto socioeconómico ha favorecido el bienestar de la comunidad.

Discusión

El éxito de las macetas Biodeco refleja la importancia de integrar el conocimiento tradicional con la innovación tecnológica para crear soluciones sostenibles a los problemas ambientales. La región de Playa de Chachalacas se ha beneficiado no solo desde un punto de vista económico, sino también ambiental, ya que el proyecto ha logrado reducir la dependencia de productos plásticos en la agricultura y jardinería.

A nivel global, esta propuesta podría ser replicada en otras regiones productoras de coco, ampliando el impacto positivo de la iniciativa. La utilización de recursos locales y sostenibles como el bonote es clave para lograr una economía circular que favorezca tanto a los productores como al medio ambiente. Sin embargo, existen desafíos a considerar. Uno de los principales retos es la escalabilidad del proyecto, ya que la producción de macetas biodegradables a gran escala requiere de una infraestructura adecuada y de una demanda constante. Asimismo, es necesario continuar educando a los consumidores sobre los beneficios de optar por productos biodegradables en lugar de plásticos convencionales.

Conclusiones

El proyecto "Macetas Biodeco" representa una innovación tecnológica y social que aborda directamente la necesidad de soluciones sostenibles en la agricultura. A través del uso de bonote, se ha logrado desarrollar un producto ecológico que reduce la contaminación plástica y mejora la calidad de los cultivos. El impacto positivo de esta propuesta no solo se refleja en términos ambientales, sino también en la mejora de la economía local y en la promoción de una conciencia ecológica entre los productores y consumidores.

La continuidad y expansión de este proyecto dependerá en gran medida del apoyo institucional, la inversión en infraestructura y la difusión de sus beneficios a nivel global. En este sentido, las políticas públicas orientadas a la sostenibilidad deben jugar un rol clave en la promoción de este tipo de iniciativas.

Referencias

Sudhakar, M., Doble, M., & Murthy, P. S. (2018). Biodegradation of coconut coir and other natural fibers. *Journal of Polymers and the Environment*, 26(4), 1896-1910.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s10924-018-1187-7>

Gómez, R. A., Gutiérrez, J. F., & Jiménez, L. P. (2019). Evaluación del uso de materiales biodegradables en la horticultura sostenible. *Sustainable Agriculture Reviews*, 37, 53-74.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s40558-019-00169-1>

Khan, R. A., & Ahmed, N. (2020). Sustainability of natural fiber composites in construction and agriculture. *Journal of Cleaner Production*, 275, 124061.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124061>

Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J., & Vom Saal, F. S. (2009). Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1973-1976.

DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0314>

Elango, N., & Devika, R. (2021). Technological innovations for sustainable agriculture. *Journal of Environmental Management*, 294, 113080.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113080>

Islam, M. S., & Nitu, S. (2017). Effects of biodegradable plant containers on plant growth and the environment. *Journal of Environmental Science and Technology*, 14(4), 34-47.

DOI: <https://doi.org/10.3923/jest.2017.34.47>

Brodhagen, M., Peyron, M., Miles, C., & Inglis, D. A. (2015). Biodegradable plastic agricultural mulches and key features of microbial degradation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(3), 1039-1056.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-014-6267-5>

Fuente: Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2002). Sustainable bio-composites from renewable resources: Opportunities and challenges in the green materials world. *Journal of Polymers and the Environment*, 10(1), 19-26.

DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021013921916>

Anexos



Bonote

El proceso de Elaboración

PROMOTOR DE CRECIMIENTO PARA HORTALIZAS, ELABORADO A BASE DE DESECHOS DE CÍTRICOS

JAZMÍN VILLEGAS NARVÁEZ¹

LÁZARO GABRIEL TRUJILLO JUÁREZ²

JAIRO NABOR CAMPOS SOSORBE³

Resumen

Los promotores de crecimiento a base de pectinas promueven el desarrollo saludable de las plantas, lo que se traduce en un aumento en el rendimiento de los cultivos (García et al., 2020) y contribuyen a mejorar la calidad nutricional de los productos cosechados para optimizar la evolución de los cultivos (Fernández & Gutiérrez, 2020). El objetivo del presente trabajo es analizar y diseñar un modelo de negocio sostenible en donde nuestra propuesta de valor sea un producto agrícola sostenible, con impacto social para los productores de hortalizas y minimizando el impacto ambiental asociado con el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas.

El producto de Oligrowth se enfoca en una innovación en el cambio climático, ya que se encarga de ayudar al crecimiento, el cuidado del suelo y la reducción de químicos mortales a las plantas de hortalizas, en este trabajo se presentará el modelo de negocio sostenible en donde se mostrará el equilibrio económico, ambiental y social.

Palabras clave: Modelo de negocio, Cambio climático, sostenible

Abstract

Growth promoters based on pectins promote healthy plant development, which translates into an increase in crop yield (García et al., 2020) and contribute to improving the nutritional quality of harvested products to optimize crop evolution (Fernández & Gutiérrez, 2020). The objective of this work is to analyze and design a sustainable business model where our value proposition is a sustainable agricultural product, with social impact for vegetable producers and minimizing the environmental impact associated with the excessive use of fertilizers and pesticides.

Oligrowth's product focuses on an innovation in climate change, since it is responsible for helping growth, soil care and the reduction of deadly chemicals to vegetable plants. In this work, the sustainable business model will be presented where the economic, environmental and social balance will be shown.

Keywords: Business model, Climate change, sustainable

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Jazmin.vn@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, lazaro.tj@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, I21884951@ugalvan.tecnm.mx

Introducción

Los oligogalacturónidos consisten en una cadena lineal de moléculas de ácido galacturónico unida por enlaces α -1-4. Estas macromoléculas se localizan en la porción pectina que constituye la pared celular de las plantas y en condiciones naturales se liberan de la pectina mediante la acción de enzimas pectinas de la propia planta o proveniente de los microorganismos que invaden los tejidos vegetales. Ellos pueden regular la síntesis y acción de algunas hormonas, y distintos procesos de organogénesis y crecimiento en las plantas. (Lara acosta, Falcon Rodríguez, y Costales Menéndez, 2018).

Los Oligogalácturonidos ejercen los mismos beneficios en las plantas en comparación con los reguladores de crecimiento (ácido indolbutírico), dentro de los cuales se encuentran la inducción de mecanismos defensivos y la estimulación de crecimiento vegetal, con la ventaja adicional de ser inocuos al medio ambiente. (Hernández, et al, 2006). Consisten en una cadena lineal de moléculas de ácido galacturónico unida por enlaces α -1-4. Estas macromoléculas se localizan en la porción pectina que constituye la pared celular de las plantas y en condiciones naturales se liberan de la pectina mediante la acción de enzimas pectinas de la propia planta o proveniente de los microorganismos que invaden los tejidos vegetales. Ellos pueden regular la síntesis y acción de algunas hormonas, y distintos procesos de organogénesis y crecimiento en las plantas (Acosta et la, 2018).

En las zonas de Martínez de la torre, una fuente de producción que se abunda es la plantación y cosecha de cítricos como el limón, naranja, mandarina, están fuerte su comercialización y consumo de estos, que generan grandes cantidades de desechos, haciendo así la reutilización de estos residuos como las cascaras para transformarlos en la obtención de un bioactivo oligogalacturónidos vía enzimática), de acuerdo con su composición y nutrientes.

Si tomamos la producción promedio de cítricos en Veracruz en los últimos cinco años (aproximadamente entre 2.5 y 3.5 millones de toneladas anuales) y aplicamos el porcentaje de desperdicio del 20%, podemos estimar que entre 500,000 y 700,000 toneladas de cítricos podrían haber sido desperdiciadas anualmente en Veracruz durante este período.

Nuestro proyecto impacta en los siguiente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) también conocidos como Agenda 2030:

- Objetivo 12: Producción y Consumo Responsables. El uso de OG en la agricultura promueve prácticas más sostenibles y responsables. Estos compuestos, derivados de materiales naturales y biodegradables, ayudan a disminuir la dependencia de insumos agrícolas sintéticos y reducen los residuos tóxicos en el medio ambiente. (Riley et al., 2019).
- Objetivo 13: Acción por el Clima. Al mejorar la eficiencia y la resiliencia de los cultivos, los OG contribuyen a la mitigación del cambio climático. (Raja, 2017).

- **Objetivo 15: Vida de Ecosistemas Terrestres.** El uso de OG promueve la salud del suelo y la biodiversidad. Al mejorar la estructura del suelo y fomentar la actividad microbiana beneficiosa, estos compuestos contribuyen a la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres. (Chen et al., 2018).

Es un promotor de crecimiento para las hortalizas, elaborado a base de desechos de cítricos como las cascara (Toronja) en la obtención del bioactivo (Oligogalácturonidos) que emplea funciones benéficas como al crecimiento en raíces y el follaje. Los promotores de crecimiento a base de pectinas ofrecen una solución innovadora para mejorar la calidad y productividad de los cultivos agrícolas.

Estos productos están diseñados para estimular el desarrollo de las plantas, promoviendo un crecimiento más rápido y saludable (López & Pérez, 2018). El objetivo principal de estos promotores de crecimiento es aumentar el rendimiento de los cultivos, proporcionando a los agricultores una herramienta amable con el ambiente (Martínez, 2019).

Al mejorar la salud de las plantas y aumentar su resistencia a enfermedades y estrés ambiental, estos productos contribuyen positivamente a la sostenibilidad y rentabilidad en el sector agrícola (Hernández, 2021).

El efecto positivo de los promotores de crecimiento a base de pectinas se refleja en diversos aspectos, como el incremento en el tamaño y peso de los frutos, de los productos cosechados y la reducción en el uso de agroquímicos (Fernández & Gutiérrez, 2020). Su aplicación ofrece beneficios tangibles tanto para los agricultores como para el medio ambiente, posicionándolos como una opción prometedora en el sector agrícola actual (González, 2017).

Contribuye en las acciones en el cambio climático en ; Reducción del uso de químicos sintéticos, Biodegradabilidad y reducción de residuos, Promoción de la salud del suelo. Fomento de la agricultura sostenible y Reducción de la huella de carbono.

Nuestro producto está destinado a empresas Agrícolas que se dediquen al cultivo de hortalizas, para que todo cuidado de las plantas de hortalizas vaya con un crecimiento notable y mejorado, pero a la vez también lleva un cuidado al suelo ya que hay químicos que te pueden llegar a dañar los suelos, pero con oligrowth te ayudara al cuidado del suelo.

El producto de Oligrowth se enfoca en una innovación en el cambio climático, ya que se encarga de ayudar al crecimiento, el cuidado del suelo y la reducción de químicos mortales a las plantas de hortalizas, también tomar en cuenta que los productos sean más rentables.

Los promotores de crecimiento de pectinas, al ser derivados de compuestos naturales presentes en los cítricos, pueden tener un impacto positivo en el medio ambiente en comparación con los productos

químicos sintéticos utilizados en la agricultura. Formas en las que estos promotores de crecimiento pueden influir en el ambiente:

- Biodegradabilidad
- Menor impacto en la biodiversidad
- Menor contaminación del agua
- Reducción del impacto en la salud humana
- Fomento de prácticas agrícolas sostenibles

Beneficio de un promotor de crecimiento a base de pectina

- Fijación de nitrógeno atmosférico: Algunas bacterias promotoras de crecimiento pueden fijar nitrógeno del aire, lo que proporciona un nutriente esencial para las plantas. (Cherlinka, 2022)
- Solubilización de minerales: Las bacterias pueden solubilizar minerales como el fósforo, haciéndolos más disponibles para las plantas. (Pineda, 2014)
- Síntesis de fitohormonas: Las fitohormonas como auxinas, citocininas y giberelinas son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Lagos, 2017)
- Biocontrol de fitopatógenos: Algunos microorganismos pueden proteger a las plantas contra enfermedades causadas por patógenos. (Carreón & Galino Fentanes, 2007)
- Estos efectos pueden llevar a un aumento en la productividad y sostenibilidad de los cultivos, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y promoviendo prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente.
- El uso de promotores de crecimiento a base de pectinas puede tener varios impactos ambientales, tanto positivos como negativos: (Ulibarry, 2019).

Impactos Positivos:

- Reducción de residuos: Al utilizar pectinas derivadas de desechos agrícolas, se puede disminuir la cantidad de residuos que terminan en vertederos. (Pinto Leal, Sanchez Castillo, & Cañon Zamudio , 2023)
- Sostenibilidad: La obtención de pectinas a partir de fuentes renovables y su uso en promotores de crecimiento puede contribuir a prácticas agropecuarias más sostenibles.

Impactos Negativos:

- Consumo de recursos: El proceso de extracción y purificación de pectinas puede requerir el uso de agua y energía, lo que podría tener un impacto en el medio ambiente si no se gestiona adecuadamente (Pinto Leal, Sanchez Castillo, & Cañon Zamudio , 2023)

Diagnostico estratégico

Factores internos: Contamos con accesibilidad de insumos en el estado de Veracruz, en la zona de Martínez de la Torre cuenta con empresas dedicadas a los cítricos, nuestro recurso humano con los estudiantes y apoyo de nuestro tecnológico para la realización del producto dentro del laboratorio, y probando en un entorno real.

Factores externos: Nuestra principal amenaza es la percepción del cliente y las complicaciones que pudiéramos tener con las alianzas del proveedor, así como cumplir con las leyes de la disposición de residuos en nuestro estado.

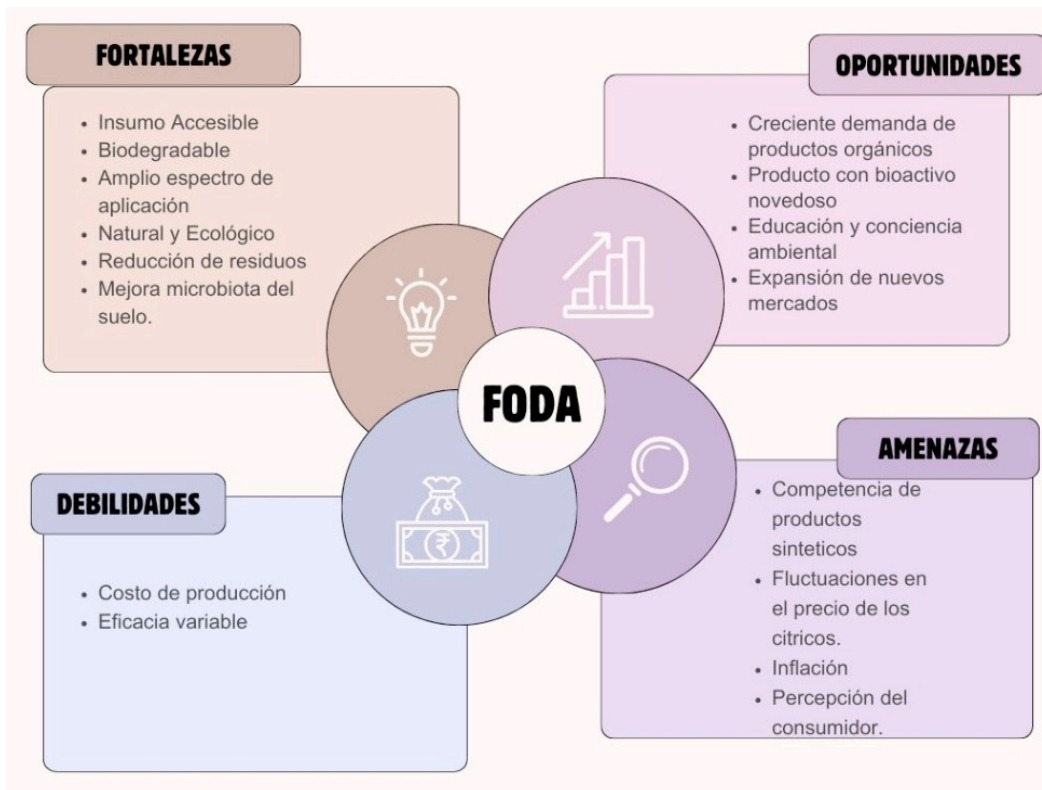
Se anexa en las imágenes el FODA, el PESTEL y un análisis de factores del PESTEL con oportunidades y amenazas.

Tabla No. 1: Análisis PESTEL del producto Oligrowth



Nota: Se realizó un análisis de los factores políticos, económicos, sociocultural, tecnológico, ecológico y legal. Fuente propia

Tabla No. 2: Análisis FODA



Nota: Se realizó un análisis FODA (Factores internos y externos). Fuente propia

Conclusión

Mercado consumidor :

El comportamiento del agricultor cada día tiene mas conciencia de daño que causan los productos químicos del campo al suelo, ambiente y ser humano por lo que la tendencia es el uso de bioproductos que ayudan a la protección del medio ambiente.

Segmento de mercado

Mercado Geográfico: El estado de Veracruz, ubicado en la región este de México, tiene una geografía y clima diversos que permiten la producción de una amplia variedad de hortalizas. Su clima varía desde cálido y húmedo en la costa hasta templado en las áreas más altas. Estas condiciones son ideales para el cultivo de diferentes tipos de hortalizas. Como; Chiles, Tomate, Cebolla, Pepino, Calabacita, Zanahoria, Lechuga, Rábano y Espinaca.

Las hectáreas destinadas al cultivo de hortalizas en el estado de Veracruz son aproximadamente de 15,000. En la región costera central de Veracruz, caracterizada por un clima cálido subhúmedo, con temperaturas promedio que facilitan el cultivo de ciertas hortalizas. En esta zona, las condiciones climáticas y de suelo son ideales para la producción de; Chiles, Tomate, Cebolla, Calabacita y Pepino.

Mercado potencial:

En México Aproximadamente 150,000 productores están dedicados a la producción de hortalizas en todo el país. Este número incluye tanto productores independientes como aquellos que operan en empresas agrícolas y a hombres y mujeres que se centran en productos ecológicos para el cultivo de hortalizas de manera sustentable en el Estado de Veracruz.

Teniendo en cuenta que en todo el país se cuenta con aproximadamente 20 millones de hectáreas sembrada para hortalizas.

Mercado meta:

En Veracruz Hay alrededor de 8,000 productores dedicados a la producción de hortalizas y tomando en cuenta con nuestra encuesta, nosotros tenemos un mercado objetivo con 540 hectáreas. Este número incluye productores que se enfocan en cultivos específicos como chiles, tomate, cebolla, pepino, entre otros, en diferentes regiones del estado. El promotor de crecimiento va destinado en su mayoría a agricultores en su mayoría hombres mayores de 40 años de edad en región centro golfo para iniciar y al estado de Veracruz, debido a que está principalmente enfocado en el sector agrícola. Tomando en cuenta que aproximadamente 5,400 hectáreas fueron destinadas a la siembra de hortalizas.

Se anexa un mapa de empatía enfocado en el Buyer person , un esquema de la segmentación de mercado y un esquema del mercado potencial hasta el mercado objetivo.

Tabla No. 3: Buyer person



Nota: Fuente propia

Tabla No. 4: Análisis de mercado



Nota: Fuente propia

Identificamos los requerimientos que conforman la producción e infraestructura de una Biofabrica para los promotores de crecimiento.

Recursos Materiales y Maquinarias industriales; 7 Tanque Agitador, 4 Sedimentador, 3 Secador de bandejas, 2 Molino de martillo, 2 Tamizador, 1 Centrifuga, 1 Filtro y 2 Fregaderos industriales.

Materiales; 4 Matraz de balón de dos bocas, 4 Condensador lineal, 12 Sujetadores "rings" 24/40, 3 Bomba sumergible, 4 Recipiente de plástico, 8 Mangueras de látex, 1 Matraz aforado, 1 Filtro, 4 Matraz Erlenmeyer con rosca y tapa de baquelita, 4 Vaso de precipitado 500 ml, 10 Tubo de ensayo con rosca y tapa de baquelita, 8 Barra agitadora (mosquito), 5 Franelas y 4 Termómetros

Insumos; Agua destilada, Ácido sulfúrico, Etanol sin desnaturalizar 96°, Celulasa, Pectinasa, Buffer de acetato de sodio de 50Mm, Etiqueta, Envase.

Mobiliario y equipo; 8 Anaquel de stock, 2 Mesas de laboratorio, 3 Escritorios, 6 Sillas de oficina, 4 Computadoras, 3 Impresoras y Papelerías,

Mano de obra:

De 7 a 8 personas laborando.

Capacidad de producción

La capacidad máxima que puede producir nuestra biofabrica de producción del promotor de crecimiento OLIGROWTH es de 1200 envases por semana teniendo cuenta el tiempo necesario para

cada proceso y la obtención del producto, así como también la capacidad de trabajadores necesarios, obteniendo así 4,800 unidades mensuales y en el primer año 57,600.

Proceso de producción

El proceso de producción se inicia desde la recepción de la materia prima (cascaras de cítricos) lo cual serán almacenados en un área especial, posterior a ello se procede con el proceso del producto los cuales son: Extracción de aceite, Hidrolisis acida, Precipitación de pectinas, Secador, Molienda, Tamizado, Hidrolisis enzimática, Centrifugación, Filtro y Finalmente pasa por el área de envasado, control de calidad y almacenamiento para su posterior venta.

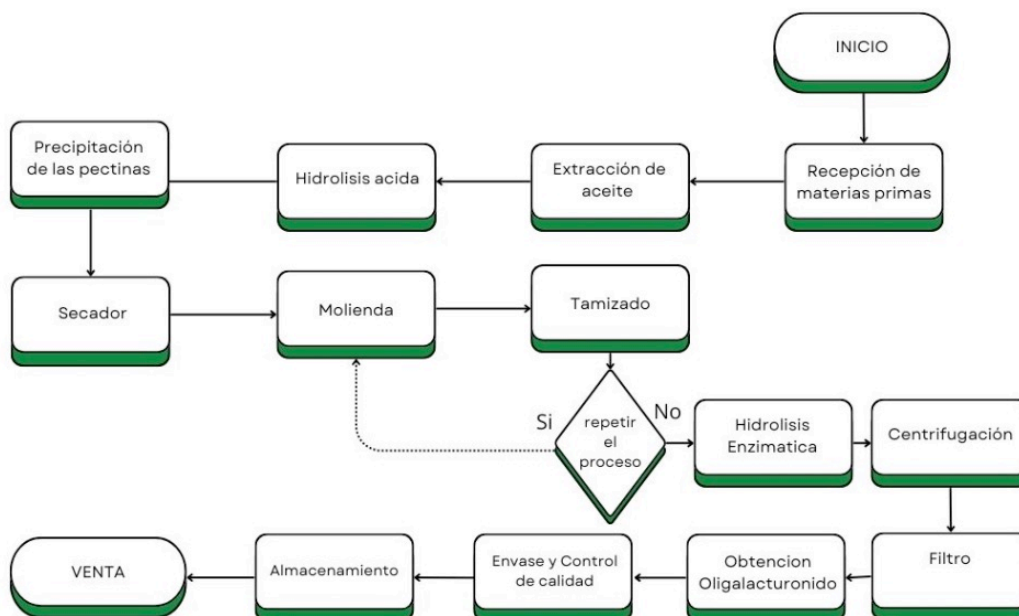
Distribución de la planta

La instalación de la planta está distribuida en áreas de acuerdo a dicho proceso y su complejidad hablamos que existen 7 áreas destinadas al proceso de producción:

Extracción de aceite e hidrolisis acida, Precipitación de pectinas, Secador, Molienda y tamizado, Hidrolisis enzimática y Centrifugación, Filtro y otras 6 áreas correspondientes: Área de descarga, Área de almacenamiento de materias primas, Área de oficinas administrativas, Área de servicios, Área de almacenamiento de productos terminados, y el Área de carga. Se anexa el diagrama de flujo.

Tabla No. 5: Diagrama de flujo

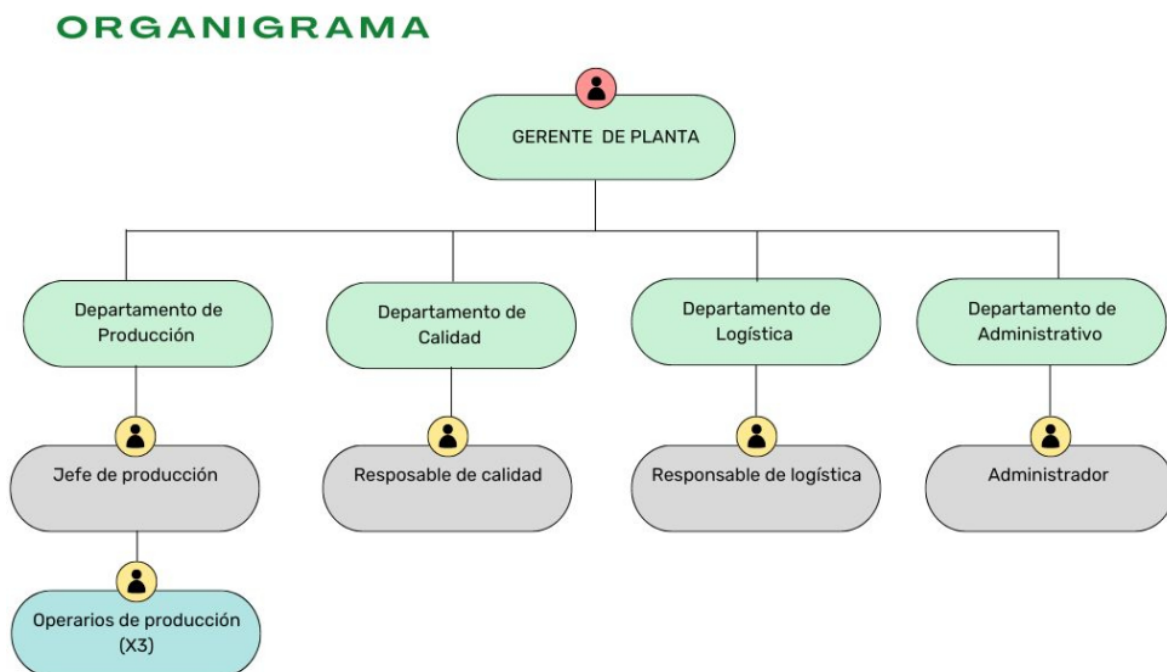
**DIAGRAMA DE FLUJO
"OLIGROWTH"**



Nota: Fuente Propia

Dentro de la organización existen niveles que conforman a la estructura organizacional dentro de OLIGROWTH los cuales parten desde el gerente de la planta y se desglosan 4 departamentos: departamento de Producción; teniendo así dos niveles por debajo que son el jefe de producción y los Operarios de la producción. Departamento de Calidad; teniendo a un responsable de calidad. Departamento de Logística; teniendo a un responsable de logística. Departamento Administrativo; teniendo a un contador o administrador. Tomando en cuenta lo indispensable para una biofabrica de producción con trabajadores de 7 a 8 trabajadores. Se anexa organigrama de la empresa propuesta.

Tabla No. 6: Organigrama



Nota : Fuente propia

Se quiere una inversión de \$2,826,855.96, teniendo como costo para 1LT de oligrowth de \$222.90. Nuestros Costos y gastos son \$1,211,946.00 para solventar equipos y herramientas, el pago de servicios y salarios de los trabajadores. Capital de trabajo se necesita de \$1,356,000.00 para solventar el primer año en papelería, insumos, el pago de servicios y salarios requeridos para la producción del producto.

Se espera \$4,586,400.00 de ingresos en el primer año; en el año 2 de \$4,815,720.00; para el año 3 de \$5,056,506.00. En cuanto a Egresos en el primer año de \$2,406,556.80; para el año 2 de \$2,526,884.64; y para el año 3 de \$2,653,228.87.

Nuestro punto de equilibrio respecto al precio del producto de 1 LT por \$390 es de 981.4 unidades, que garantiza el cumplimiento de los requerimientos del financiamiento. Se calculo de VAN, B/C Y TIR

con una tasa de descuento del 10% dando como resultado que el VAN es de \$7,621,712.55, la TIR de 87.56% y un B/C de 1.61.

Nuestro proyecto se considera viable porque los indicadores financieros son positivos y se recupera la inversión en los primeros dos años

Referencias

- Bernardo, M. A., & Alejandra, N. G. (2015). Efecto de un producto bioactivo compuesto por oligogalacturónidos como mitigador del estrés hídrico en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L). <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/459>
- Chen, H., Li, X., & Deng, Z. (2018). Pectin-derived oligosaccharides and their biological activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(18), 4755-4765.
- Danurys Acosta, M.Cs. Daimy Menéndez, Dr.C. Alejandro Falcón, (2018). Los oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000200020
- Fernández, A., & Gutiérrez, B. (2020). Effects of pectin-based growth promoters on tomato yield and quality. *Journal of Agricultural Science*, 45(2), 213-225.
- García, R., et al. (2020). Pectin-based growth promoters: A novel approach to enhancing crop productivity. *Agricultural Innovation Journal*, 12(3), 87-102.
- Johnston, C. S., & Packer, J. C. (2019). Sustainable production and use of pectin from fruit waste. *Food Science and Nutrition*, 59(8), 13-19.
- Raja, N. (2017). Pectin: A natural polymer for agricultural applications. *Agricultural Sciences*, 8(9), 100-108.
- Riley, A., Smith, D., & Fridman, J. (2019). Environmental impact of biodegradable polymers in agriculture. *Journal of Environmental Management*, 230, 58-63.
- Sinha, A., & Fridman, J. (2020). Soil health and sustainable agriculture: The role of natural polymers. *Soil Biology and Biochemistry*, 145, 107802.

REUTILIZACIÓN DEL AGUA COMO ESTRATEGIA DE CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE EN LOS MUNICIPIOS DE ACTÓPAN Y ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ

LOIDA MELGAREJO GALINDO¹

VÍCTOR EMMANUEL HIGAREDA ARANO²

DOREIDY MELGAREJO GALINDO³

ROSALÍA JANETH CASTRO LARA⁴

Resumen

En la actualidad la reutilización es una estrategia que se propone constantemente para aprovechar considerablemente componentes o productos, con la finalidad de utilizarlos en una misma o diferente actividad para la cual fueron fabricados, esto trae consigo beneficios tales como aprovechamiento máximo de la producción, reducción de costos, pero principalmente la conservación y cuidado del medio ambiente.

Como se menciona se puede reutilizar productos y componentes, el hacerlo es de impacto positivo, sin embargo, hay elementos que por su uso y necesidad se hace cada día más relevante y casi obligatorio realizarlo, tal como lo es el agua, al ser un elemento indispensable para la subsistencia y como se ha notado, cada día más escaso y limitado. Pese a ello, se tiene la ventaja de ser un elemento que puede reutilizarse y recuperarse.

De acuerdo a lo anterior, se desarrolla la presente investigación titulada “Evaluación del uso y manejo del agua en las organizaciones y en la sociedad”, con el objetivo específico de evaluar la frecuencia de reutilización del agua como estrategia de cuidado del medio ambiente en los municipios de Actópan y Úrsulo Galván, Veracruz. Se implementa una metodología descriptiva, con corte cuantitativo y cualitativo donde se empeló una encuesta con ayuda de un cuestionario estructurado a los habitantes de los municipios mencionados, con la firme intención de lograr el objetivo propuesto, así mismo comprobar la hipótesis de trabajo la reutilización del agua es una estrategia de cuidado del medio ambiente que se implementa frecuentemente por los habitantes de los municipios de Actópan y Úrsulo Galván, Veracruz.

Palabras clave: Desarrollo social, cultura, sostenibilidad.

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

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

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

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. rjaneth.cl@ugalvan.tecnm.mx

Abstrac

Currently, reuse is a strategy that is constantly proposed to take considerable advantage of components or products, with the purpose of using them in the same or different activity for which they were manufactured, this brings benefits such as maximum use of production, reduction of costs, but mainly the conservation and care of the environment.

As mentioned, products and components can be reused, doing so has a positive impact, however, there are elements that, due to their use and necessity, become more relevant every day and almost obligatory to do so, such as water, as it is an element essential for subsistence and, as has been noted, increasingly scarce and limited. Despite this, it has the advantage of being an element that can be reused and recovered.

According to the above, this research entitled "Evaluation of the use and management of water in organizations and society" is developed, with the specific objective of evaluating the frequency of water reuse as a strategy for caring for the environment in the municipalities of Actópan and Úrsulo Galván, Veracruz. A descriptive methodology is implemented, with a quantitative and qualitative nature, where a survey was used with the help of a structured questionnaire to the inhabitants of the aforementioned municipalities, with the firm intention of achieving the proposed objective, as well as verifying the working hypothesis of water reuse. It is an environmental care strategy that is frequently implemented by the inhabitants of the municipalities of Actópan and Úrsulo Galván, Veracruz.

Keywords: Economy, Sustainability, Organizational development.

Introducción

El hablar de reutilización implica beneficios de aprovechar los recursos y materiales en general, hoy en día es una de las alternativas efectivas para el aprovechamiento de los recursos, reducción de desechos y minimizar el impacto ambiental negativo.

La estrategia de reutilización cada día es mas recomendable, por los beneficios que conlleva, aún más cuando implica a elementos o recursos de vital importancia como lo es agua.

El notable desarrollo alcanzado por la reutilización planificada del agua, especialmente en países con recursos hídricos suficientes, se ha debido tanto a la necesidad de ampliar los abastecimientos de agua como a la exigencia de mejorar las formas de gestión de los vertidos de aguas depuradas.

Las actuaciones de reutilización de aguas depuradas no deben contemplarse aisladamente y en función exclusiva del beneficio que pueda producir en el usuario. Las aguas regeneradas deben considerarse como un recurso no convencional, cuya gestión debe incluirse en una planificación integral de los recursos hídricos, que tenga en cuenta los aspectos económicos, sociales y

medioambientales. La reutilización puede incrementar los usos del agua ya utilizada, aumentando la disponibilidad de recursos hídricos. En este sentido, la mejora de la calidad de los efluentes es el elemento clave en el aprovechamiento y la gestión del agua. (Melgarejo, 2009, p. 48)

Los beneficios de la reutilización se manifiestan principalmente en el incremento de los recursos disponibles, teniendo en cuenta, además, que frente a otros recursos alternativos, las aguas regeneradas tienen unas importantes ventajas: son un recurso estable al estar condicionado por el abastecimiento y en zonas costeras este aumenta en verano; es más barato que los trasvases o la desalinización, ya que consume menos energía que los anteriores métodos de incremento de la oferta. (Melgarejo, 2009, p. 52)

La reutilización de las aguas es en sí un fenómeno real, un hecho constatado y empleado en todo el mundo y a lo largo de la historia de la humanidad. Desde la antigüedad los núcleos poblacionales siempre dieron importancia no solo a disponer de un volumen determinado de agua, sino que también se buscaba que esta tuviera la suficiente calidad. Sin embargo, hasta el siglo XIX no se puso de manifiesto la necesidad de una adecuada gestión del agua residual como medio de protección de la salud pública. (Navarro & Zamudio, 2016 p.81).

De acuerdo a lo anterior, ante la escasez del agua y la importancia de su reutilización se hace eminente, es necesario realizar estudios respecto a las estrategias de reutilización y frecuencia de la misma, en la zona costera central del estado de Veracruz, específicamente en este caso se toman como referencia a los municipios de Actopan y Úrsulo Galván, mismos que son referentes de lugares con gran afluencia turística y con presencia de cuerpos de agua, pero que pese a esto se tiene referencia de escasez del líquido para desempeño de actividades cotidianas, agrícolas y comerciales, aun cuando se cuenta rodeado del vital líquido, pero quizá sin las características necesarias y adecuadas para su uso o consumo. Se realiza el presente estudio con la finalidad de identificar la reutilización del agua, por la sociedad en sus viviendas y en las organizaciones.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla de acuerdo al objetivo específico de evaluar la frecuencia de reutilización del agua como estrategia de cuidado del medio ambiente en los municipios de Actopan y Úrsulo Galván, Veracruz. Como parte de avances de resultado del proyecto de investigación titulado Evaluación del uso y manejo del agua en las organizaciones y en la sociedad, mismo que posee un método descriptivo, el cual busca identificar y describir ampliamente el uso y manejo del agua en organizaciones y viviendas de la sociedad en la zona costera central del estado de Veracruz.

La investigación emplea métodos cualitativos y cuantitativos, está dirigida a identificar la reutilización del agua por las personas y organizaciones en municipios de Actópan y Úrsulo Galván en el estado de Veracruz.

La investigación es transversal al realizarse en un tiempo determinado y en una población específica. Como objeto de estudio se consideran a las de los municipios mencionados, y como como sujeto de estudio a los integrantes de las organizaciones y los habitantes de dicha zona. Como técnica se emplea una entrevista, donde se utiliza como instrumento un cuestionario estructurado, tipo escala de Likert con escala de valoración y opción múltiple, el cual se aplica a una muestra, obtenida de una población finita identificada con en la página de Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) para las organizaciones; así mismo se aplicará la técnica de encuesta a las personas o sociedad de la zona donde se considera la población de acuerdo a los datos presentados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020).

Las muestras se obtuvieron mediante el empleo de una fórmula para poblaciones finitas, con 95% de confianza y 10% de error. Una vez cumplida la muestra establecida, se procede al análisis de datos mediante el empleo de hoja de cálculo Excel.

En el presente, se consideran avances de la investigación donde se pretende cumplir el objetivo antes especificado y así evaluar la hipótesis propuesta.

Resultados

De acuerdo a las encuestas aplicadas y al análisis de daros referente a la temática de reutilización del agua en los municipios de Actopan y Úrsulo Galván, se obtuvieron los siguientes resultados:

Referente a la frecuencia de reutilización del agua para un segundo en los hogares del municipio de Actopan Veracruz, se identificó que el 38% lo realiza frecuentemente, el 32%indico que ocasionalmente, e 21% muy frecuentemente la reutiliza, el 8%casi nunca y el 1% indicó que nunca. (figura 1)

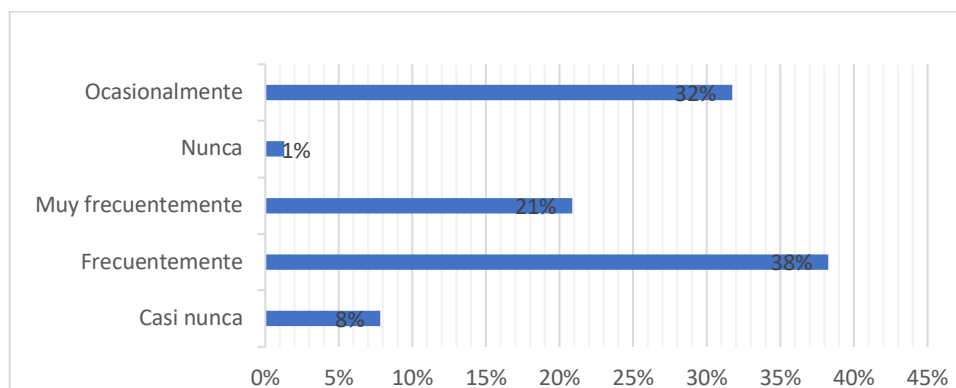


Figura 1: Frecuencia de reutilización del agua en lo hogares del municipio de Actopan, Veracruz.

En las organizaciones del mismo municipio de Actopan, se obtuvieron las siguientes respuestas el 29% indicó que frecuentemente, 24% ocasionalmente, 17% indicó que casi nunca la reutilizan y 15% muy frecuentemente, así mismo 15% indicó nunca reutilizar el agua en la organización. (Figura 2)

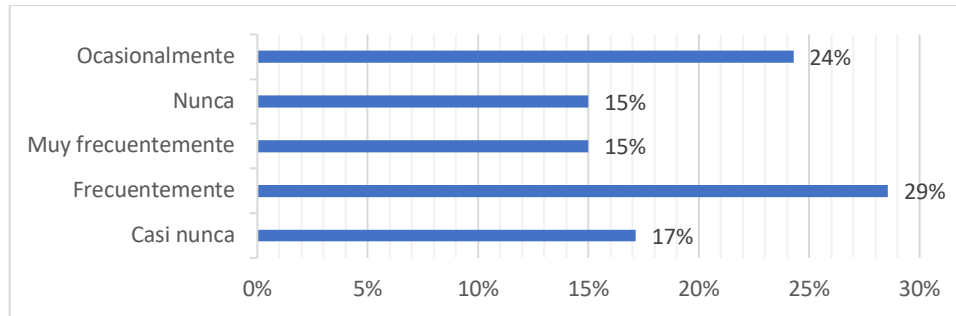


Figura 2. Frecuencia de reutilización del agua en las organizaciones del municipio de Actopan, Veracruz.

En la temática de reutilización del agua en los hogares, del municipio de Úrsulo Galván se obtuvieron los siguientes resultados, el 37% de los encuestados indicaron que ocasionalmente reutilizan el agua, el 33% específico que frecuentemente, el 20% especificó que muy frecuentemente, el 8% específico casi nunca reutilizarla y el 2% indicó que nunca. (figura 3)

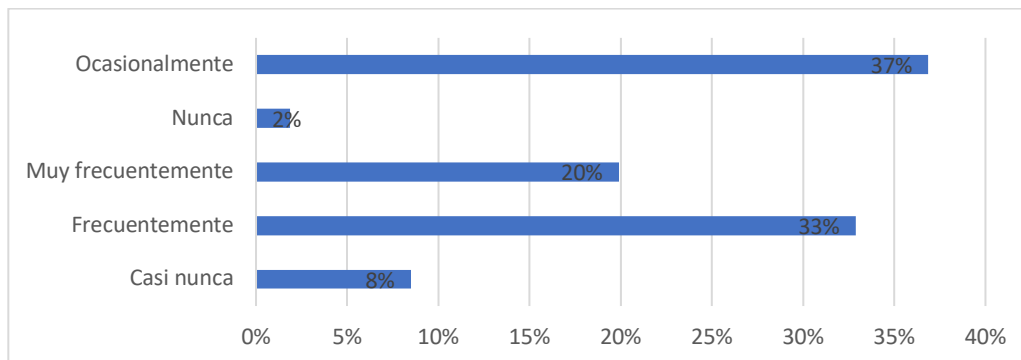


Figura 3. Frecuencia de reutilización del agua en los hogares del municipio de Úrsulo Galván, Veracruz.

Finalmente, la reutilización del agua en las organizaciones del municipio de Úrsulo Galván, el mayor porcentaje 25% específico que ocasionalmente la reutilizan, el 23% específico que nunca, 21% casi nunca, 19% frecuentemente y 13% muy frecuentemente. (Figura 4)

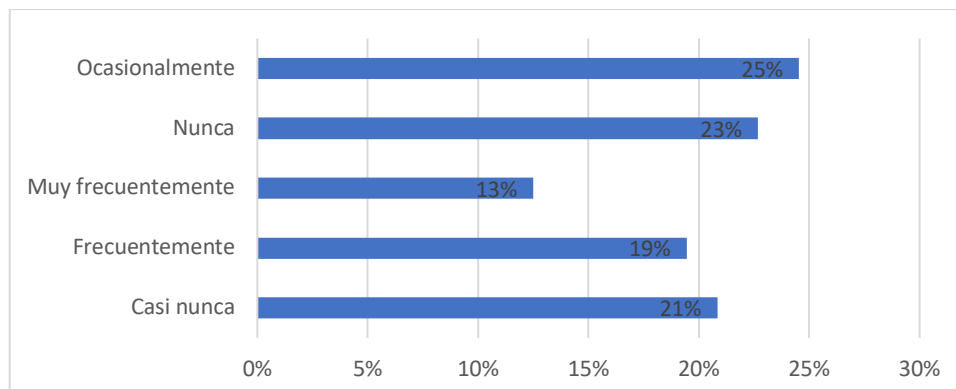


Figura 4. Frecuencia de reutilización del agua en las organizaciones del municipio de Úrsulo Galván, Veracruz.

Con lo anterior podemos concluir que en los hogares de Actopan el 59% indicó reutilizar el agua considerando la escala de frecuentemente a muy frecuentemente, identificando así una mayoría en la reutilización. Respecto a las organizaciones de dicho municipio, el 34% indicó que las reutilizan de frecuentemente a muy frecuentemente, lo que determina que existe mayor cultura de reciclaje en los hogares que en las organizaciones; mismo que se demuestra ya que el 1% de las personas indicaron nunca reutilizarla, por su parte las organizaciones el 15% indicó nunca realizar la reutilización.

En el municipio de Úrsulo Galván, la frecuencia de reutilización del agua en el rango de frecuentemente a muy frecuentemente es de 53%, mismo rango para las organizaciones únicamente representa el 32%.

Así mismo es importante mencionar que el 23% de las empresas del municipio en mención, indicó nunca reutilizarla. Porcentaje sobresaliente a la respuesta de los encuestados respecto a la reutilización en el hogar, donde la minoría 2% indicó que no la reutiliza.

Con lo antes mencionado se hace evidente la falta de implementación de estrategias de reutilización del agua en los municipios de estudio, es importante fortalecer la cultura de cuidado del recurso. Así mismo se concuerda con Tovar, Jiménez, & Quiroz Campo (2022) quienes indican que existe la necesidad de cambiar la forma de actuar de algunas personas que piensan y creen que el agua es un recurso inagotable y de ahí el mal uso que se le viene dando. Es necesario que ellas comiencen a cuidar, proteger y a racionalizar este anhelado mineral que cada vez es menos el que tenemos a nuestra disposición, para que la vida en nuestro planeta siga prolongándose.

Con la información presentada se cumple el objetivo de evaluar la frecuencia de reutilización del agua como estrategia de cuidado del medio ambiente en los municipios de Actopan y Úrsulo Galván, Veracruz. Así mismo se rechaza la hipótesis planteada que especifica que reutilización del agua es una estrategia de cuidado del medio ambiente que se implementa frecuentemente por los habitantes de los municipios de Actopan y Úrsulo Galván, Veracruz, al identificar que esta respuesta no representa un mayor porcentaje en casa uno de los resultados.

Referencias

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/app/cpv/2020/resultadosrapidos/default.html?texto=Veracruz>
- Melgarejo, J. (2009). Efectos ambientales y económicos de la reutilización del agua en España.
- Navarro, A. M., & Zamudio, M. A. F. (2016). Reutilización de agua para la agricultura y el medioambiente. *Agua y territorio= Water and Landscape*, (8), 80-92

Sala-Garrido, R., Molinos-Senante, M., Fuentes Pascual, R., & Hernández-Sancho, F. (2020).
Reutilización de agua: estado actual y perspectivas.

Secretaria de economía. (15 de septiembre de 2022). Sistema de Información Empresarial Mexicano.
(Secretaría de Economía) Recuperado de <https://siem.economia.gob.mx/>

Visbal Tovar, D. R., Ospino Jiménez, L., & Quiroz Campo, Y. C. (2022). Propuesta pedagógica para
fortalecer el cuidado del agua a través de la lúdica en la Institución Educativa Departamental
Simón Bolívar.

ESTUDIO DE MERCADO PARA IDENTIFICAR EL CONOCIMIENTO Y CONSUMO DE ESTEVIA POR LA POBLACIÓN DE GUASAVE, SINALOA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO Y APATZINGÁN, MICHOACÁN, MÉXICO

ADRIANA MORENO LEAL¹

ADALID GRACIANO OBESO²

GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ³

Resumen

Stevia rebaudiana Bertoni es una planta herbácea producida en el mundo que posee un elevado poder edulcorante natural no calórico. Actualmente, se estudia un gran número de aplicaciones para la salud: anticaries, enfermedades en la piel, diabetes, cardiotónico, desparasitante, dieta. El objetivo del presente trabajo fue identificar mediante un estudio de mercado el conocimiento y consumo de estevia por la población de las regiones de Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero y Apatzingán, Michoacán, México. Para lograrlo, se aplicaron encuestas como técnica de recolección de datos en las tres regiones, con un muestreo tipo aleatorio, el cálculo del tamaño de muestra se realizó mediante la fórmula de población finita. De los resultados, se tiene que el 64% de la población de Apatzingán consume estevia, donde el 38% la consume por salud, en Tlapa de Comonfort, el 58% de la población consume la estevia, donde el 61% la consume en polvo, mientras que en Guasave, el 55% de la población la consume y 54% estaría dispuestos a pagar un precio mayor por productos endulzados con estevia. De los resultados, se tiene en la región de Apatzingán, Michoacán es donde más se conoce y consume la estevia como edulcorante.

Palabras claves: edulcorante, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Abstract

Stevia rebaudiana Bertoni is an herbaceous plant produced in the world that has a high natural non-caloric sweetening power. Currently, a large number of health applications are being studied: anticaries, skin diseases, diabetes, cardiotonic, deworming, diet. The objective of this work was to identify, through a market study, the knowledge and consumption of stevia by the population of the regions of Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero and Apatzingán, Michoacán, Mexico. To achieve this,

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, adriana.ml@guasave.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, adalid.go@guasave.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, grace.bh@guasave.tecnm.mx

surveys were applied as a data collection technique in the three regions, with a random sampling, the calculation of the sample size was carried out using the finite population formula. From the results, it is found that 64% of the population of Apatzingán consumes stevia, where 38% consumes it for health, in Tlapa de Comonfort, 58% of the population consumes stevia, where 61% consumes it in powder form, while in Guasave, 55% of the population consumes it and 54% would be willing to pay a higher price for products sweetened with stevia. From the results, the region of Apatzingán, Michoacán is where stevia is most known and consumed as a sweetener.

Keywords: sweetener, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Introducción

En México, durante la última década la caña de azúcar mostró una tasa media anual de crecimiento ligeramente negativa de 0.2%, lo anterior, debido a las condiciones desfavorables que enfrenta la industria azucarera, por efectos negativos en la salud, lo cual impactó en la tendencia de compra habitual de caña de azúcar en los últimos años (SIAP, 2024). Así mismo, el aumento de la incidencia de trastornos metabólicos como la diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares debido al consumo excesivo del azúcar de mesa ha dado lugar a un aumento de la demanda de alternativas de edulcorantes como sustitutos de la dieta (Adari et. al., 2016). La estevia es un edulcorante natural que en los últimos años el interés por su consumo en diferentes presentaciones ha crecido en un 400% respecto a la última década, disminuyendo la compra de edulcorantes sintéticos al aumentar la tendencia de consumo de productos naturales (Brito, 2018).

Las zonas con potencial productivo de estevia se encuentran en los estados de; Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Chiapas, Oaxaca, Yucatán y Quintana Roo (Ramírez & Lozano, 2018). Sin embargo, actualmente existen pocos estudios sobre el consumo de la estevia en México, debido a lo anterior, el objetivo de la presente investigación es identificar mediante un estudio de mercado el conocimiento y consumo de estevia por la población de las regiones de Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero y Apatzingán, Michoacán, México.

Metodología

Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la zona del pacífico mexicano, en los estados de Sinaloa, Michoacán y Guerrero, en los cuales existen áreas utilizadas para actividades agrícolas (Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de los estados de Sinaloa, Michoacán y Guerrero, México.

Fuente: elaboración propia.

Los datos se obtuvieron de un estudio de mercado desarrollado en los municipios de Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero y Apatzingán, Michoacán, (Figura 2).

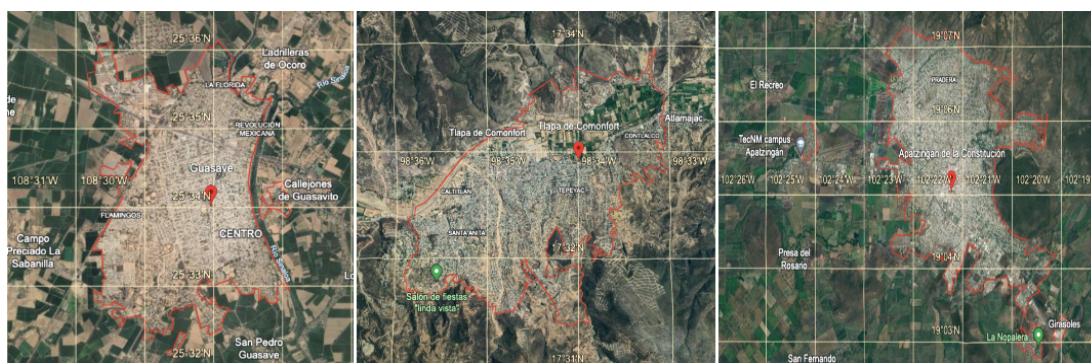


Figura 2. Ubicación geográfica de los municipios de Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero y Apatzingán, Michoacán, México.

Fuente: tomado de Google Earth, 2024.

Instrumento de recolección de datos

Se desarrolló una investigación cualitativa, donde se aplicó una encuesta como técnica o instrumento de recolección de datos. Para el cálculo del tamaño de la muestra en esta investigación, se consideró la fórmula de población finita de acuerdo con Vélez y Hernández (2011). El tamaño de la población se tomó de acuerdo con la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geográfica (INEGI, 2024).

- Tamaño de la muestra para la población finita:

$$n = \frac{z^2 N p q}{i^2 (N - 1) + z^2 p q}$$

Dónde:

- n : tamaño muestral
- N : tamaño de la población
- z : valor correspondiente a la distribución de gauss, $z_{\alpha} = 0.05 = 1.96$ y
- $z_{\alpha} = 0.01 = 2.58$ principalmente se utilizan estos valores

- p : prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse ($p = 0.5$), que hace mayor el tamaño muestral
- q : $1 - p$ (si $p = 70\%$, $q = 30\%$)
- i : error que se prevé cometer si es del 10% , $i = 0.1$

Como técnica se realizó una encuesta y para diseñar el cuestionario los objetivos son claros y la hipótesis o pregunta de investigación por lo que es importante tomar en cuenta la naturaleza de la información que buscamos de la población aportarán información y los medios de aplicación del instrumento. Para la aplicación de la encuesta, se realizó un muestreo de tipo aleatorio en lugares estratégicos concurridos por personas en los tres municipios mencionados.

Encuesta sobre edulcorante natural (*Stevia rebaudiana*)

La presente encuesta es anónima, tiene como único fin el recopilar datos sobre el conocimiento y consumo de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Los datos obtenidos serán utilizados para un proyecto de investigación del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, en colaboración con la Universidad Autónoma de Guerrero e Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán.

La información que proporcione es de gran importancia para nuestra investigación, por lo que agradecemos de antemano su valiosa colaboración respondiendo a la siguiente encuesta, marcando con una "X" la respuesta que usted considere indicada (dar sólo una respuesta por pregunta).

1.- Datos personales

Sexo:

- Femenino
- Masculino
- Prefiero no especificar

Edad:

- Menor de 20
- 20 – 30
- 31 – 40
- 41 – 50
- 51 – 60
- 60 en adelante

Domicilio (localidad): _____

Escolaridad:

- Primaria
- Secundaria
- Bachillerato
- Licenciatura/Carrera Técnica
- Posgrado

2.- ¿Consumes algún tipo de edulcorante (azúcar, miel, melaza, estevia)?

- Si
- No

3.- ¿Alguna vez ha consumido la planta de estevia (edulcorante natural) en cualquier tipo de presentación (bebidas, postres, botanas)?

- Si
- No

(*Si su respuesta es Si, continuar con las preguntas, si es No, pasar a la pregunta 9 y 10).

4.- ¿En qué presentación ha consumido la estevia?

- Polvo
- Líquida
- Hojas enteras
- Hojas molidas

5.- ¿Por qué consume alimentos con edulcorante natural?

- Por gusto
- Por salud
- Por recomendación
- Otro (por favor, especifique) _____

6.- ¿Con qué frecuencia consume estevia (*Stevia rebaudiana*)?

- 1 vez al día
- Más de 1 vez al día
- 1 vez a la semana
- 1 vez al mes

7. ¿Ha presentado algún efecto adverso a su salud por consumir estevia?

- Alergia
- Dolor de estómago
- Náuseas o vómito
- Ninguno
- Otro (por favor, especifique) _____

8. ¿Ha tenido algún beneficio al consumir estevia?

- Control de azúcar en la sangre
- Control de presión arterial
- Control de colesterol y triglicéridos
- Control de peso
- Ninguno

9. ¿Estaría usted dispuesto a pagar un precio mayor por la estevia si le garantizan que es benéfica para su salud?

- Sí
- No
- Tal vez

10 ¿Dónde compraría la estevia en cualquiera de sus presentaciones?

- Tienda naturista
- Tienda de conveniencia
- Supermercado
- Otro

Resultados

Una vez aplicadas las encuestas del día 17 de junio al 02 de agosto de 2024 en los municipios de Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero y Apatzingán, Michoacán, se tienen los siguientes resultados.

¿Ha consumido la estevia (*Stevia rebaudiana*) en cualquier tipo de presentación?

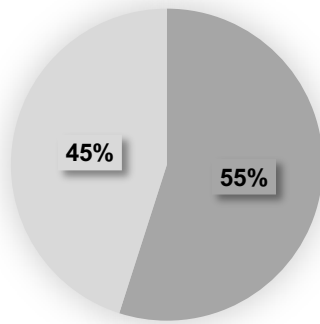


Figura III.- Poceraje del consumo de estevia por población de Guasave, Sinaloa.

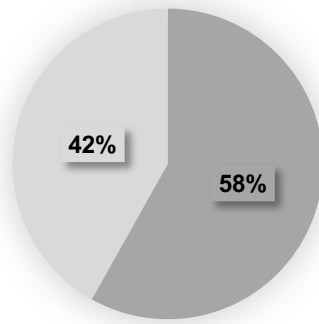


Figura III.- Poceraje del consumo de estevia por población Tlapa de Comonfort, Guerrero.

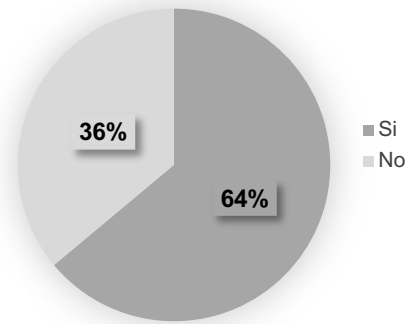


Figura III.- Poceraje del consumo de estevia por población Apatzingán, Michoacán.

En las figuras 3, 4 y 5 se muestra el comportamiento de los porcentajes del consumo de estevia en los tres municipios, se tiene que el porcentaje más alto de personas que han consumido estevia, es en Apatzingán, con un 64% de personas que han consumido la estevia en cualquiera de sus presentaciones, mientras que en Guasave, Sinaloa se tiene el menor porcentaje, con un 55% de personas que han consumido la estevia. De lo anterior, se tiene que en los tres municipios donde se realizó el estudio, más del 50% conocen y han consumido la estevia.

¿En qué presentación consume la estevia regularmente?

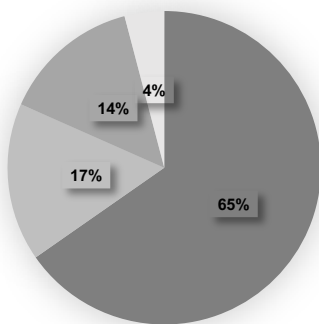


Figura IV.- Presentación de consumo de estevia en Guasave, Sinaloa.

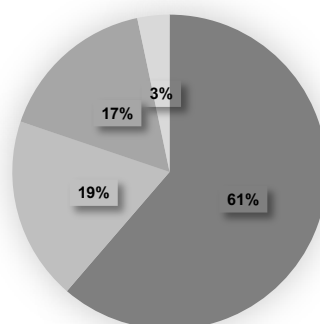


Figura V.- Presentación de consumo de estevia en Tlapa de Comonfort, Guerrero.

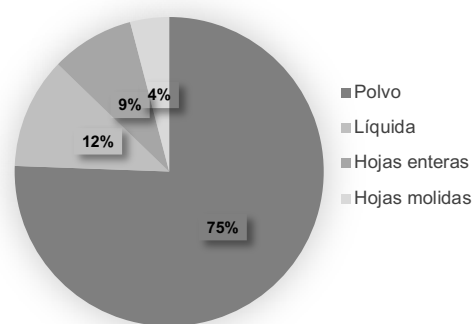


Figura VI.- Presentación de consumo de estevia en Apatzingán, Michoacán.

En las figuras 4, 5 y 6 se observan los porcentajes de las presentaciones en las que regularmente consumen la estevia en los tres municipios, se tiene que en Apatzingán el 75% de las personas en estudio consumen la estevia en polvo, mientras que en Sinaloa y Guerrero predomina la presentación en polvo, con 65% y 61% respectivamente. Así mismo, coincide que la presentación en hojas molidas es la que menos consumen las personas en los tres municipios.

¿Porqué consume alimentos con edulcorante natural?

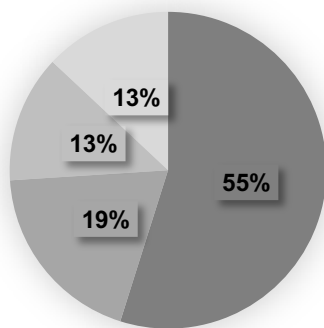


Figura VII.- Causa de consumo de estevia en Guasave, Sinaloa.

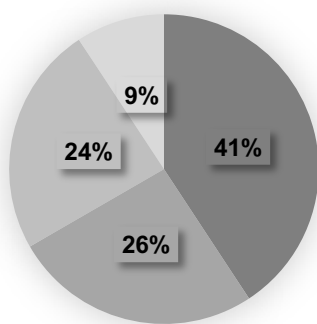


Figura VIII.- Causa de consumo de estevia en Tlapa de Comonfort, Guerrero.

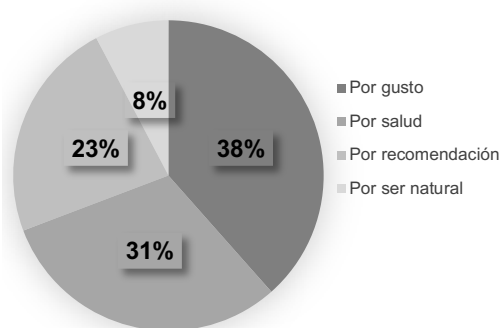


Figura IX.- Causa de consumo de estevia en Apatzingán, Michoacán.

En las figuras 7, 8 y 9 se muestran los porcentajes del motivo por el que las personas consumen la estevia, se tiene que en los tres municipios las personas consumen la estevia por gusto, donde predomina el municipio de Guasave con un 55% de las personas que la consumen por gusto, en el mismo municipio en segundo lugar se tiene que las personas la consumen por salud con un 19% y en tercer lugar por recomendación, con un 13% de las personas encuestadas en Guasave.

¿Estaría dispuesto a pagar un precio mayor por productos endulzados con estevia?

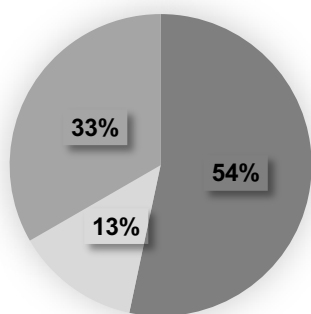


Figura X.- Disponibilidad a pagar un mayor precio en Guasave, Sinaloa.

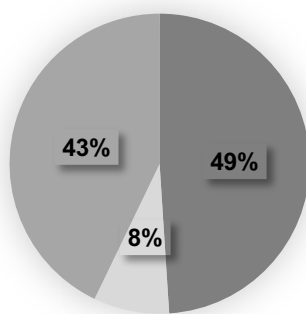


Figura XI.- Disponibilidad a pagar un mayor precio en Tlapa de Comonfort, Guerrero.

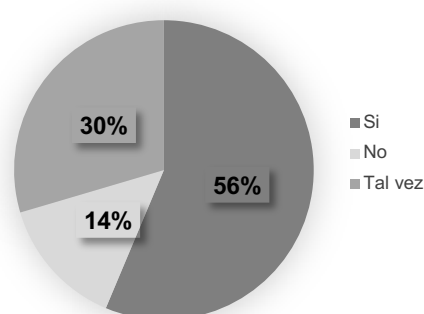


Figura XII.- Disponibilidad a pagar un mayor precio en Apatzingán, Michoacán.

En las figuras 10, 11 y 12 se muestra la disponibilidad de las personas a pagar un precio más elevado por productos endulzados con estevia, se tiene que en los tres municipios en más del 80% las personas respondieron que si o tal vez pagarán un precio más elevado, mientras que el 56% Apatzingán, 54% en Guasave y 49% en Tlapa de Comonfort, respondió si estar dispuestos a pagar un mayor precio por los productos endulzados con estevia.

Conclusiones

La estevia es un producto conocido y consumido por la población de Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero y Apatzingán, Michoacán, de los resultados se tiene que el municipio con el

porcentaje más elevado de personas que han consumido estevia, es en Apatzingán, con un 64% de personas que la han consumido en cualquiera de sus presentaciones, mientras que en Guasave, Sinaloa se tiene el menor porcentaje, con un 55% de personas que han consumido la estevia.

La estevia es una planta que se puede consumir en diferentes presentaciones, en el presente estudio se tiene que en Apatzingán el 75% de las personas consumen la estevia en polvo, mientras que en Sinaloa y Guerrero, de igual manera predomina la presentación en polvo, con 65% y 61% respectivamente. Además, se observa que la presentación en hojas molidas es la que menos consumen las personas en los tres municipios.

El consumo de estevia puede ser por diversas causas, se tiene que el motivo por el que las personas más consumen la estevia en los tres municipios en estudio, es por gusto, donde predomina el municipio de Guasave con un 55% de las personas que la consumen por gusto, en el mismo municipio en segundo lugar se tiene que las personas la consumen por salud con un 19% y en tercer lugar por recomendación, con un 13% de las personas encuestadas en Guasave.

Con base en lo anterior, el cultivo de estevia podría tener potencial de siembra y comercialización de sus subproductos en las regiones de Guasave, Sinaloa, Tlapa de Comonfort, Guerrero y Apatzingán, Michoacán, al ser un producto que sus poblaciones conocen y consumen como se demuestra en la presente investigación.

Referencias

- Adari B.R., Avala S., George S.A., Meshram H.M., Tiwari A.K. & Sarma A.V.S. (2016). Synthesis of rebaudioside-A by enzymatic transglycosylation of stevioside present in the leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Food Chem; 200:154-58.
- Brito C. H. (2018). Oportunidades para la agricultura en México: la estevia (Legislatur). Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. <https://portalhcd.diputados.gob.mx/PortalWeb/Micrositios/69e0b07c-5ceb-430c-8737-fa9d2e651750/92Estevia.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Censo de Población y Vivienda. Panorama sociodemográfico de Sinaloa. 55 p. Recuperado 15 de agosto de 2024. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/inegi/productos/nueva_estruc/702825197988.pdf
- Ramírez, J., & Lozano, C. (2018). La producción de *Stevia rebaudiana* bertoni en México. Agro Productividad, 10(8), 84–90.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (2024). Panorama Agroalimentario. La ruta de la transformación agroalimentaria 2018-2024. Disponible: https://drive.google.com/file/d/1NXcDhaB63Z94wjRUVF6f_FK0Urv6cgvJ/view

Vélez, I. R., & Hernández, M. V. (2011). Cálculo de probabilidades 1. España: UNED.

PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD DE ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ

JAZMÍN BALDERRABANO BRIONES¹

YOUSSEF UTRERA VÉLEZ²

GRISelda RODRÍGUEZ AGUSTÍN³

Resumen

El objetivo de este estudio es conocer el nivel de percepción general de la población por la problemática ambiental que se vive, así como la preocupación que la sociedad muestra ante la misma. Al mismo tiempo que se recabó información de las medidas que se sugieren implementar para el mejoramiento ambiental de la comunidad de Úrsulo Galván, Veracruz.

Es importante mencionar que cuando la población confirma que es plenamente consciente de los daños medioambientales producidos, suponemos que la reacción de las personas respecto a esto sería intentar mejorar la situación, es decir, reducir su huella ecológica buscando reducir el impacto de las actividades humanas en el ámbito ambiental.

La mayoría de las personas tiene al menos una noción del impacto ambiental ocasionado por la humanidad; algunas de las consecuencias que se conocen no provocan la preocupación suficiente en la sociedad, es entonces cuando se determina si las perspectivas que se tienen se cumplirán como se había previsto.

Ésta investigación nos sirve para tener un marco de referencia de la percepción correcta del verdadero interés y conocimiento que posee la muestra seleccionada acerca de los múltiples problemas ambientales que se presentan en la actualidad.

Palabras Clave: innovación sustentable, medio ambiente, percepción

Abstract

The objective of this study is to know the level of general perception of the population for the environmental problems that are experienced, as well as the concern that society shows towards it. At the same time, information was collected on the measures that are suggested to be implemented for the environmental improvement of the community of Úrsulo Galván, Veracruz.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jazmin.bb@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, youssef.uv@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, griselda.ra@ugalvan.tecnm.mx

It is important to mention that when the population confirms that they are fully aware of the environmental damage caused, we assume that the reaction of people with respect to this would be to try to improve the situation, that is, to reduce their ecological footprint by seeking to reduce the impact of human activities on the environment.

Most people have at least some notion of the environmental impact caused by humanity; Some of the consequences that are known do not cause sufficient concern in society, it is then that it is determined if the prospects that are in place will be fulfilled as planned.

This research serves to have a frame of reference for the correct perception of the true interest and knowledge that the selected sample has about the multiple environmental problems that arise today.

Keywords: sustainable innovation, environment, perception

Introducción

Es un hecho mundial que la actividad humana es el principal culpable de la contaminación ambiental, las consecuencias de ello son visibles en nuestro entorno, comunidad y a nuestro alrededor.

Desde hace varios años, la situación ambiental se ha visto desmejorada con el paso del tiempo, trayendo consigo graves y múltiples consecuencias que ya han comenzado a mostrar su impacto no solo en los cambios climáticos, también en la calidad del agua o del aire, y en la salud humana.

La realidad es que la humanidad vive utilizando los recursos naturales que el mismo se está encargando de destruir, haciéndolos inservibles a futuro, los efectos de esos actos desmedidos están a nuestro alcance, puede observarse en la inestabilidad climática, la acumulación de basura que se observa en las calles y en las enfermedades y/o problemas de salud que se han visto surgir con mayor intensidad en los últimos años.

El resultado de estos actos también se ha visto reflejado en nuestra sociedad, está demás decir que las actividades que realizamos de igual forma contribuyen a los catastróficos resultados de la contaminación haciendo de esto un problema de general. En la actualidad, los efectos del daño ambiental ya están presentes en la vida diaria, es una verdad conocida y es que los actos, además del consumo humano irresponsable han dejado secuelas en nuestra situación ambiental.

Con el propósito de saber la conciencia existente hacia los problemas de su entorno. Se pretende conocer el interés y conocimiento que la comunidad tiene de la condición ambiental en que se encuentra en la actualidad.

Asimismo, se nos muestra que tan advertidos están de la situación de la comunidad de la que forman parte, así como del cumplimiento de la responsabilidad social a la que están comprometidas las empresas o negocios de la misma.

Contenido, material y métodos

El diseño metodológico de la investigación es exploratorio-descriptivo, las encuestas se realizaron a través de Google Forms.

Los participantes de la investigación fueron la comunidad tecnológica del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, específicamente los estudiantes de la licenciatura en administración, quienes serán voluntarios de la investigación y a los cuales previamente se les explicará el objetivo del estudio y se les garantizará la reserva de la información con fines académicos y científicos.

La técnica que se utilizó fue la encuesta, para obtener mayor información. El instrumento que se ocupó para recolectar datos e información fue un cuestionario diseñado con preguntas específicas dirigidas a la comunidad tecnológica. Mismos que cuentan con las bases necesarias para proporcionar los datos y a través de los resultados obtener las tablas y gráficas correspondientes.

Con los resultados obtenidos de los cuestionarios, se elaborarán gráficos, cuadros y análisis de cada una de las preguntas realizadas.

Resultados

Las respuestas fueron las siguientes:

	SI	NO	TAL VEZ
1.- ¿Ha escuchado usted hablar acerca de la contaminación ambiental?	28	0	X
2.- ¿Crees que tu comunidad tenga un alto índice de contaminación? ¿Por qué?	19	6	3
3.- ¿Alguna vez alguien lo incentiva a reciclar?	24	4	X
4.- ¿Conoce usted qué es el reciclaje?	24	1	3
5.-¿Siente interés ante los problemas de contaminación que se generan en su comunidad?	25	3	X
6.- Según su perspectiva, ¿Qué genera mayor contaminación?	23	1	4

	SI	NO	TAL VEZ
7-. ¿Cree usted que la contaminación se ha elevado en los últimos años?	28	0	X
8-. ¿Considera usted que las autoridades deberían adoptar medidas para reducir la contaminación, implicando tanto a la comunidad como a las fábricas que la rodean (o forman parte de ella)?	22	3	3
9-. ¿Cree usted que las empresas generan mucho desperdicio de agua?	27	1	X
10-. ¿Considera que las empresas generan un alto índice de contaminación?	27	1	
11-. ¿Cree que conoce verdaderamente el daño (la contaminación que producen las empresas, fábricas, comercios)?	21	7	X
12-. ¿Sabe usted si las empresas textiles producen daños al medioambiente?	15	4	9
13-¿Sabe usted si laguna verde produce contaminación?	23	5	X
14-. ¿Cree que las empresas han hecho mejoras o han cumplido con la responsabilidad social?	6	8	14
15-. ¿Conoce las consecuencias de la contaminación? Mencione alguna	23	3	2
16-¿En el lugar en que vive, que factor de contaminación es el que más se puede observar?	12	7	9
17-. ¿Considera que existe una preocupación real de las empresas, hacia las consecuencias de la contaminación?	8	12	8
18-¿Cree usted que es importante tomar medidas para poder frenar este fenómeno de la contaminación?	28	0	X

19- Partiendo que la Huella ambiental es: la medida del impacto ambiental que genera un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida ¿Cree usted que contribuye a mejorar su huella ambiental?	14	3	11
20- ¿Conoce usted la verdadera situación en que se encuentra su localidad y/o comunidad frente a la contaminación?	17	11	X
21-¿Usted toma medidas para el mejoramiento ambiental en su comunidad?	15	3	10
22-¿Cree que las autoridades locales de su comunidad se toman en serio los problemas ambientales?	8	15	5
23-¿Piensa usted que las empresas realizan un buen trabajo en su comunidad. * (Limpieza pública)	8	9	11
24-¿Quién crees que es el responsable de la contaminación ambiental?	5	6	17
25-¿Cree que la pandemia actual generó un incremento en los índices de contaminación?	14	6	8
26-¿Ha escuchado sobre los distintas fuentes de contaminación?	26	2	X
27-¿En alguna ocasión ha sentido preocupación por los problemas ambientales?	27	0	1
28-¿Cuándo usted adquiere un producto, es consciente de la cantidad de daño ambiental que su fabricación incluyendo traslado, produce hasta llegar a usted?	16	5	7
29-¿Usted estima que en su comunidad existe preocupación por su situación ambiental?	16	12	X

30-¿Cree que los desechos producidos por las fabrica, etc. son dañinos para la salud?	28	0	0
31-¿Cree que algunas empresas generan mayor contaminación que otras?	24	1	3
32-¿Cree que el consumo masivo promueva los procesos industriales?	24	0	4
33-¿Considera que los procesos industriales generados son las principales causas de la contaminación?	23	0	5
34-¿Ayudas de alguna manera a reducir la contaminación?	16	2	10
35-¿Crees que sea posible mejorar la situación actual ambiental?	22	0	6
36-¿Ha optado por adoptar medidas para disminuir su huella ecológica?	17	4	7
37-¿Considera usted que es responsable con sus desechos (Basura)?	21	3	4
38-¿Consideras que la contaminación altera el equilibrio de los ecosistemas?	28	0	X
39-¿Crees que está en nuestros manos reducir la contaminación?	25	0	3
40-¿Cree usted que debería ser un propósito de la comunidad contribuir al mejoramiento ambiental?	27	0	1

Discusión y conclusiones

Con los datos e información obtenida a través de los cuestionarios se concluye lo siguiente:

- Al menos el 89.3% de la población asegura sentir interés por los problemas de contaminación que se generan en la comunidad, es por ello que se debe fomentar la concientización.

- El 42.9% de la población afirma que no existe una verdadera preocupación por parte de las empresas hacia el medio ambiente, está de más decir que estas organizaciones expresan su interés por el medio ambiente a través de su responsabilidad social.
- El 89.3% de la sociedad, asegura que la reducción del impacto antrópico depende de nosotros, de nuestra comunidad.
- El 57.1% de los encuestados garantiza que contribuye a la reducción del daño ambiental provocado por la actividad humana.
- El 96.4% de la población considera que el hecho de reducir el impacto ambiental en la comunidad debería ser un propósito de la comunidad.

La población siente interés por el daño ambiental provocado a través del tiempo, es fácil deducirlo por la situación, alterando y generando deterioro, además de la pérdida de la biodiversidad. Es indispensable que como sociedad tomemos medidas y seamos conscientes de nuestros actos y de lo que muchas veces llamamos “progreso” afecta nuestro entorno ambiental, puesto que las consecuencias resultarán ser catastróficas, y ciertamente ya no podremos hacer nada para revertirlo.

Referencias

Cuidemoselplaneta. (s.f.). Obtenido de <https://cuidemoselplaneta.org/contaminacion-ambiental/>

Línea VerdeHuelva. (s.f.). Obtenido de <http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/contaminantes/Que-es-la-contaminacion-ambiental.asp>

National Geographic España. (07 de 12 de 2022). España.

PROPIEDADES NUTRICIONALES DE CHILE HABANERO CON APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES MICROBIANOS EN CONDICIONES PROTEGIDAS

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS¹

JACEL ADAME GARCÍA²

FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS³

ADRIANA ELENA RIVERA MEZA⁴

Resumen

El macrotúnel es un sistema de producción que protege a los cultivos de los efectos que imponen los fenómenos climáticos, generan mayores rendimientos y uniformidad de los frutos, minimizan el uso de agroquímicos y es una alternativa de menor inversión para sistemas de producción protegida. Los bioestimulantes promueven el crecimiento y desarrollo vegetativo, participan en el aprovechamiento de nutrientes, solubilizan sustancias químicas, estos han demostrado tener mayor desarrollo de frutos, mejorar producción y por ende la rentabilidad logrando alcanzar calidad e inocuidad que cumple los estándares y demandas de los mercados y el autoconsumo. En el Tecnológico Nacional de México/ IT de Úrsulo Galván, se cuenta con estas estructuras para la producción de chile habanero el cual ha generado frutos con calidad productiva. Sin embargo, es importante poder valorar si los frutos producto del uso de estos bioestimulantes durante la nutrición del cultivo, contienen los aportes nutrimentales necesarios para su consumo. El objetivo de este trabajo es mostrar cómo se determina la calidad nutricional y nutracéutica de frutos de chile habanero con la aplicación de bioestimulantes microbianos, bajo condiciones protegidas de macrotúnel.

Palabras clave: Hortalizas, Macrotúnel, Bacterias, Nutracéuticos

Abstract

The macrotunnel is a production system that protects crops from the effects imposed by climatic phenomena, generates higher yields and uniformity of fruits, minimizes the use of agrochemicals and is a lower investment alternative for protected production systems. Biostimulants promote vegetative growth and development, participate in the use of nutrients, solubilize chemical substances, these have been shown to have greater fruit development, improve production and therefore profitability, achieving

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jose.fv@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, felix.mc@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, adriana.rm@ugalvan.tecnm.mx

quality and safety that meets the standards and demands of the markets and the self-consumption. At the Tecnológico Nacional de México/ Úrsulo Galván, there are these structures for the production of habanero chili, which has generated fruits with productive quality. However, it is important to be able to assess whether the fruits resulting from the use of these biostimulants during crop nutrition contain the nutritional contributions necessary for their consumption. The objective of this work is to show how the nutritional and nutraceutical quality of habanero chili fruits is determined with the application of microbial biostimulants, under protected macrotunnel conditions.

Keywords: Vegetables, Macrotunnel, Bacteria, Nutraceuticals

Introducción

La agricultura en México ha sido básica e importante, ya que ella utiliza una gran extensión de área y provee de fuente de empleo al abastecer las necesidades básicas de alimentación a millones de personas, siendo en las zonas rurales la principal actividad. (IAUSA, 2016). En la producción agrícola las hortalizas han demandado mayores retos, al tener que cubrir las demandas globales de consumo respetando las condiciones de protección al medio ambiente, el uso racional de agroquímicos, con alimentos inocuos, económicos y socialmente hacia una agricultura sostenible (SIAP, 2016).

Dentro de las hortalizas el chile Habanero (*Capsicum chinense*) en nuestro país, es ampliamente utilizado e incluso en algunas ciudades es culturalmente consumido, debido a su picor, sabor y usos; los estados que producen dicha variedad son Baja California Sur, San Luis Potosí, Chiapas, Sonora, Tabasco y Veracruz, sin embargo, más del 50 % de su producción está destinada a los mercados nacional e internacional que proviene de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo (NaturalistaCO, 2018)

Para poder producir bajo condiciones controladas, en los últimos años se han empleado invernaderos o estructuras más fáciles de manejar y a mucho menor costo como son los macrotúneles y que con el uso de la Biotecnología se puede disminuir considerablemente el uso de fertilizantes químicos y que para garantizar la eficiencia del aporte de nutrimentos a los cultivos, se emplean bioestimulantes microbianos (Wozniak et al., 2020) que son promotores del crecimiento vegetal, que al aplicase en plantas mejoran la eficiencia de su proceso para la absorción nutrimental de ella (du Jardin et al., 2015).

Estos microorganismos habitan en el suelo y a través de su metabolismo y las interacciones que realizan con las plantas se benefician mutuamente, en las plantas son capaces de estimular su desarrollo. Existen antecedentes sobre el crecimiento de las plantas y la estimulación del rendimiento

y calidad de frutos de hortalizas los cuales son cercanos a los de la producción en invernadero (Adame-García et al., 2024; Murillo-Cuevas et al., 2021; 2023).

El problema en la actualidad es el uso intensivo de fertilizantes químicos en el suelo, que gran parte de ellos pueden llegar a contaminar el agua y genera cambio climático, por eso es importante buscar otras estrategias más amigables como abonos orgánicos (SIAP, 2016), bioestimulantes y microorganismos (Rodríguez et al., 2020) de tal forma que permita lograr interacciones benéficas elevando la producción a costos más bajos, además con mayor control de la inocuidad y cuidados en el ambiente.

Por eso el uso de bioestimulantes puede ser una alternativa muy importante ya que permite disminuir considerablemente los fertilizantes químicos. Sin embargo, a pesar de que estos bioestimulantes mejoran la producción, no existen muchos estudios que permitan valorar el efecto que estos tienen sobre el contenido nutrimental o determinar si estos procedimientos mejoran los nutrientes que estos pueden aportar.

Por lo anterior el objetivo de este trabajo es mostrar cómo se determina la calidad nutricional y nutraceutica de frutos de chile habanero con la aplicación de bioestimulantes microbianos, bajo condiciones protegidas de macrotúnel.

Contenido

El chile habanero se estableció en un macrotúnel ubicado en las áreas productivas del Tecnológico Nacional de México del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván en la localidad y municipio de Úrsulo Galván, Veracruz. Sitio que presenta un clima Aw (tropical húmedo-seco) de acuerdo con el sistema Köppen-Geiger, que se define como cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura oscila entre 24 y 26 °C, y una precipitación entre 1100 y 1300 mm (INAP, 2013).

El macrotunel consta de 3 m de ancho por 30 m de largo (90 m²), forrado con malla antiáfidos. Dentro de los macrotúneles se cuenta con dos camas con composta de cachaza mezclada con suelo y acolchado blanco-negro, las camas son de 90 cm de ancho y 30 cm de altura, separadas una de otra por un callejón de no menos de 40 cm de ancho, el marco de plantación que se usó es de una planta cada 25 cm a tresbolillo, lo cual hace un total de 120 plantas por cama y 240 por macrotúnel. Se utiliza un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

En cada bloque experimental el bioestimulante se aplica mensualmente al suelo, dirigidos al cuello de la planta (drench). Las evaluaciones consisten en los siguientes tratamientos: 1) Genifix; 2) Fertilización convencional 100%; 3) Genifix + fertilización convencional 100%; 4) Fertilización convencional 75%; 5) Genifix + fertilización convencional 75%; 6) Fertilización convencional 50%; 7)

Genifix + fertilización convencional 50%; 8) Fertilización convencional 25%; 9) Genifix + fertilización convencional 25%. A todos los tratamientos se les aplica Trichoderma.

Las muestras se analizaron en las instalaciones de los laboratorios de Agua-Suelo-Planta del Tecnológico de Úrsulo Galván donde evaluó el efecto de los bioestimulantes en relación al contenido nutrimental por medio de pruebas bromatológicas; las muestras compuestas de 100g de 10 frutos tomados al azar de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, las pruebas correspondientes fueron pH, Conductividad Eléctrica (CE), grados Brix, Humedad, Vitamina C y Polifenoles totales, en frutos de etapa de maduración 5 y 6 (30 a 40 días después de la floración), procesadas de acuerdo a la Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2002).

El análisis bromatológico es importante pues permite valorar si la aplicación de los bioestimulantes mantienen o mejoran el aporte nutrimental, ya que es sabido que en la producción con aplicaciones mensuales del bioestimulante en plantas de chile habanero han demostrado un efecto estimulante en el incremento de las dimensiones y peso de los frutos en comparación a plantas sin aplicaciones del bioestimulante. (Murillo-Cuevas et al., 2021).

El uso de bioestimulantes microbianos en la horticultura ha aumentado el interés por estudiarlos, evaluarlos y conocer sus efectos. Se tienen algunos reportes del efecto de bioestimulantes microbianos en las características agronómicas de plántula y calidad del fruto en chile (Gamboa-Angulo et al., 2020).

Resultados

Durante la producción en macrotunel se pudo observar un crecimiento importante de los frutos de plantas de chile habanero con aplicaciones del bioestimulante de 4.03 cm x 3.06 cm en comparación a los testigos de 3.53 cm x 2.82 cm (sin bioestimulantes) y 1.7 g de aumento en el peso.

Para la prueba de humedad por medio de la termobalanza automática los resultados oscilaron entre 89.9 a 92.1% esto principalmente debido a que existió la presencia de buena humedad permanente en el macrotunel sin que en los tratamientos se reflejara una diferencia.

En el pH se valoró por medio de potenciómetro de mesa con rango de 0 – 14, los resultados mostraron valores que van de los 4.9 a 5.3 donde los más altos fueron similares para los tratamientos 3 y 5 seguido de los tratamientos 7 y 9.

La prueba de Conductividad eléctrica se realizó con un conductivímetro de mesa encontrando que los resultados se presentaron entre los rangos de 18.42 a 23.3 mS mostrando ligero valor más alto en los tratamientos 5 y 7.

De la evaluación de los grados brix se realizó en refractómetro digital en rangos de 0 a 70° en este análisis se observa que los resultados entre los tratamientos 2, 3, 4 y 5 presentaron 8.7° y para los tratamientos 6 y 7 de 8.5° y para el tratamiento 8 y 9 8.2° el valor más bajo fue para el tratamiento 1 con 4.4 ° Brix

Para la vitamina C (ácido ascórbico) se realizó por medio de la prueba de titulación con Yodo (I_2) en los tratamientos 3 y 5 se lograron valores similares entre 4.6 y 4.4 mg respectivamente, seguidos de los tratamientos 7 y 9 con valor de 3.9 y 3.8 mg respectivamente; los valores en sus similares sin bioestimulante 2 y 4 así como 6 y 8 fueron inferiores.

En la determinación de polifenoles equivalentes en 100 mL los resultados obtenidos corresponden a un comportamiento similar a los de la vitamina C con relación a los que contenían bioestimulante contra sus homólogos sin bioestimulantes donde resultaron estos últimos con valores menores. Los máximos alcanzados fueron de 5.15 y 4.90 mg/L para los tratamientos 3 y 5 y el valor más bajo fue de 2.40 mg/L para el tratamiento 1.

Para el porcentaje de Nitrógeno total y proteína los resultados presentaron diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre los tratamientos (Figura 1) encontrando los valores más altos para el tratamiento 3 seguido del 5 sin embargo el tratamiento 7 también presenta resultados satisfactorios.

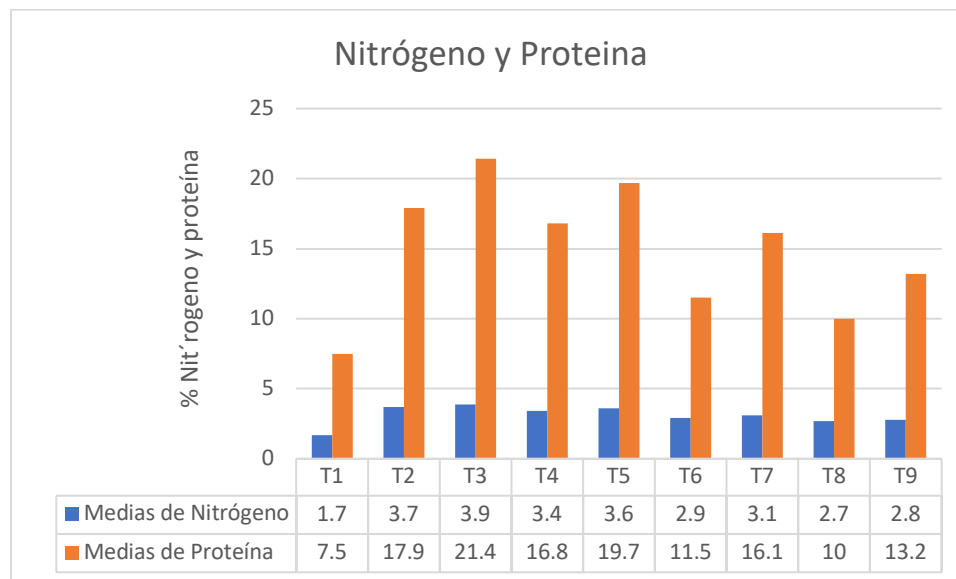


Figura 1. Porcentaje de Contenido de Nitrógeno y Proteína en Chile habanero

Discusión y conclusiones

La utilización de bioestimulantes en la producción biorracional de hortalizas como los chiles habaneros, han demostrado mejorar su tamaño tanto en dimensiones como en peso de los frutos haciendo que los rendimientos y calidad de frutos de estas hortalizas obtenidos sean muy buenas, estos valores son

cercanos a los de la producción en invernadero (Adame-García et al., 2021a; 2021b; 2023; 2024; Murillo-Cuevas et al., 2021; 2023).

Por otro lado, la mayor parte de la producción del chile habanero se hace mediante la aplicación de fertilización química (Ramírez-Vargas et al., 2019), por lo cual se sigue generando un uso excesivo de fertilizantes (INTAGRI, 2022). De acuerdo con los resultados obtenidos, aunque los tratamientos al 100% y 75% con bioestimulante resultaron más altos en los contenidos nutrimentales se lograron buenas eficiencias en el tratamiento al 50% con bioestimulante por lo cual se ahorra 50% en gasto y uso de fertilización química.

Otros estudios con los que se debe complementar son los carotenoides ya que, en la nutrición y la salud, ha generado interés en la perspectiva de aumentar los niveles de antioxidantes y nutrimentos en los cultivos alimentarios mediante el mejoramiento convencional y la ingeniería genética (Sandmann et. al., 2006; Zhu et. al., 2007).

Referencias

- Adame-García J, Murillo-Cuevas FD, Flores de la Rosa FR, Velázquez-Mendoza V, López-Vázquez M, Cabrera-Mireles H, Antonio-Vázquez E. 2021a. Identificación molecular y evaluación de bacterias en el desarrollo vegetativo y producción de chile habanero. *Biocencia* 23(3): 151-157. <https://doi.org/10.18633/biotech.v23i3.1480>
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F.D., López-Vázquez, M., Villegas-Narváez, J., Cabrera-Mireles, H. & Vásquez-Hernández, A. 2021b. Producción de hortalizas en macrotúnel para mujeres de zonas rurales en Veracruz. Ed. Red Iberoamericana de Academias de Investigación.
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Villegas-Narváez, J., Rivera-Meza, A. E., & Vásquez-Hernández, A. (2023). Efecto de bioestimulantes microbianos en frutos de chile morrón y jitomate producidos en macrotúnel. *Biocencia*, 25(1), 81-87. <https://doi.org/10.18633/biotech.v25i1.1772>
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Fernández-Viveros, J. A., Cabrera-Mireles, H., Cornejo-Castillo, R. (2024). Effect of microbial biostimulants on seedlings and fruits of jalapeño pepper (*Capsicum annum* L.) produced in macrotunnel. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1566. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1566>
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2002). Official Method of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical, Washington DC.
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

- IAUSA (2016). La importancia de las hortalizas en México. Recuperado el 23 de Enero del 2024 de la página de <https://iausa.com.mx/la-importancia-de-las-hortalizas-en-mexico/>
- INAP. (2013). Diagnósticos Municipales PACMA, entidad: Veracruz de Ignacio de la Llave, Municipio: Úrsulo Galván. Instituto Nacional de Administración Pública. México 49p.
- INTAGRI. 2022. Cultivo de Chile Habanero. Serie Hortalizas, Núm. 32. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Murillo-Cuevas FD, Adame-García J, Cabrera-Mireles H, Villegas-Narváez J, Vásquez-Hernández A. (2023). Bioestimulantes e insecticidas biorracionales en el cultivo de berenjena en condiciones protegidas de macrotúnel. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 26(1): 1-12. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4501>
- Murillo-Cuevas FD, Cabrera-Mireles H, Adame-García J, Vásquez-Hernández A, Martínez-García A de J, Luria-Moctezuma R. (2021). Bioestimulantes en la calidad de frutos de chile habanero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12(8): 1473-1481. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2900>
- NaturalistaCO, (2018). Chile Habanero. Recuperado el 10 de Enero del 2024 de la página de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/69135-Capsicum-chinense>
- Rodríguez Buenfil, I. M., Ramirez Sucre, M. O., & Ramirez Rivera, E. D. J. (2020). Metabolómica y Cultivo del Chile Habanero (*Capsicum Chinense* Jacq) de la Península de Yucatán.
- Sandmann, G., S. Römer, P.D. Fraser. (2006). Understanding carotenoid metabolism as a necessity for genetic engineering of crop plants, *Met. Eng.* (8):291–302.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (2016), Blog. Chile Habanero. Consultado 11 enero 2024. De la página de <https://www.gob.mx/siap/articulos/somos-noveno-productor-dehortalizas-a-nivel-mundial>
- Zhu, C., S. Naqvi, S. Gomez-Galera, A.M. Pelacho, T. Capell, P. Christou. (2007). Transgenic strategies for the nutritional enhancement of plants, *Trends Plant Science*. 12:548–555.
- Wozniak, E., Blaszczak A., Wiatrak, P., & Canady, M. (2020). Biostimulant Mode of Action: Impact of Biostimulant on Whole-Plant Level. In Geelen, D., & Xu, L. *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*. (pp. 205-227). Ed. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119357254.ch8>

IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS AGROECOLÓGICOS BAJO UN MANEJO SUSTENTABLE EN LA REGIÓN DE ÚRSULO GALVÁN, VER.

JOSÉ CRUZ MARTÍNEZ VÁZQUEZ¹

MARÍA DE LOS ÁNGELES ACOSTA SOBERANO²

GUADALUPE PÉREZ CERVANTES³

MARCO ANTONIO DIAZ RAMOS⁴

Resumen

La presente investigación deriva del Proyecto denominado Rentabilidad de huertos agroecológicos en la región de Úrsulo Galván, bajo un manejo sustentable, la cual consideró en las actividades a desarrollar la implementación de un espacio de cultivo con la finalidad de fomentar la agricultura sostenible, se adoptaron prácticas agroecológicas entre los docentes y estudiantes logrando la reducción en el impacto ambiental, también se potencializó la biodiversidad de diversas especies de plantas. La región de Úrsulo Galván y especialmente el Instituto Tecnológico donde el proyecto se implementó se caracterizan por su riqueza natural, pero existen desafíos relacionados con la agricultura tradicional la cual incluye el uso excesivo de agroquímicos y técnicas de cultivo insostenibles. Es relevante mencionar que se aplicó un instrumento de investigación el cual consideró 10 ítems para conocer resultados relacionados con la concientización y el aprovechamiento de los espacios ya que este tipo de huertos considera diversos beneficios como; el complemento en la alimentación, el cuidado de la salud en las personas a través del consumo de las plantas medicinales, y el cuidado del medio ambiente ya que se eliminó la aplicación de productos químicos.

Palabras clave: Implementación, huertos agroecológicos, prácticas de manejo sustentable.

Abstract

The present research derives from the Project called Profitability of agroecological gardens in the region of Úrsulo Galván, under sustainable management, which considered in the activities to be developed the implementation of a cultivation space with the purpose of promoting sustainable agriculture, practices were adopted agroecological practices among teachers and students, achieving a reduction in environmental impact, the biodiversity of various plant species was also enhanced. The Úrsulo Galván region and especially the Technological Institute where the project was implemented are

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, josemv@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, angeles.as@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Guadalupe.pc@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, marco.dr@ugalvan.tecnm.mx

characterized by their natural wealth, but there are challenges related to traditional agriculture which includes the excessive use of agrochemicals and unsustainable cultivation techniques. It is relevant to mention that a research instrument was applied which considered 10 items to know results related to awareness and use of spaces since this type of gardens consider various benefits such as; the complement in the diet, the care of people's health through the consumption of medicinal plants, and the care of the environment since the application of chemical products was eliminated.

Keywords: Implementation, agroecological gardens, sustainable management practices.

Introducción

El propósito central de la investigación fue la implementación de un espacio de cultivo orientado a fomentar la agricultura sostenible donde se desarrollaron las actividades por parte de docentes y estudiantes de diversas carreras dentro del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Se lograron beneficios ambientales principalmente y se impulso a la biodiversidad a través del cultivo de diversas especies de plantas. La problemática atendida estuvo orientada a enfrentar desafíos significativos derivados de la agricultura tradicional. Se aplicó un instrumento de investigación cuestionario con 10 ítems y una muestra representativa de 71 opiniones.

El proyecto no solo ha favorecido a la formación académica de los estudiantes, también se ha considerado como estrategia de alternativa ambiental de huerto agroecológico en la región.

El establecimiento de un huerto agroecológico en el Instituto Tecnológico Agropecuario brindó la valiosa oportunidad educativa y formativa de fortalecer actividades académicas que benefician a los jóvenes y al mismo tiempo el conocimiento de herramientas que procuran el medio ambiente mediante practicas sustentables.

Involucrar a los estudiantes en este proyecto permitió fortalecer sus conocimientos teóricos y adquirir experiencia práctica en técnicas agrícolas sostenibles, especialmente en jóvenes de la carrera de Ingeniería en Agronomía y conocimientos de cuidado ambiental a jóvenes de carreras con disciplina económico administrativa. Se logró la promoción de la conciencia ambiental al minimizar el impacto ambiental, fomentar la sostenibilidad y la producción de alimentos saludables para la comunidad educativa. La forma como hemos invertido recursos ambientales para la alimentación de los 7 mil millones de humanos que somos, ha generado impactos negativos notables sobre la capacidad regenerativa de los ecosistemas. El consumo total de la humanidad demanda hoy un área equivalente a 1.5 planetas para la producción y renovación de recursos (Footprint Network, 2011).

La producción de alimentos es la actividad humana que más utiliza terrenos y otros recursos bióticos, configurándose como una fuerza dominante en la alteración de la superficie del planeta. Cerca de 47% del total del área biológicamente productiva es actualmente utilizada para la producción de comida (Worldwatch Institute, 2008).

Prácticas de manejo sustentable. La sostenibilidad ambiental de la producción agrícola es uno de los atributos del sistema alimentario que más atención está recibiendo a nivel mundial de cara a la próxima Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios de Naciones Unidas. Mitigar el cambio climático, utilizar de manera más eficiente los recursos naturales y cuidar el medio ambiente se encuentran entre los principales desafíos que la humanidad deberá enfrentar en los próximos años (Sembrando ideas 2021).

La agricultura de conservación tiene como finalidad evitar la degradación de las tierras cultivadas y regenerar aquellas que han sido afectadas. Una adecuada rotación de cultivos que equilibre la participación de gramíneas y leguminosas aporta numerosos beneficios al ambiente: incrementa el contenido de materia orgánica de los suelos, mejora los ciclos de carbono, agua y nutrientes, mejora la estructura del suelo por la diferente morfología de las raíces, reduce el ataque de enfermedades, entre otros (Sembrando ideas 2021).

Materiales y método

Se aplicó un instrumento de investigación cuestionario con 10 ítems y una muestra representativa de 71 opiniones de estudiantes y personas de distintas localidades del área de estudio.

La información obtenida se relaciona con los siguientes factores: Conocimiento del principal beneficio de la implementación de los huertos agroecológicos, importancia del consumo de productos cultivados sin agroquímicos, certeza de que los productos de huertos pueden complementar la alimentación diaria, conciencia del impacto ambiental de los productos agrícolas convencionales, identificación de la participación o implementación en esta clase de huertos agroecológicos, y el beneficio de plantas medicinales que a la vez pueden mejorar la salud de las personas. Se requirió equipo de cómputo, red, dispositivos móviles, y la participación de estudiantes en actividades complementarias para el desarrollo de las actividades.

Resultados

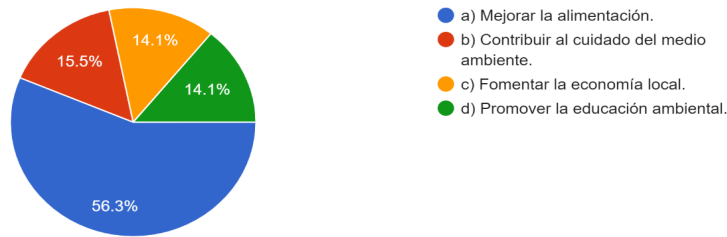


Ilustración 1. Principal beneficio al implementar un huerto agroecológico

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 1. Se logra conocer que la mayoría de los encuestados en un 56.3% considera que el principal beneficio de implementar un huerto agroecológico es mejorar la alimentación. Esta opción es la más destacada, el segundo beneficio más votado está relacionado con el cuidado del medio ambiente 15.5%, seguido muy de cerca por el fomento de la economía local y la promoción de la educación ambiental (ambos con 14.1%).

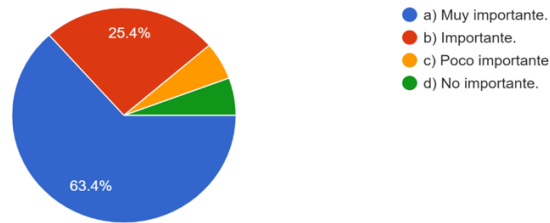


Ilustración 2. Importancia del consumo de productos cultivados sin agroquímicos.

Fuente: Elaboración Propia

La mayoría de los encuestados es decir el 63.4% considera que el consumo de productos cultivados sin agroquímicos es muy importante para la salud. Esta opción es la más destacada, lo que refleja una alta preocupación por la relación entre el uso de agroquímicos y la salud. Un 25.4% de los participantes considera que es importante, lo anterior se representa en la ilustración 2.

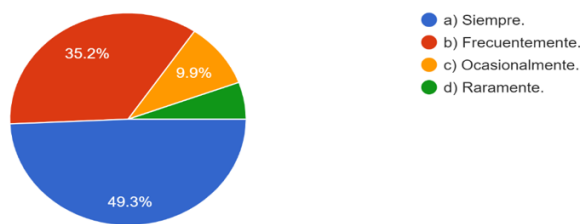


Ilustración 3. Los productos agroecológicos complementan la alimentación diaria.

Fuente: Elaboración Propia

Los encuestados opinan en un 49.3% que la frecuencia de los productos agroecológicos puede complementar la alimentación con relación a opiniones frecuentemente destacadas por un 35.2%, en tanto que el ocasionalmente se destaca por una participación menor en un 9.9%.

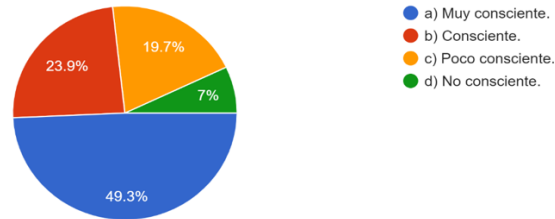


Ilustración 4. Concientización del impacto ambiental de los productos agrícolas convencionales.

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la ilustración 4. el nivel de conciencia sobre el impacto ambiental de los productos agrícolas convencionales que utilizan químicos varía entre los encuestados. El 49.3% de los participantes se considera muy consciente del impacto ambiental asociado con estos productos, mientras que el 23.9% se identifica como consciente. Por otro lado, el 19.7% de los encuestados se considera poco consciente, y un 7% manifiesta no tener conciencia sobre este tema.

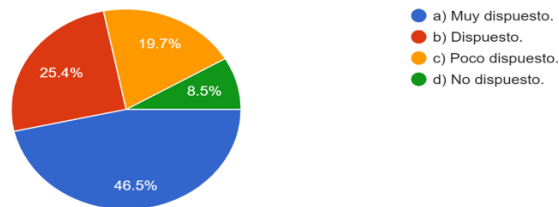


Ilustración 5. Disposición para participar en la implementación.

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la disposición para participar en la implementación o mantenimiento de un huerto agroecológico, el 46.5% de los encuestados se muestra muy dispuesto a involucrarse, mientras que el 25.4% está dispuesto. Por otro lado, el 19.7% de los participantes se muestra poco dispuesto, y el 8.5% indica no estar dispuesto. Lo anterior en la ilustración 5.

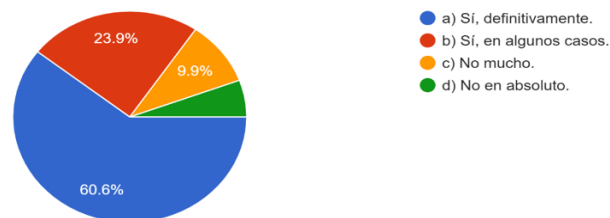


Ilustración 6. El uso y consumo de plantas medicinales.

Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 6. Representa el uso de plantas medicinales cultivadas en un huerto agroecológico es percibido como beneficioso para la salud por la mayoría de los encuestados. Un 60.6% cree que definitivamente puede mejorar la salud de las personas, mientras que un 23.9% opina que esto es cierto en algunos casos. En contraste, un 9.9% considera que no tiene un impacto significativo.

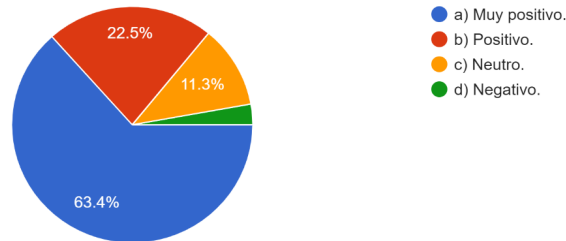


Ilustración 7. Impacto de la eliminación de productos químicos.

Fuente: Elaboración Propia

La percepción sobre el impacto de eliminar productos químicos en el manejo de un huerto agroecológico es predominantemente positiva. El 63.4% de los encuestados lo considera muy positivo, y un 22.5% lo ve como positivo. Por otro lado, un 11.3% tiene una percepción neutra esto indicado en la ilustración 7.

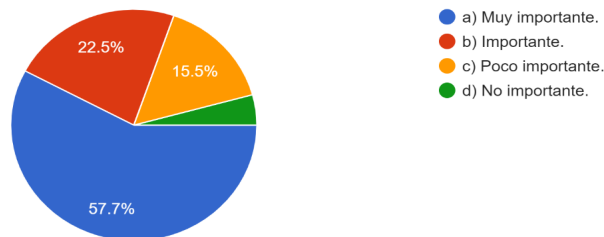


Ilustración 8. Importancia del que el origen de los alimentos que consume.

Fuente: Elaboración Propia

La mayoría de los encuestados otorga gran importancia a que los alimentos que consumen provengan de un huerto manejado de manera sustentable. En la ilustración 8 de igual forma se observa que un 57.7% considera este aspecto como muy importante, mientras que un 22.5% lo valora como importante. En contraste, un 15.5% lo percibe como poco importante, y solo una minoría expresa que no es importante.

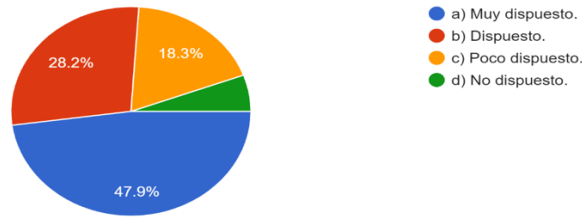


Ilustración 9. Disposición a promover el uso de espacios.

Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 9. Indica la disposición para promover el uso de espacios disponibles en la comunidad para crear huertos agroecológicos es considerablemente alta entre los encuestados. Un 47.9% se muestra muy dispuesto a apoyar esta iniciativa, mientras que un 28.2% está dispuesto a colaborar. Por otro lado, un 18.3% se siente poco dispuesto.

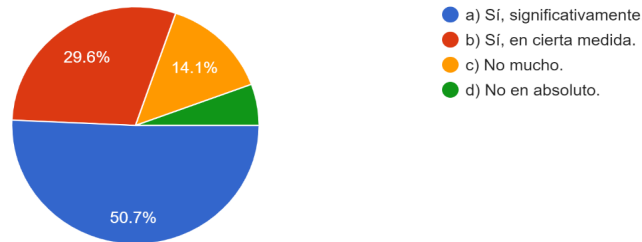


Ilustración 10. Contribución de implementar huertos agroecológicos.

Fuente: Elaboración Propia

La opinión sobre la implementación de huertos agroecológicos como una contribución para reducir la huella ecológica en una comunidad es ampliamente positiva. Un 50.7% de los encuestados cree que estos huertos pueden reducir la huella ecológica de manera significativa, mientras que un 29.6% considera que contribuyen en cierta medida. En contraste, un 14.1% opina que la contribución es limitada, esto representado en la ilustración 10.

Conclusiones y recomendaciones

Existe la necesidad de establecer huertos agroecológicos en la región del municipio de Úrsulo Galván Ver. Como una solución integral para mejorar la alimentación, promover el cuidado del medio ambiente, fortalecer la economía local y fomentar la educación ambiental en jóvenes del nivel superior. Se conoce un alto nivel de conciencia entre los participantes sobre los beneficios de consumir productos libres de agroquímicos, lo que se traduce en una fuerte preferencia por alimentos cultivados de manera natural y sostenible, alimentos que los alumnos en compañía de sus familiares pueden replicar en sus casas en espacios disponibles. Con el análisis de la información se hace notable la preocupación entre los

encuestados respecto al impacto de los agroquímicos en la salud, la percepción de que los huertos agroecológicos pueden reducir la huella ecológica de la comunidad. Es significativo el reconocimiento del valor de las plantas medicinales cultivadas en huertos agroecológicos, lo que subraya el interés por integrar la salud y el bienestar en la vida cotidiana.

Se identificó la disposición de los encuestados a utilizar espacios disponibles en sus comunidades para desarrollar estos huertos, lo cual indica un fuerte compromiso con la sostenibilidad a nivel local.

Se requiere fortalecer los Programas Educativos, es decir analizar e implementar programas que sensibilicen y eduquen a la comunidad sobre los beneficios de los huertos agroecológicos, no solo desde una perspectiva de salud, sino también en cuanto a su impacto ambiental y económico.

Es necesario el **promover en el Tecnológico el uso de espacios disponibles** para la implementación de huertos agroecológicos y se recomienda colaborar con el H. Ayuntamiento de Úrsulo Galván y localidades para rescatar y preservar conocimientos tradicionales.

Para maximizar el impacto, se sugiere la creación de alianzas con instituciones educativas del entorno, escuelas de nivel medio superior y básico para iniciar con las actividades de concientización temprana de los niveles educativos. Los huertos agroecológicos representan una estrategia poderosa para promover la sostenibilidad y el bienestar en la comunidad.

Para finalizar la implementación de un huerto agroecológico en un Instituto Tecnológico Agropecuario con la participación activa de los estudiantes fue una estrategia educativa integral que contribuyó al desarrollo de competencias técnicas y el fomento de la sostenibilidad.

Referencias

- Footprint Network (2011). ¿Do we fit on the planet? Disponible en: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/ (consultado 15 de diciembre de 2011).
- Blog Sembrando Ideas. (2021, 18 de junio). Prácticas de Manejo Sustentables en los Sistemas de producción agrícola argentinos. Un espacio de discusión y análisis sobre la actualidad del sector agroindustrial argentino e internacional. <https://bolsadecereales.com/post-12>
- Worldwatch Institute (2008). The state of the World 2008. Innovations for a sustainable economy, Washington, DC: Worldwatch Institute.

ANÁLISIS DE LA COSECHA DE CÍTRICO PERSA EN LA ZONA ÁLAMO TEMPACHE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

EVA MERCEDES ALVARADO BRADY¹

ANGEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ²

JUAN JOSÉ GARCÍA RODRÍGUEZ³

Resumen

Actualmente, el método de recolección más utilizado para extraer el limón persa consiste en doblar los pedúnculos o tallos, lo cual puede provocar la rotura de las ramas si el cítrico aún no está listo para la cosecha; Los factores climáticos que influyen en el crecimiento, desarrollo y producción del limón persa incluyen la temperatura, la luz solar, las precipitaciones, el viento y el suelo. La temperatura afecta el desarrollo de los cítricos desde la floración hasta la maduración, y este período varía según las condiciones térmicas de cada región: es más corto en zonas cálidas y más largo en lugares fríos; Por último, se establecen procedimientos que permiten realizar el proceso en el menor tiempo posible sin comprometer la calidad de los productos. Además de la información climática, factores como la distancia entre la huerta y el centro de ventas, el medio de transporte y los medios de comunicación permiten calcular el tiempo y los métodos necesarios para que los productos lleguen al mercado en óptimas condiciones.

Palabras clave: cítrico, proceso, recursos

Abstract

The most common method for harvesting Persian lime currently involves bending the peduncles or stems, which can cause branch breakage if the citrus is not yet ready for harvest. Climatic factors that influence the growth, development, and production of Persian lime include temperature, sunlight, precipitation, wind, and soil. Temperature affects the development of citrus from flowering to ripening, and this period varies depending on the thermal conditions of each region: it is shorter in warm areas and longer in cold places. Finally, procedures are established to carry out the process in the shortest possible time without compromising the quality of the products. In addition to climatic information, factors such as the distance between the orchard and the sales center, the means of transport, and the means of communication allow calculating the time and methods necessary for the products to reach the market in optimal conditions.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, eva.alvarado@itspozarica.edu.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, angel.sanchez@itspozarica.edu.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, juan.garcia@itspozarica.edu.mx

Keys Words: citrus, procedure, resources

Introducción

La producción de cítricos en Veracruz, particularmente la naranja, ha posicionado a México como un actor clave en el mercado internacional, contribuyendo significativamente a la economía nacional. Sin embargo, detrás de esta exitosa industria se encuentra un complejo entramado socioeconómico caracterizado por marcadas desigualdades y condiciones laborales precarias.

El mercado de trabajo en la agricultura, y especialmente en la cosecha de cítricos, presenta características propias que lo distinguen de otros sectores. Como señala Barrón & Hernández (2014), la estacionalidad, la alta demanda de mano de obra en ciertas épocas del año y la división sexual del trabajo son elementos distintivos de este sector. En el caso de la naranja, la cosecha requiere de una fuerza laboral abundante y flexible, lo que ha generado un sistema de contratación caracterizado por albergues, bajos salarios y jornadas laborales extenuantes.

Las actividades relacionadas con la cosecha de cítricos suelen estar altamente segmentadas por género. Los hombres suelen realizar las tareas más pesadas, como la carga de canastos de hasta 100 kilogramos, mientras que las mujeres y los niños participan en actividades como la recolección del fruto. Esta división sexual del trabajo, arraigada en normas culturales y sociales, perpetúa desigualdades y limita las oportunidades de desarrollo para las mujeres y los niños.

La alta demanda de mano de obra en épocas de cosecha ha favorecido la migración de trabajadores a las zonas citrícolas. Estos trabajadores migrantes, provenientes principalmente de regiones marginadas del país, se enfrentan a condiciones laborales aún más precarias, al carecer de redes de apoyo y de conocimientos sobre sus derechos laborales.

A pesar de las condiciones adversas, los citricultores de Veracruz han logrado posicionar a México como el quinto productor mundial de naranja. Este logro es resultado de su esfuerzo y dedicación, así como de las medidas de sanidad e inocuidad implementadas para garantizar la calidad de los productos. Sin embargo, es fundamental reconocer que este éxito se ha construido sobre la base de un modelo productivo que ha privilegiado la productividad a costa del bienestar de los trabajadores.

Este estudio se centra en analizar las prácticas de cosecha del limón persa en la región de Álamo Temapache, con el objetivo de identificar las oportunidades para mejorar la productividad de los cosechadores, promover prácticas más sostenibles y equitativas, y garantizar la sostenibilidad de la producción a largo plazo. Se busca, además, comprender cómo las características del mercado de trabajo influyen en la calidad de vida de los trabajadores y en la competitividad de la producción citrícola.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO

Con más de 60 años de experiencia, Citrofrut se ha posicionado como un referente en la agroindustria mexicana. Su trayectoria se caracteriza por una constante innovación y un compromiso inquebrantable con la calidad y la sostenibilidad.

Desde sus huertos hasta la mesa del consumidor, Citrofrut ofrece una amplia gama de productos, desde frutas frescas hasta jugos concentrados NFC, tanto orgánicos como convencionales. Su portafolio, diversificado y de alta calidad, satisface las demandas de un mercado cada vez más exigente.

Como socio estratégico en la entrega de productos frutales, Citrofrut garantiza soluciones confiables y personalizadas, gracias a una operación eficiente que abarca toda la cadena de valor. Su enfoque en prácticas sostenibles asegura la preservación de los recursos naturales y la producción de alimentos saludables y nutritivos. (Citrofrut, 2023).

INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN

La recolección de naranjas es una labor agrícola estacional que demanda un esfuerzo físico considerable y se desarrolla en un entorno exigente. Las cuadrillas, conformadas por un promedio de 15 trabajadores, inician sus jornadas al amanecer, trasladándose a los huertos donde se cultivan las naranjas. Equipados con herramientas especializadas como tijeras de poda y canastos, los recolectores se desplazan entre los árboles, seleccionando cuidadosamente los frutos maduros. Cada naranja se desprende con cuidado del árbol para evitar daños y garantizar su calidad.

Una vez recolectadas, las naranjas se depositan en canastos de gran capacidad, que pueden pesar hasta 75 kilogramos. Los trabajadores transportan estos pesados canastos a los puntos de acopio, donde se pesan y se clasifican según su tamaño, color y madurez. Este proceso manual requiere de gran destreza y fuerza física, ya que los trabajadores deben realizar movimientos repetitivos durante largas jornadas laborales.

Las condiciones laborales en la recolección de naranjas pueden ser desafiantes, debido a las altas temperaturas, la humedad y la exposición prolongada al sol. Sin embargo, esta actividad representa una fuente importante de empleo temporal para muchas familias en las comunidades rurales, contribuyendo a la economía local.

Es importante destacar que la recolección de naranjas es una actividad que requiere de un manejo cuidadoso para garantizar la calidad del producto final. Las prácticas agrícolas sostenibles, como la poda adecuada y el control de plagas y enfermedades, son fundamentales para obtener una producción de alta calidad. Además, se implementan medidas de seguridad laboral para proteger a los

trabajadores de posibles accidentes, como el uso de calzado de seguridad y la capacitación en primeros auxilios.

IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA RECOLECCIÓN Y QUE IMPACTAN LA PRODUCTIVIDAD:

La recolección de naranjas es un proceso complejo influenciado por diversos factores que pueden impactar significativamente en la productividad y la calidad del producto final.

- **Condiciones climáticas:** El clima juega un papel fundamental. La temperatura, la humedad, la lluvia y el viento afectan directamente la comodidad de los trabajadores y la calidad de la fruta. Temperaturas extremas, lluvias torrenciales o vientos fuertes pueden dificultar las labores de recolección y dañar los frutos.
- **Características del terreno:** El tipo de suelo, la topografía y el drenaje influyen en la accesibilidad de los árboles y en el desarrollo de las raíces. Suelos arcillosos y terrenos inclinados pueden dificultar el trabajo de los recolectores y aumentar el riesgo de accidentes.
- **Edad y salud de los árboles:** La edad del árbol influye directamente en su productividad. Los árboles jóvenes aún no han alcanzado su máxima producción, mientras que los árboles muy viejos pueden presentar una disminución en la calidad y cantidad de la fruta. Además, la presencia de plagas y enfermedades puede debilitar los árboles y reducir su rendimiento.
- **Variedad de naranja y madurez:** La variedad de naranja y su estado de madurez determinan el momento óptimo para la recolección. Cada variedad tiene características específicas en cuanto a tamaño, color, sabor y época de maduración. La recolección temprana puede resultar en frutas con menor contenido de azúcar, mientras que una recolección tardía puede favorecer el ataque de plagas y enfermedades.
- **Mano de obra y equipamiento:** La experiencia y capacitación de los recolectores son fundamentales para realizar un trabajo eficiente y cuidadoso. El uso de herramientas y equipos adecuados, como tijeras de poda, escaleras y canastos, también contribuye a mejorar la productividad y la seguridad de los trabajadores.
- **Otros factores:** Otros factores que pueden influir en la recolección incluyen la presencia de malezas, la competencia con otras especies vegetales y las prácticas de manejo agronómico utilizadas en el cultivo.

La recolección de naranjas es un proceso multifactorial que requiere de una cuidadosa planificación y ejecución. Al considerar todos estos factores, es posible optimizar la productividad y garantizar la obtención de un producto de alta calidad.

LAS PLAGAS MÁS RECURRENTES HLB & SECA:

Considerando la importancia de ambas plagas, el HLB y la seca, se propone una estructura que presente de forma más equilibrada y concisa, además de añadir algunos detalles adicionales para enriquecer la información:

PLAGAS QUE AFECTAN A LOS CÍTRICOS: UN ANÁLISIS COMPARATIVO

Los cítricos enfrentan diversas amenazas que pueden comprometer su producción y calidad. Entre las plagas más recurrentes y devastadoras se encuentran el Huanglongbing (HLB) y la seca.

- *HUANGLONGBING (HLB) O DRAGÓN AMARILLO:*
 - Descripción: Enfermedad bacteriana transmitida por psílicos que afecta a los vasos conductores de la planta, impidiendo el transporte de nutrientes.
 - Síntomas: Amarilleamiento asimétrico de las hojas, frutos pequeños y deformados, reducción del tamaño de las hojas nuevas y muerte progresiva de las ramas.
 - Impacto: Considerada una de las enfermedades más destructivas de los cítricos a nivel mundial, ya que no tiene cura y puede causar la muerte de los árboles.
- *SECA:*
 - Descripción: Síndrome complejo causado por diversos factores, entre los que destaca la infección por el hongo Phytophthora.
 - Síntomas: Pérdida progresiva de hojas, ramas secas, disminución del vigor y muerte de los árboles.
 - Causas: Además del hongo Phytophthora, la seca puede ser causada por factores como sequías prolongadas, estrés hídrico, suelos compactados, deficiencias nutricionales y ataques de otros patógenos.

TABLA COMPARATIVA:

Característica	Huanglongbing (HLB)	Seca
Agente causal	Bacteria	Hongo Phytophthora y otros factores
Transmisión	Psílicos	Suelo, agua de riego, herramientas contaminadas
Síntomas principales	Amarilleamiento asimétrico de hojas, frutos pequeños y deformados	Pérdida de hojas, ramas secas, muerte de árboles
Impacto	Muerte de los árboles, no tiene cura	Disminución de la producción, muerte de árboles

DRAGON AMARILLO O HUANGLONGBING (HLB).



Figura 1. Síntomas en hojas.



Figura 2 Síntomas en frutos.

LA “SECA”



Figura 3. Seca.

RECOLECTORES.

Las personas que se dedican a la recolección de la naranja deben de considerar el tamaño de la fruta, verificando que sea el idóneo para cortarla, así como el color, ya que, se pueden visualizar diferentes colores en la naranja y también, la forma en que se corta el cítrico.



Figura 4. Color de la naranja

ESCALA DE MADUREZ DE LA NARANJA

La Figura 4 presenta una serie de naranjas numeradas del 1 al 6, las cuales sirven como guía visual para determinar el grado de madurez de la fruta y, por ende, su aptitud para la recolección. Cada número representa una etapa diferente en el proceso de maduración, reflejada principalmente en el color de la cáscara.

- **Naranjas 1, 2 y 3:** Presentan una coloración verde, indicando que aún se encuentran en etapas tempranas de desarrollo. Estas naranjas no están listas para ser cosechadas, ya que su sabor será ácido y su pulpa puede estar aún en desarrollo.
- **Naranja 4:** Muestra un color naranja ligeramente verdoso, lo que sugiere que está alcanzando su madurez óptima. Sin embargo, podría beneficiarse de unos días más en el árbol para desarrollar un sabor más dulce.
- **Naranja 5:** Presenta el color naranja más intenso y uniforme de todas, indicando que ha alcanzado su madurez plena. Esta es la etapa ideal para la recolección, ya que la fruta tendrá un sabor dulce y jugoso.
- **Naranja 6:** Aunque su color es naranja, presenta manchas o decoloraciones que podrían indicar sobremaduración, daños o la presencia de enfermedades. Estas naranjas no son aptas para el consumo fresco y podrían ser destinadas a otros usos, como la elaboración de jugos o mermeladas.

RELACIÓN ENTRE COLOR Y CALIDAD:

El color de la naranja es un indicador visual clave de su calidad y sabor. Las naranjas con un color naranja intenso y uniforme, como la número 5, suelen tener un mayor contenido de azúcar y un sabor más dulce. Por el contrario, las naranjas verdes o con manchas suelen ser más ácidas y menos jugosas.

TAMAÑO Y RECOLECCIÓN:

Además del color, el tamaño también es un factor para considerar al momento de la recolección. En la imagen, el tamaño 5 se presenta como el ideal, lo que sugiere que las naranjas de este tamaño han alcanzado un desarrollo adecuado y ofrecerán una buena experiencia de consumo. Por otro lado, el tamaño 1, correspondiente a una naranja muy pequeña, indica que la fruta no ha completado su desarrollo y puede tener un sabor insípido.

TEMPORADAS DE RECOLECCIÓN

Las fechas de inicio y final de las temporadas de recolección de naranja pueden variar ligeramente de un año a otro debido a factores como las condiciones climáticas y las características de cada variedad.

En general, se distinguen dos temporadas principales:

- **Temporada temprana:** Comienza a finales de octubre y se extiende hasta enero. Durante esta época, se recolectan principalmente variedades tempranas como la Navelina.
- **Temporada tardía:** Inicia a finales de enero y concluye en marzo. En esta temporada se recolectan variedades más tardías como la Valencia Late.

Las fechas de recolección se establecen en función de la madurez de la fruta, la cual está determinada por factores como el color, el tamaño y los niveles de azúcar y acidez. Además, se considera la demanda del mercado para garantizar un suministro continuo de naranjas frescas durante todo el año.

PROCESO DE RECOLECCIÓN

La recolección de naranjas es un proceso delicado que requiere de mano de obra especializada. Los recolectores utilizan tijeras de poda especiales para cortar el pedúnculo de la fruta sin dañar la rama. Es importante seleccionar las naranjas maduras y sanas, evitando aquellas que presenten manchas, golpes o signos de enfermedad.

Una vez recolectadas, las naranjas se depositan en contenedores adecuados para su transporte al centro de empaque. Allí, se clasifican por tamaño y calidad, se lavan, se secan y se embalan para su distribución a los mercados locales y de exportación.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RECOLECCIÓN

- **Condiciones climáticas:** Las condiciones climáticas, como la temperatura, la humedad y las precipitaciones, pueden afectar el momento óptimo para la recolección y la calidad de la fruta.
- **Variedad de naranja:** Cada variedad de naranja tiene sus propias características y madura en diferentes épocas del año.
- **Prácticas agrícolas:** Las prácticas agrícolas, como la fertilización y el riego, influyen en el crecimiento y desarrollo de los árboles y, por lo tanto, en la calidad y cantidad de la producción.



Figura 5. Vehículo 1 y 2

La Figura 5 presenta dos imágenes que ilustran diferentes etapas del proceso de transporte de la cosecha de naranjas.

- **Vehículo 1:** En la primera imagen, observamos un vehículo adaptado para el transporte de frutas en el campo. Este vehículo, posiblemente un remolque o un camión pequeño, cuenta con una plataforma abierta y laterales bajos que permiten una fácil carga y descarga de las naranjas. Se aprecia a un trabajador que está vaciando un cesto lleno de naranjas sobre la plataforma, mientras otro trabajador se encuentra en el vehículo acomodando la fruta.

- **Vehículo 2:** La segunda imagen muestra un camión de mayor tamaño, posiblemente un camión de carga, que ya ha sido cargado con una gran cantidad de naranjas. Se observa a un trabajador subiendo por una escalera para alcanzar la parte superior de la carga y acomodar más cajas o cestos de naranjas. El camión está cubierto con una lona para proteger la carga de las inclemencias del tiempo y asegurar su conservación durante el transporte.

INFERENCIAS Y DETALLES PARA DESTACAR:

- **Transporte en campo:** El primer vehículo se utiliza probablemente para transportar las naranjas desde los árboles hasta un punto de acopio o directamente a un camión de mayor capacidad.
- **Transporte de larga distancia:** El segundo vehículo sugiere que las naranjas serán transportadas a un lugar más lejano, como una planta de procesamiento o un mercado.
- **Condiciones de trabajo:** Las imágenes muestran las condiciones de trabajo de los recolectores y transportistas de naranjas, que suelen ser labores físicas y expuestas a las condiciones climáticas.
- **Cuidado en el manejo:** Es importante destacar la necesidad de manejar las naranjas con cuidado durante el transporte para evitar daños y pérdidas.
- **Adaptación de vehículos:** Los vehículos utilizados para el transporte de naranjas suelen ser adaptados con plataformas abiertas o cerradas, dependiendo de la cantidad de fruta a transportar y las distancias a recorrer.

En general la Figura 5 brinda una visión general del proceso de transporte de la cosecha de naranjas, desde la recolección en el campo hasta el traslado a su destino final. Las imágenes muestran la importancia de contar con vehículos adecuados y de manejar la fruta con cuidado para garantizar su calidad.

Conclusión

El análisis de la cosecha de cítricos persa en la zona de Álamo Temapache revela la necesidad de implementar estrategias que optimicen los recursos y maximicen la eficiencia de todo el proceso productivo. A partir de la información recabada, se pueden destacar las siguientes recomendaciones:

- **Optimización del transporte:**
 - **Vehículos especializados:** Implementar el uso de vehículos diseñados específicamente para el transporte de cítricos, con sistemas de refrigeración y amortiguación para preservar la calidad de la fruta durante el trayecto.

- **Rutas eficientes:** Planificar rutas de transporte más cortas y directas para reducir costos y tiempos de traslado.
- **Mantenimiento preventivo:** Realizar un mantenimiento regular de los vehículos para garantizar su buen funcionamiento y evitar averías que puedan ocasionar pérdidas de producto.
- **Mejora en las prácticas de recolección:**
 - **Capacitación del personal:** Impartir capacitaciones al personal recolector para que conozcan las técnicas adecuadas de recolección, evitando daños a la fruta y al árbol.
 - **Herramientas especializadas:** Proporcionar a los trabajadores las herramientas necesarias, como tijeras de poda de alta calidad, para realizar un corte limpio y preciso.
 - **Colecta selectiva:** Establecer criterios claros para la selección de la fruta en el campo, priorizando aquellas que cumplan con los estándares de calidad requeridos.
- **Infraestructura adecuada:**
 - **Centros de acopio:** Construir o mejorar los centros de acopio para facilitar la recepción y clasificación de la fruta, así como las operaciones de empaque y embalaje.
 - **Vías de acceso:** Mejorar las vías de acceso a los huertos para facilitar el transporte de la cosecha y reducir los costos operativos.
- **Tecnología:**
 - **Sistemas de información:** Implementar sistemas de información geográfica (SIG) para monitorear las plantaciones, optimizar las rutas de recolección y realizar un seguimiento de la producción.
 - **Sensores:** Utilizar sensores para medir parámetros como la humedad del suelo, la temperatura y la radiación solar, lo que permitirá ajustar las prácticas agrícolas y mejorar la eficiencia del riego.

Los productores de cítricos persa en la zona de Álamo Temapache podrán mejorar la calidad de su producto, reducir costos de producción y aumentar su competitividad en el mercado. Además, se contribuiría a la sostenibilidad del sector agrícola y a la conservación de los recursos naturales.

Referencias

- Barrón, A. 1997. Empleo en la agricultura de exportación en México. (Ed). Juan Pablos-UNAM.
- Barrón Pérez, M. A., & Hernández Trujillo, J. M. (2014). Productores y cortadores de naranja, una relación fallida. El municipio de Álamo Temapache, Veracruz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(6), 1097-1109.

Citrofrut. (30 de Agosto de 2023). Citrofrut. Obtenido de citrofrut.com: <https://citrafrut.com/es/>

Gobierno del estado de Veracruz y Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. 2011
Monografía de la naranja.

McMahon, M. A. y Valdés A. 2012. Análisis de la extensión agrícola en México. Rev. Estudios Agrarios.
18(51):15-94

Organización Internacional del Trabajo (OIT). 2009. Guía sobre los nuevos indicadores de empleo de
los objetivos de desarrollo del milenio. Sector del empleo. Ginebra.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 1995. La
naranja en la citricultura nacional. Claridades Agropecuarias. 19(5):23-56.

EVALUACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA COSECHA DE *Musa balbisiana* EN VERMICOMPOSTAJE DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA CON ESTIÉRCOL BOVINO

MERCEDES MURAIRA SOTO¹

SERGIO RODRÍGUEZ ROY²

EMANUEL PÉREZ LÓPEZ³

Resumen

El proceso de vermicompostaje es una alternativa de solución a la problemática actual referente al mal manejo de residuos orgánicos. Esta investigación se realizó con la finalidad de medir el incremento poblacional y masa de Lombriz Roja Californiana y calcular la eficiencia de la producción de vermicomposta, utilizando excretas de ganado bovino y residuos de hojas y seudotallos de plátano macho (*Musa balbisiana*). Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, en las cuales se colocaron 2 kg de sustrato y 100 lombrices adultas, haciendo un control de variables, regulando la humedad y manteniendo la temperatura estable alrededor de 23°C, durante los 3 meses que duró el proceso de vermicompostaje. El Tratamiento T1 reportó mayor población de lombrices y mayor eficiencia en la producción de vermicomposta, pero el T3 presentó mayor incremento en masa, concluyendo que se puede utilizar la mezcla de 25% de hoja de plátano macho + 75% de estiércol bovino, pues de acuerdo con los resultados obtenidos, es la mezcla más aceptada y digerida por las lombrices. Sin embargo, no se recomiendan utilizar los residuos del plátano macho, ya que el testigo presentó mejores resultados en los tres indicadores evaluados.

Palabras clave: estiércol bovino, Lombriz Roja Californiana, plátano macho, vermicomposta.

Abstract

The vermicomposting process is an alternative solution to the current problem regarding the poor management of organic waste. This research was carried out with the purpose of measuring the population increase and mass of the Californian Red Worm and calculating the efficiency of vermicompost production, using cattle manure and waste leaves and pseudostems of plantain (*Musa balbisiana*). A completely randomized design was used with four treatments and four repetitions each, in which 2 kg of substrate and 100 adult worms were placed, making a control of variables, regulating

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

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

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

humidity and maintaining a stable temperature around 23°C, during the 3 months that the vermicomposting process lasted. Treatment T1 reported a higher worm population and greater efficiency in vermicompost production, but T3 showed a greater increase in mass, concluding that the mixture of 25% plantain leaf + 75% bovine manure can be used, since according to the results obtained, it is the mixture most accepted and digested by the worms. However, it is not recommended to use plantain residues, since the control presented better results in the three indicators evaluated.

Keywords: bovine manure, Californian Red Worm, plantain, vermicompost.

Introducción

La aceleración de los impactos sociales y medioambientales del cambio climático han puesto en el foco a la ganadería como una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en el mundo (Amigos de la Tierra, 2020).

La vermicomposta, es la excreta de la lombriz que se alimenta de desechos en descomposición, asimilando una parte (40%) para cubrir sus necesidades fisiológicas y el resto (60%) lo excreta, obteniéndose ésta mediante la ingesta, digestión, trituración y descomposición de residuos orgánicos a través de enzimas digestivas (Tito, 2022).

Castro (2022) afirma que el vermicompostaje (vermicomposteo) es un proceso de biooxidación y estabilización de la materia orgánica, mediado por la acción metabólica combinada de lombrices y microorganismos, que da como resultado abonos de excelente calidad, los cuales ayudan a disminuir el uso indiscriminado de fertilizantes químicos.

De acuerdo con Sánchez (2018), la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) es una de las especies más utilizadas por su capacidad de adaptarse a diferentes residuos orgánicos, pH (5.5 a 8.0), temperatura (16°C a 25°C) y humedad (70% a 85%). Esta lombriz es de fácil manejo en cautiverio. También es muy voraz y en condiciones óptimas puede llegar a consumir diariamente una cantidad de residuo equivalente a su masa, razones por la que es preferida en la lombricultura.

La importancia de descomponer las hojas de plátano macho en el proceso de vermicomposteo es que éstas en el campo son un medio de propagación de la enfermedad causada por el hongo Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), la cual afecta al área foliar de los platanares, reduciendo con ello su correspondiente producción y calidad del fruto; además, al estar por un tiempo en el suelo agrícola son un medio de protección para el Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*) que afecta al seudotallo de las plantas de este cultivo, ya que es su alimento, y por tal motivo los seudotallos en el suelo también sirven de hospederos para esta plaga. Por lo anterior, debe evaluarse si dichos seudotallos sirven de sustrato para la vermicomposta.

Es conveniente aprovechar, en esta región, los residuos orgánicos (estiércol bovino, hoja y seudotallo de plátano macho) ya que éstos son poco utilizados en el campo por los ganaderos y agricultores, además de obtener, con este proceso, abonos de alta calidad nutrimental que mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, dando por resultado la disminución en la aplicación de productos agroquímicos que afectan los contenidos de materia orgánica, poblaciones de los organismos del suelo y reducción del pH, lo que afectaría la disponibilidad de algunos nutrimentos, tales como el calcio, magnesio y potasio, principalmente.

La lombricultura, en la producción agrícola, tiene la finalidad de incrementar la calidad de muchos suelos agrícolas, recuperar zonas degradadas y disminuye la contaminación del agua al reducir lixiviados de la materia orgánica (Bustamante, 2016). Por lo tanto, se aprovechan las excretas animales de los productores del área aledaña al Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan con el objetivo de determinar cuál de los tratamientos presenta mayor número y masa de lombrices, así como de comprobar qué tratamiento reporta mayor porcentaje de producción de vermicomposta.

Castaño y Serrano (2013) consideran que debido a la problemática ambiental que los grandes volúmenes de residuos orgánicos representan en la actualidad, urge dar solución a dicha problemática que atenta contra la calidad ambiental y una excelente alternativa es la utilización del reciclaje de dichos residuos para obtener vermicomposta, que al ser aplicada a los campos de cultivo, incrementa la producción agrícola.

Materiales y métodos

Este proyecto se realizó durante el período comprendido de marzo a agosto de 2023, en el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, ubicado en la Av. Tecnológico No. 21. Ejido San Bartolo, San Juan Bautista Tuxtepec, Oax. C.P. 68448.

Los residuos orgánicos utilizados: restos de plátano macho (hojas y seudotallos en condición verde) y estiércol bovino, fueron colectados de la siguiente manera: los residuos de plátano macho fueron donados por un grupo de productores del Ejido San Bartolo, Tuxtepec, Oax., el estiércol bovino se obtuvo de las instalaciones pecuarias del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan y las Lombrices Rojas Californianas del área de lombricultura.

Las hojas de plátano macho se picaron con una desbrozadora hasta obtener un tamaño de aproximadamente 2 cm por lado y los seudotallos se cortaron en trozos de tamaño similar al de las hojas. Posteriormente, se colocaron, dependiendo del tratamiento, las cantidades de cada órgano en las taras (contenedores) correspondientes para agregarles la cantidad adecuada de estiércol y se mezclaron hasta obtener un sustrato homogéneo, posteriormente, se sembraron 100 lombrices en

cada contenedor.

Con dicho material orgánico, se elaboraron los siguientes tratamientos: estiércol bovino puro (testigo), hoja de plátano + estiércol bovino, seudotallo de plátano + estiércol bovino y mezcla de residuos del cultivo de plátano + estiércol bovino, estos tres últimos tratamientos en una proporción 1:3 (Cuadro 1).

Tratamientos	Proporciones
T	100% estiércol
T1	25% hoja + 75% estiércol
T2	25% seudotallo + 75% estiércol
T3	25% mezcla de residuos + 75% estiércol

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en este proyecto.

Posteriormente, se estableció el experimento complementado al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; las unidades experimentales consistieron en contenedores sin perforaciones (cajas de plástico resistente) cuyas dimensiones son: 50 x 35 x 27 cm de largo, ancho y altura, respectivamente, en las cuales se estudiaron las siguientes variables: número y masa de lombrices al inicio y final del experimento, así como la cantidad de sustrato aplicado y vermicomposta producida al final del proyecto.

Cada semana (durante todo el proceso de vermicomposteo) se corroboró que la temperatura fuera regular ($23 \pm 2^\circ\text{C}$); el contenido de humedad del material se reguló cada 3 días; y la determinación de materia orgánica y medición del pH se efectuó al inicio, a mediados y al final del experimento. Las prácticas mencionadas se realizaron de acuerdo con las recomendaciones de la Norma NMX-FF-109-SCFI-2008.

Con base en los contenidos de humedad se realizó la práctica de riego aplicando la cantidad de agua requerida y comprobando al tacto el contenido adecuado de humedad para evitar excesos y no saturar el sustrato; de tal manera que las lombrices continuaran satisfactoriamente con el proceso de vermicompostaje, manteniendo a los tratamientos en condiciones similares.

En relación con la temperatura, el rango obtenido en los diferentes tratamientos fluctuó entre 22 y 24°C durante todo el proceso; el contenido de agua se mantuvo en un rango de 62 a 75%, el cual es adecuado para que las lombrices se desplacen con facilidad dentro del sustrato y lo pudieran fragmentar; el pH en todos los tratamientos varió de 7.6 a 8.1, siendo éste tolerado por las lombrices.

Resultados y discusión

El mejor tratamiento, estadísticamente, que incrementó el tamaño de la población de Lombrices Rojas Californianas fue el Tratamiento T (estiércol bovino puro), seguido de los tratamientos 1, 2 y 3 (Figura 1).

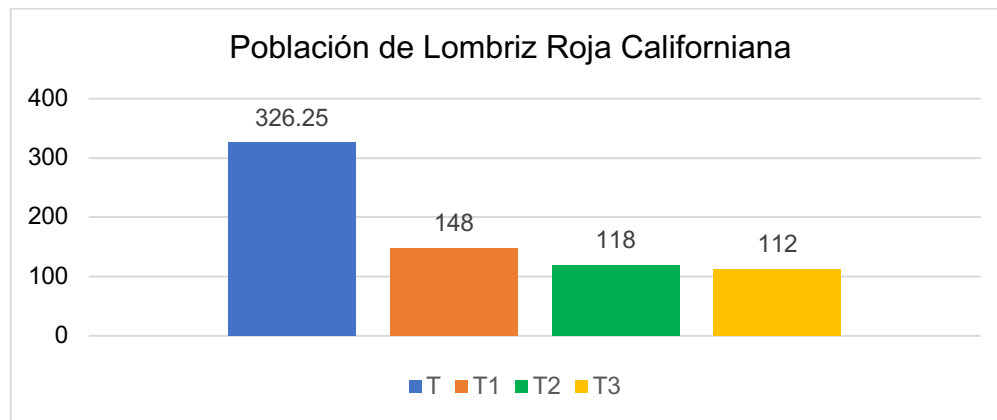


Figura 1. Población de Lombriz Roja Californiana promedio por tratamiento.

Con base en los datos obtenidos de masa de la población de lombrices, en los diferentes tratamientos, el que presentó el mayor valor fue el Tratamiento T, seguido de los Tratamientos T3, T2 y T1, respectivamente (Figura 2).

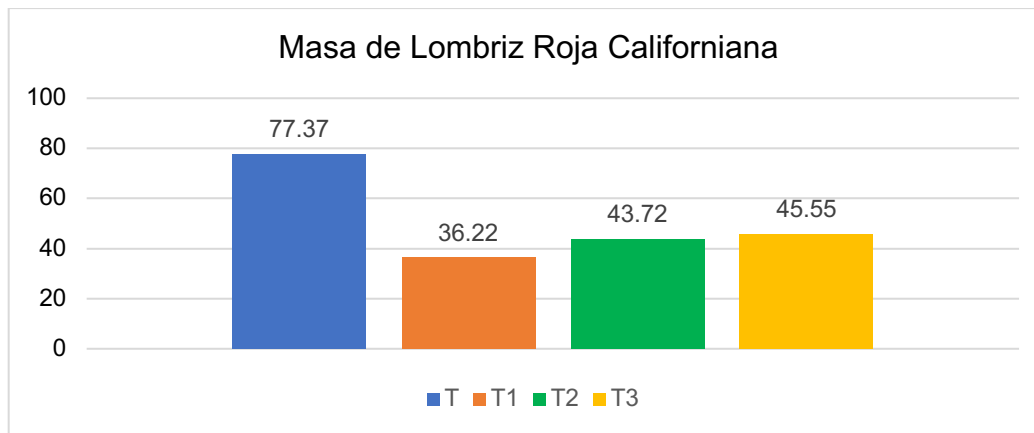


Figura 2. Masa de Lombriz Roja Californiana.

Además, de masa y población de lombrices, se calculó la eficiencia de producción de abono orgánico, siendo el Tratamiento T el que presentó el mayor porcentaje, seguido de los Tratamientos T1, T2 y T3 (Figura 3).

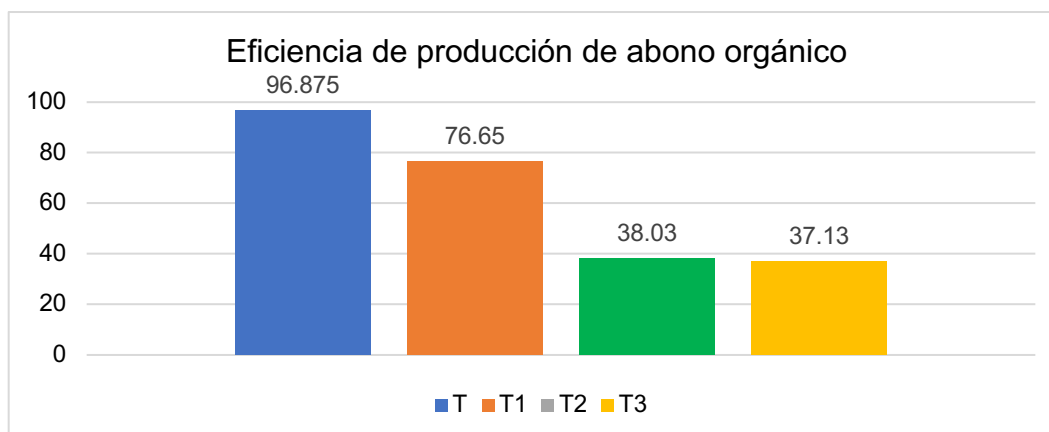


Figura 3. Eficiencia de producción de abono orgánico.

Considerando lo mencionado por Cuéllar *et al.* (2012), en este experimento se esperaba que los resultados no variaran tanto entre el Tratamiento T (testigo) y las mezclas (T1, T2 y T3), ya que en esta región los subproductos de la cosecha de plátano macho, prácticamente son desperdiciados.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que el Tratamiento T presenta superioridad sobre los demás tratamientos, tanto en población y masa de Lombriz Roja Californiana como en la eficiencia de producción de abono orgánico. Por lo que no se recomienda utilizar los residuos de plátano macho para la producción de vermicomposta, excepto la hoja de la planta y sólo en caso de ser necesario.

Referencias

- Amigos de la Tierra. (2020). La ganadería y su contribución al cambio climático. Basque Center for Climate Change (BC3). <https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2020/09/Informe-Ganaderia-Cambio-climatico-Amigos-de-la-Tierra.pdf>
- Bustamante, L. (2016). La lombricultura como alternativa en la producción agrícola utilizando la Lombriz Roja Californiana [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8286/LETICIA%20BUSTAMANTE%20TIZNADO.pdf>
- Castaño, S. y Serrano, R. (2013). Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en la Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEMex, mediante la técnica de vermicompostaje. Estado de México, México.
- Castro, E. M. (2022). Determinación de la efectividad del lombricompostaje en la estabilización de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Celendín [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4950/Tesis%20Ing%20Ambiental.%20Emeli%20MCC.%20/2022.pdf>
- Cuéllar, A.A., Álvarez, J. E., Brito, A. N., Caraballoso, A., Jonhson, J. L., Báez, D. V., & López, P. P. (2012). Producción de humus de lombriz a partir de subproductos de cosecha del plátano (*Musa* spp.) y cachaza. *Centro Agrícola*, 39(1), 41-47.
- Sánchez, J. (2018). Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, *Eisenia foetida* y *Lumbricus* sp., en la provincia de Arequipa. [Tesis de grado, Universidad de San Agustín de Arequipa, Perú].

Tito, M. (2022). Influencia del vermicompostaje en la recuperación de lodos residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Santa Clara - Lima 202 [Tesis de grado, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11365/2/IVFIN107TETITOSanchez2022.pdf>

PROPUESTA DE INCLUSIÓN DEL TEMA DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE EN LA VIDA DIARIA

EDITH DEL CARMEN ROSAS PRIETO¹

Resumen

En la actualidad, sin importar el estilo de vida que lleve cada persona, todos están expuestos constantemente a diversos factores que pueden comprometer su integridad física, emocional o psicológica; incluyendo el cuidado del medio ambiente. El cumplimiento de las normas de la Secretaría del Trabajo y Prevención

Social ayuda a prevenir accidentes o daños considerables en cuestión de seguridad e higiene en la vida de las personas. Así mismo, la NOM-052-SEMARNAT-2005 cuida, protege y asegura que los residuos que se consideren peligrosos se clasifiquen, dispongan y traten de una forma adecuada sin dañar el medio ambiente en el que vivimos; haciéndolo más sustentable para los seres vivos. Es fundamental informar a todas las personas acerca de los temas de seguridad, higiene, medio ambiente y la forma en la que estos intervienen en las actividades o vida diaria de cada individuo. No sólo es importante para los trabajadores, sino que también para las personas que no se encuentran en el ámbito laboral. Concientizar, informar y preparar a las personas mediante campañas sociales, con ello lograr que cada individuo tenga las competencias necesarias para ser dueños de su propia seguridad; fomentar y propagar la importancia del cuidado del medio ambiente.

Palabras Clave: Seguridad. Vida. Diaria. Higiene. Medio ambiente.

Abstract

Currently, regardless of the lifestyle that each person leads, everyone is constantly exposed to various factors that can compromise their physical, emotional or psychological integrity; including caring for the environment. Compliance with the regulations of the Ministry of Labor and Prevention Social helps prevent accidents or considerable damage in terms of safety and hygiene in people's lives. Likewise, NOM-052-SEMARNAT-2005 cares for, protects and ensures that waste that is considered dangerous is classified, disposed of and treated in an appropriate manner without damaging the environment in which we live; making it more sustainable for living beings. It is essential to inform all people about safety, hygiene, and environmental issues and the way in which these intervene in the activities of daily life of each individual. It is not only important for workers, but also for people who are not in the

¹ ec.rosas.97@gmail.com

workplace. Raise awareness, inform and prepare people through social campaigns, thereby ensuring that each individual has the necessary skills to be owners of their own security; promote and propagate the importance of caring for the environment.

Keywords: Security. Life. Daily. Hygiene. Environment.

Introducción

Puede que estemos en un estadio de fútbol, en un cine, en el colegio, una confitería, caminando por la calle o simplemente estemos en nuestro hogar; pero ¿nos pusimos a pensar sobre la importancia de las condiciones de Seguridad de nuestro entorno y de qué manera este puede influir en nuestra integridad psicofísica? ¿Qué sucedería o qué haríamos ante una circunstancia o hecho no deseado, en el cual nos sintiéramos amenazados por la real posibilidad de que nos suceda algo malo; un Siniestro?

Estas ideas nos llevan a pensar que estamos expuestos a Riesgos en nuestra vida diaria, en todos lados, y que debemos actuar social e individualmente para evitar que estos nos provoquen un Accidente. Cada uno de nosotros debe accionar y defender nuestros Derechos e Intereses Colectivos, para el bienestar propio y de la sociedad en general. Todos debemos exigir condiciones adecuadas y Seguras del lugar donde estemos, de aquí la importancia de conocer y actuar.

La vida cotidiana está rodeada de peligros, en todo lugar, desde la casa al trabajo, en los lugares de esparcimiento, de educación y en todo lugar donde nos encontremos aún, tal vez más, en el trayecto a ellos.

Los peligros se desarrollan en virtud al avance tecnológico que no agobia día a día. Los peligros, los riesgos, representan una probabilidad de sufrir un accidente o contraer una enfermedad.

Por ello, saber reconocer los riesgos es la base de nuestro desarrollo de vida.

Los accidentes de trabajo en general, varían en función a la frecuencia, a la gravedad y a las consecuencias, pero de cualquier forma dejan consecuencias.

Lo mismo se puede decir de las enfermedades laborales, que se presentan cada vez con mayor frecuencia.

Lo expuesto lleva como consecuencia directa a comprender la importancia de la Seguridad y la Higiene en el trabajo.

La alta competitividad de las empresas las ha llevado a desarrollar programas de Higiene y Seguridad en el trabajo con el fin de aumentar la productividad y la calidad entre otras variables que interesan a las empresas en función a su desarrollo, junto con la contaminación ambiental y la ecología.

Si bien la raíz de esta disciplina se remonta a tiempos remotos, es para nuestro medio una técnica relativamente nueva y en desarrollo.

La complejidad de la tecnología y las técnicas administrativas que se utilizan hace que esta disciplina esté en manos de profesionales comprometidos con el desarrollo de las empresas, la economía y por sobre todas las cosas, la vida de sus semejantes, estos profesionales, deben desarrollar sus tareas con responsabilidad y ética.

Esto constituye un verdadero reto que deben estar preparados a enfrentar quienes comienzan este camino, el utilizar la prevención como herramienta principal de la seguridad, será desde ahora una cosa habitual.

Corregir problemas, ver los riesgos y eliminarlos aunque no haya habido a la fecha referencia de accidentes por riesgos similares. Quienes hacen seguridad deben tratar de adelantarse a los problemas, no ir solucionando problemas, si esperamos que se produzcan los accidentes para evitar futuros estaremos siempre detrás del problema, no quiere decir que esto no deba hacerse, por supuesto que hay que corregir las condiciones que llevan a producir accidentes con la finalidad que no se repitan, pero es también fundamental que analicemos los riesgos antes que produzcan accidentes, poniendo así el caballo delante del carro.

Metodología

El hombre ha tenido desde siempre la necesidad de protegerse de las adversidades y las inclemencias del medio ambiente y los demás seres vivos que comparten la tierra con él.

Desde la edad de piedra en que el hombre crea sus primeras armas y herramientas, es posible que haya tenido inconvenientes al utilizarlas, también es posible que haya sufrido lesiones por caídas, proyecciones y atrapamientos entre otras causas.

Posteriormente cuando se inicia la edad de Bronce, y con ella el desarrollo de la agricultura y las prácticas artesanales, no cabe duda que los riesgos aumentaron y con ellos los accidentes. Pero también es cierto que resultaba mucho más importante la seguridad colectiva que la individual.

El riesgo que representaban las armas en las luchas por la obtención de territorios, fue aumentando y llevó al hombre a fabricar su primer equipo de protección personal, para defenderse de los ataques de sus semejantes.

Existen antecedentes de hace 4000 años sobre los primeros códigos de seguridad en los que se encuentran detalladas indemnizaciones por pérdidas similares a las actuales, mientras que la medicina laboral u ocupacional data desde los principios de la era Cristiana.

Si bien estos datos revelan la existencia de antecedentes sobre el tema, sabemos que las prácticas de abusos sobre esclavos, niños y mujeres eran comunes en esas épocas y hasta no hace tantos años se han realizado.

El desarrollo de la Seguridad comienza con el desarrollo de la Revolución Industrial, y fueron en Inglaterra los primeros datos conocidos del nacimiento de la Seguridad como se concibe hoy.

En diferentes naciones va naciendo la necesidad de reglamentar las condiciones de seguridad, esto está íntimamente relacionado con el desarrollo de las mismas y si bien en Inglaterra han nacido las primeras leyes en el año 1855 en América se han ido dando posteriormente en el siguiente orden cronológico:

NACIÓN	AÑO
EE. UU.	1910
El Salvador	1911
Perú	1911
Uruguay	1914
Argentina	1915
Chile	1916
Colombia	1916
Panamá	1916
Brasil	1919
Ecuador	1921
Venezuela	1923
Costa Rica	1924
Bolivia	1924
Paraguay	1927
Nicaragua	1930
México	1931
Rep. Dominicana	1932
Guatemala	1946
Honduras	1952

LA HIGIENE Y SEGURIDAD COMO CIENCIAS MULTIDISCIPLINARIAS

Si bien el desarrollo de las técnicas ha ido trayendo desarrollo sobre los equipos de protección colectiva y personal, algunos descubrimientos han ocasionado la muerte de quienes lo hicieron como por ejemplo el caso del Radio, que causa el cáncer que termina con la vida de Marie Curie.

Si bien es cierto que el desconocimiento de los riesgos es la causa de muchos de los accidentes es también cierto que el desprecio por la vida y la inconsciencia es en la mayoría de los casos causa de accidentes fatales como en la edad de piedra.

Dado el desarrollo actual de la seguridad e higiene laboral, se han creado varias divisiones y disciplinas o especialidades. Como pueden ser, la ergonomía, la ecología, la fisiología laboral, la psicología laboral y las relaciones humanas laborales, además de las divisiones propias que se generan desde el punto de vista ocupacional, como son la higiene y seguridad rural, la higiene y seguridad en la construcción, entre otras ocupaciones.

Como puede verse la higiene y seguridad son técnicas que se nutren de diversas fuentes aplicándolas a diferentes situaciones en función a las necesidades y complejidades que se presenten. Todo sin mencionar las ciencias básicas que son justamente la base del desarrollo de todas las ciencias.

Las enfermedades laborales, son tan antiguas como el hombre, existen antecedentes de la época de los Faraones, de enfermedades sufridas por los esclavos como consecuencia de la exposición a ambientes laborales adversos o contaminados.

Como por ejemplo la exposición de trabajadores al polvo del bermellón que producía serios daños en las vías respiratorias a comienzo de la era Cristina y que obligaba a los trabajadores a colocarse vejigas frescas de res en las fosas nasales, lo que constituye el primer antecedente de una protección respiratoria.

De la misma manera se conoce que Galeno, descubre trastornos respiratorios en obreros de minas y otras enfermedades que son causadas por los vapores del plomo.

Todos estos avances se producen lentamente hasta el siglo XX que como consecuencia del desarrollo industrial y tecnológico los mismos se desarrollan como casi todo el resto de la tecnología en forma exponencial.

En el año 1916 la Organización Internacional del Trabajo OIT, se funda con la finalidad de consolidar la protección del trabajador contra las enfermedades laborales. En los países de América los antecedentes de la medicina laboral son muy amplios y el desarrollo actual constituye una especialidad dentro del área de la Seguridad Laboral.

Referente al control ambiental, recién a fines del siglo XX se ha comenzado a pensar en las consecuencias que se están sufriendo como resultado del uso indiscriminado de diferentes tipos de contaminantes, estas consecuencias aún reversibles, nos muestran que es lo que no deberíamos seguir haciendo. El desarrollo de la Ecología como disciplina integradora de diversas ciencias como lo son, la Biología, la Química y la Medicina entre otras ha traído aparejada el desarrollo de grandes campañas comprometidas a mostrar el deterioro ecológico para crear conciencia sobre los niveles de contaminación del aire, el suelo, y el agua.

En especial en aquellas personas involucradas en el tema, como lo son empresarios, propietarios de grandes, pequeñas o medianas empresas, que provocan algún tipo de contaminación, ya que todas en alguna medida son las que contribuyen al deterioro del medio ambiente.

LA SEGURIDAD

La seguridad es la disciplina que se ocupa de Prevenir la ocurrencia de los accidentes de trabajo.

Los Accidentes se producen, porque coinciden en tiempo y lugar condiciones inseguras con actos inseguros, pudiendo estar presente un factor que llamamos contribuyente y que actúa como catalizador de ambos a favor del accidente.

CONDICION INSEGURA

Una Condición Insegura es aquella causa imputable a la maquinaria, equipo, etc., cuya presencia hace que ocurra el accidente. Por ejemplo:

- Orden y Limpieza deficiente en el lugar de trabajo
- Protecciones y resguardos inadecuados o inexistentes
- Herramientas, equipos o materiales defectuosos
- Espacios limitados
- Sistemas de advertencias insuficientes o inexistentes
- Iluminación excesiva o insuficiente

ACTO INSEGURO

Un Acto Inseguro, es aquella causa por la cual el accidente se produce por un error humano, consciente o no. Por ejemplo:

- Adoptar una posición inadecuada para hacer una tarea
- Levantar objetos de manera incorrecta
- Instalar o almacenar cargas de manera inadecuada
- Hacer bromas en el trabajo
- Trabajar bajo el efecto del alcohol y/o drogas

El Factor Contribuyente, es un factor agravante, consciente o no, agradable o no, que confluye a que el accidente posea una mayor probabilidad de ocurrencia.

LOS RIESGOS

Los riesgos que encontramos en diferentes actividades son:

- Eléctricos: Contactos directos o indirectos y por electricidad estática.
- Mecánicos: Caída desde altura, caídas a nivel, caídas de objetos, atrapamientos, golpes o choques por objetos, cortes con objetos, proyecciones con objetos, pisadas sobre objetos.
- Incendios: Por sólidos, por líquidos, incendio de gases, eléctricos o combinados y explosiones.
- Otros Tipos: Quemaduras por contacto, contacto con sustancias, ingestión de sustancias, presiones anormales, atropellamiento por animales, mordedura de animales, choque de vehículos, atropellamiento de vehículos, agresión por armas.

Por supuesto en algunas actividades específicas pueden aparecer riesgos que no han sido mencionados aquí.

GRADO DE PELIGROSIDAD

El grado de peligrosidad de un riesgo es directamente proporcional a la consecuencia que es esperable en caso de ocurrencia del accidente por la probabilidad de ocurrencia y la exposición frente al mismo. La probabilidad de ocurrencia está relacionada de manera directa con el conocimiento de quienes están expuestos, de la existencia del riesgo, su capacitación e idoneidad. Mientras que la exposición está relacionada con la cantidad de personas frente al riesgo y el tiempo que los mismos pasan frente a él.

LA HIGIENE

La higiene es la disciplina que se ocupa de prevenir la aparición de enfermedades.

Entendiendo como Enfermedad a aquella que se ha adquirido como consecuencia de la exposición a un agente de riesgo que se encuentra presente en el las actividades diarias.

Los agentes de riesgo se clasifican según su origen en físicos, químicos, biológicos y ergonómicos.

LOS FÍSICOS

Ruidos

Vibraciones

Iluminación

Presión

Carga térmica

Radiaciones Ionizantes y no ionizantes

Baja temperatura

LOS QUÍMICOS

Nieblas

Polvos

Gases

Vapores

Humos

LOS BIOLÓGICOS

Virus

Bacterias

Hongos

LOS ERGONÓMICOS

Cargo de trabajo dinámica

Carga de postura física

Carga física total

Levantamiento de cargas

Diseño del puesto de trabajo

Gestos repetitivos

Operaciones y/o condiciones inadecuadas

Higiene ambiental y de la comunidad

Los espacios públicos, lugares de trabajo y los sitios donde se desarrollan la mayor parte de las actividades, deben reunir las condiciones mínimas de higiene ambiental para mejorar los niveles de salud, evitar contagios y proteger a las personas que pueden ser más vulnerables, y así, ganar en calidad de vida tanto a nivel personal como en la comunidad.

- Cuida el agua, es necesaria para tu vida diaria. NO la desperdicies
- Clasifica la basura en desechos orgánicos e inorgánicos
- Cuida los árboles y enseña a los niños y niñas a cuidar el ambiente
- Evita los incendios forestales
- No tires basura en la calle o en ríos y lagunas
- Mantén limpio tu entorno

Higiene de la vivienda

Al mantener tu casa limpia y ordenada evitarás que los microbios, virus y bacterias lleguen a tu familia y enfermen, algunas medidas que puedes realizar son:

- Barre todos los días
- Sacude y tiende las camas
- La cocina debe estar siempre limpia y ordenada
- Si tienes animales de granja, deben estar en su corral en el patio
- Baña a tus mascotas
- Conserva limpios y ordenados patios, jardines y azoteas
- Utiliza mosquiteros impregnados con insecticida en ventanas y puertas para proteger a tu familia

de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue

Higiene de los alimentos

Es uno de los aspectos vitales para contribuir a prevenir enfermedades gastrointestinales y tener un buen estado de salud. Pon en práctica estas sugerencias para que tengas unos alimentos saludables:

- Lava con agua y desinfecta las frutas y verduras antes de prepararlas o comerlas
- Utiliza agua purificada, hervida o desinfectada
- Separa los alimentos crudos de los cocidos

- Mantén los alimentos tapados y en refrigeración
- Cuécelos bien
- Mantén limpios y protegidos platos, vasos y cucharas

Existen diferentes formas de promover una cultura de prevención de accidentes. Con el desarrollo conjunto del sitio de Prevención de Accidentes en el portal de comunicación educativa CLIKISalud, se puso a disposición de la población información útil y consejos prácticos para prevenir los tipos más comunes de accidentes en personas de todas las edades y en diversas situaciones.

La sección de Prevención de Accidentes, está organizada en 6 principales categorías:

- **Accidentes viales:** proporciona información para peatones, ciclistas, motociclistas y conductores sobre los distintos factores de riesgo, medidas preventivas y los primeros auxilios necesarios en caso de un accidente vial.
- **Ahogamiento:** ofrece información vital para la prevención de ahogamiento en niños, adolescentes y adultos mayores. Se explican los factores de riesgo y se brindan consejos de seguridad en entornos acuáticos.
- **Asfixia:** brinda información sobre prevención y respuesta a incidentes de asfixia en personas de cualquier edad, incluyendo recomendaciones para prevenir asfixias en el hogar, consejos de seguridad al comer y cómo realizar primeros auxilios, como la maniobra de Heimlich.
- **Caídas:** ofrece consejos sobre seguridad en el hogar, como la prevención del uso de andadores para bebés y la instalación de barreras de seguridad en escaleras. Para los adultos mayores, se recomienda eliminar riesgos en el hogar, asegurar una buena iluminación y consultar con profesionales de la salud sobre medicamentos que pueden causar mareos.
- **Envenenamientos:** se destacan los riesgos más comunes en el hogar y ofrece estrategias de prevención, como el almacenamiento seguro de productos y la ventilación adecuada al usar químicos. Además, incluye consejos de primeros auxilios y recomendaciones para buscar ayuda profesional en caso de envenenamiento.
- **Quemaduras:** se explican las causas más comunes de quemaduras, los diferentes grados y sus síntomas. Se proporciona una guía detallada sobre cómo prevenir quemaduras tanto en el hogar como en otros entornos, y se dan recomendaciones específicas para la protección de niños y adultos mayores. Incluye también pasos claros para la administración de primeros auxilios en caso de quemaduras menores.

Ofrecen estadísticas y videos educativos para reforzar los conocimientos y la conciencia sobre la seguridad, estrategias de prevención para todas las edades y consejos prácticos para evitar los accidentes más habituales.

Conclusiones

La inclusión de la Seguridad, Higiene y Medio Ambiente en la vida diaria permite llegar a las siguientes conclusiones:

Si estamos en un lugar cerrado, qué haríamos ante una situación de derrumbe o de incendio; cómo actuaríamos frente a un hecho malo o agresivo? El lugar, ¿tiene las vías de evacuación señalizadas, posee extintores habilitados, las instalaciones eléctricas están adecuadamente protegidas, hay iluminación y salidas emergencia. ¿Existe un plan de evacuación que permita o facilite la salida rápida y segura de las personas involucradas?

En cualquier situación, muchas veces estamos expuestos a riesgos propios del lugar donde nos encontremos, situaciones que nos pueden provocar un Siniestro debido a Condiciones Inseguras que no se han tenido en cuenta y que, lamentablemente, solo las valoramos cuando sucede un hecho desafortunado.

Todo lugar debe tener adecuadas condiciones de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente, y estas están destinadas no solo a las personas que trabajan en el mismo, sino también a todas las personas del entorno, lo que nos permite concluir sobre la importancia de este tema para toda la sociedad y en todo lugar.

Referencias

DEL TRABAJO, ORGANIZACION INTERNACIONAL. "Secretaría Del Trabajo Y Previsión Social - STPS | OIT/Cinterfor." <https://www.oitcinterfor.org/Instituci%C3%B3n-Miembro/Secretar%C3%ADa-Del-Trabajo-Previsi%C3%B3n-Social-Stps/>, Nov. 2021, www.oitcinterfor.org/instituci%C3%B3n-miembro/secretar%C3%ADa-del-trabajo-previsi%C3%B3n-social-stps. Accessed 2023.

DERECHOS RESERVADOS, PRIVACIDAD, SECRETARÍA DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL. "Identificación de Las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad Y Salud En El Trabajo." asinom.stps.gob.mx, 2012, asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx. Accessed 2023.

NAVARRETE PRIDA, ALFONSO. Seguridad Y Salud En El Trabajo En México- Avances, Retos Y Desafíos. HS-México, 2017, p. 33, [www.ith.mx/documentos/Libro-Seguridad%20y%20salud%20en%20el%20trabajo%20en%20M%C3%A9xico-Avances,%20retos%20y%20desafios%20\(Digital\).pdf](http://www.ith.mx/documentos/Libro-Seguridad%20y%20salud%20en%20el%20trabajo%20en%20M%C3%A9xico-Avances,%20retos%20y%20desafios%20(Digital).pdf). Accessed 2023.

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVENCIÓN SOCIAL, ASINOM. "MARCO NORMATIVO de SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO." AUTOGESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, 2012, asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx /. Definición e importancia del cumplimiento de las normas de la secretaría del trabajo y prevención social.

Salud, O. P. (2021). PAHO. Obtenido de <https://www.paho.org/es/emergencias-salud/reglas-oro-oms-para-preparacion-higienica-alimentos>

Salud, S. d. (05 de Julio de 2024). Gob.mx. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/articulos/higiene-personal-y-del-entorno>

Social, S. d. (Septiembre de 2022). STPS. Obtenido de Estadísticas/Riesgos laborales: <https://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/riesgos.htm>

PRÁCTICAS GANADERAS PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CONDICIONES TROPICALES

JOSÉ ALFREDO VILLAGÓMEZ CORTÉS¹

TRISTÁN REYES RAMÓN²

RAYMUNDO SALVADOR GUDIÑO ESCANDÓN³

Resumen

El cambio climático representa un desafío significativo para la ganadería, lo que afecta tanto la producción como la sostenibilidad ambiental. El objetivo de esta investigación fue identificar las prácticas ganaderas que contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático. Se aplicó una encuesta a 37 ganaderos en el municipio de Medellín, Veracruz., para conocer sus prácticas actuales y percepciones sobre el cambio climático. Se identificaron 16 diferentes prácticas ganaderas que se consideran benéficas para el medio ambiente: sistemas de manejo (pastoreo rotacional, silvopastoreo o agrosilvopastoreo, sistemas agroforestales); arborización; protección de áreas de conservación; restauración y protección de humedales y manglares; rotación de cultivos; captura de agua de lluvia; manejo apropiado de residuos, de cercos vivos, y de corredores biológicos; selección genética para criar ganado resistente al ambiente; compostaje; uso de abonos orgánicos, de biodigestores, y de energías renovables. Se concluye que los productores pecuarios tienen conciencia de la existencia de prácticas ganaderas que contribuyen negativamente al cambio climático, además de que conocen, aunque no aplican por completo, prácticas que contribuyen a mitigar este impacto.

Palabras clave: educación ambiental, ganado vacuno, sostenibilidad ambiental, trópico húmedo, variabilidad climática.

Abstract

Climate change represents a significant challenge for livestock farming, affecting both production and environmental sustainability. The objective of this research was to identify livestock farming practices that contribute to mitigating the effects of climate change. A survey was applied to 37 livestock farmers in the municipality of Medellín, Veracruz, to learn about their current practices and perceptions about climate change. Sixteen different livestock farming practices were identified that are considered beneficial for the environment: management systems (rotational grazing, silvopastoral or agrosilvopastoral, agroforestry systems); tree planting; protection of conservation areas; restoration

¹ Universidad Veracruzana, avillagomez@uv.mx

² Universidad Veracruzana, zs20010671@estudiantes.uv.mx

³ Universidad Veracruzana, egudino@uv.mx

and protection of wetlands and mangroves; crop rotation; rainwater harvesting; appropriate management of waste, living fences, and biological corridors; genetic selection to raise environmentally resistant livestock; composting; use of organic fertilizers, biodigesters, and renewable energy. It is concluded that livestock producers are aware of the existence of livestock practices that contribute negatively to climate change, and that they are aware of, although they do not fully apply, practices that contribute to mitigating this impact.

Keywords: environmental education, cattle, environmental sustainability, humid tropics, climate variability.

Introducción

La ganadería tiene un papel fundamental en la economía y desempeña un papel crucial en el desarrollo del país y en la provisión de alimentos y empleo en el largo plazo; sin embargo, esta actividad también presenta una serie de prácticas perjudiciales como la deforestación para la expansión de pastizales, el hacinamiento de animales, la contaminación de cuerpos de agua, la introducción de nuevas especies vegetales y animales, la presencia de lagunas de excretas a cielo abierto, la quema de potreros, el pisoteo excesivo del suelo, el uso excesivo de agroquímicos, el sobrepastoreo y la ganadería intensiva, las cuales ejercen un daño significativo sobre el medio ambiente e impactan en el cambio climático (Díaz-Gallegos y Mas-Causse, 2009).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el subsector pecuario aporta a nivel mundial el 12% de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) provocadas por actividades humanas (FAO, 2023), y su impacto en el clima se agravará con el incremento continuo en la demanda de carne en el mundo, pues cada año la humanidad consume más carne y lácteos, por lo que se requiere una acción urgente para hacer frente a esta situación. No obstante, estudios más recientes reevaluaron la contribución del ganado a la producción de GEI y consideran que la información original sobreestimó los valores reales (Liu *et al.*, 2021).

Las zonas tropicales de Veracruz se consideran particularmente vulnerables a eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones (INECC, 2018). De igual modo, existen prácticas ganaderas con un efecto negativo sobre el cambio climático, así como otras prácticas ganaderas sostenibles que pueden reducir las emisiones de GEI y promover la adaptación (FAO, 2023; Gerber *et al.*, 2013). Siendo la ganadería una actividad económica fundamental en México, es crucial abordar y mitigar sus impactos ambientales negativos para asegurar un desarrollo sostenible y reducir su contribución al cambio climático, por lo que resulta necesario adoptar prácticas ganaderas deseables para proteger el medio ambiente y asegurar la sostenibilidad y la resiliencia de la ganadería frente a los desafíos

climáticos futuros, pues ello abrirá un abanico de oportunidades para los encargados de formular políticas, y para las partes interesadas de la industria, los grandes y los pequeños productores y los consumidores. En consecuencia, el objetivo de este estudio fue identificar las prácticas ganaderas que provocan efectos negativos en el cambio climático, así como aquellas que contribuyen a mitigar dichos efectos en el municipio de Medellín, Veracruz, México.

Material y métodos

Localización y descripción del área

Este trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Medellín, Veracruz, México, en región de las llanuras del Sotavento, en la zona centro del estado, a una altura promedio de 52 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de temperatura de 24-28°C (INEGI, 2018). El municipio de Medellín se integra por 79 localidades y abarca una superficie total de 398.20 km².

Diseño de la investigación

Se diseñó, validó y aplicó durante abril y mayo de 2024 un cuestionario estructurado que contenía mayormente preguntas de opción múltiple. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen y Manterola, 2017).

Análisis de datos

Se creó una base de datos en Microsoft Excel 2010[®] con las respuestas al cuestionario y los datos se analizaron con Minitab versión 19 (<https://www.minitab.com>) mediante estadística descriptiva y pruebas de correlación lineal simple entre algunas variables. Para todos los análisis se consideró significancia estadística cuando $P \leq 0.05$. Las variables independientes usadas fueron: edad, escolaridad, localidad, tamaño del hato y superficie del predio. Las variables dependientes incluidas fueron: número de prácticas positivas utilizadas y número de prácticas negativas usadas. Todas las variables fueron cuantitativas, excepto escolaridad y localidad, las cuales para fines de análisis se manejaron como categoría en orden ascendente y las que se sometieron a la correlación de Spearman (Restrepo y González, 2007).

Resultados y discusión

Datos sociodemográficos

La mayoría de los 37 participantes en la encuesta fueron hombres (30, 81%) entre 57 y 67 años (12, 32.4%), seguido del grupo entre 46 y 56 años (7, 18.9%). El 48.6% de los participantes tuvo 57 o más años. El último grado de estudios obtenido es variable: primaria (12, 32.4%), licenciatura (11, 29.7%), preparatoria (5, 13.5%) y secundaria (5, 13.5%). La mayoría tienen a la ganadería como su actividad

principal (30, 81%) y sus animales se mantienen en 16 diferentes localidades del municipio de Medellín, aunque los participantes mencionaron: La Laguna (9, 24.3%), Rancho del Padre (6, 16.2%) y Juan de Alfaro (4, 10.8%).

Antecedentes y experiencia ganadera

La antigüedad como ganaderos es muy variable: 11 a 20 años (12, 32.4%), 41 a 50 años (7, 18.9%) y 11 a 20 y 21 a 40 (6, 16.2% en cada caso), y una persona con más de 60 años en la actividad. La mayoría (24, 64.8%) se dedican al doble propósito, y con menor frecuencia a la producción de leche (6, 16.2%), la venta de genética (4, 10.8%), y la producción de carne (3, 8.1%). Entre los productores encuestados predomina el uso del pastoreo extensivo (17, 45.9%), y en menor grado la rotación de potreros (9, 24.3%), la ganadería intensiva (5, 13.5%) y el pastoreo rotacional (4, 10.8%), además de ganadería semiestabulada (2, 5.4%).

Cada actividad ganadera tiene un impacto específico en el medio ambiente y en el cambio climático. Por ejemplo, la cría intensiva de ganado tiene un mayor impacto negativo sobre el ambiente que la cría extensiva (Calle *et al.*, 2012). De igual forma, para cada actividad ganadera se pueden adaptar ciertas prácticas específicas así, si la principal actividad ganadera es la producción de carne, las estrategias pueden incluir cambios en la alimentación del ganado para reducir las emisiones de metano, mientras que, si se trata de la producción láctea, las estrategias pueden centrarse en la gestión de residuos y la eficiencia energética en los sistemas de refrigeración.

Inventario ganadero, razas, superficie disponible y tipo de pastos

La mayoría de los ganaderos (11, 29.7%) tienen más de 71 cabezas de ganado; con menor frecuencia, tuvieron entre 11 y 20 cabezas (7, 18.9%); 21-20, 31-40, y 41-50 (4, 10.8% en cada caso), 1-10 (3, 8.1%), 51-60 y 61-70 (2, 5.4% en cada caso). Una cantidad de animales más alta representa un mayor impacto sobre el medio ambiente que, debido a que necesitan una cantidad superior de recursos como agua y alimento, además de que se producen volúmenes más grandes de desechos y de gases con efecto invernadero.

La mayoría de los productores poseen una sola raza o grupo genético de ganado (23, 62.2%), pero también hay quienes tienen dos razas (6, 16.2%), tres razas (4, 10.8%), cinco razas (2, 5.4%), y hasta cuatro y seis razas (1, 2.7% en cada caso). Todos los ganaderos manejan razas de ganado criollas o adaptadas al trópico. Al identificar las razas adecuadas, se puede aumentar la resiliencia del ganado ante las condiciones climáticas cambiantes, disminuir la necesidad de tratamientos médicos y mejorar la calidad de los productos ganaderos, lo que contribuye a la sostenibilidad y la capacidad de adaptación del ganado ante el cambio climático (Nuñez-Domínguez, 2016).

La superficie destinada para fines ganaderos es variable, aunque predominan los extremos: 1-10 ha (11, 29.7%) y más de 71 ha (29.7%), con un promedio de 35.5 ha y donde 62.2% poseen menos de 40 ha. Varios autores coinciden en señalar que los ganaderos que utilizan una mayor área para fines ganaderos son más propensos a implementar prácticas sostenibles, como la ganadería extensiva, la rotación de potreros, y los sistemas agrosilvopastoriles o silvopastoriles, entre otros (Alayón-Gamboa *et al.*, 2018; Montagnini *et al.*, 2013; Murgueitio *et al.*, 2013, 2014, 2016). Se encontró una correlación de Pearson positiva entre superficie y tamaño del hato ($r=0.352$, $P=0.032$).

La mayoría de los productores poseen tres (13, 35.14%) y dos (12, 32.4%) tipos de pasto en sus terrenos, pero algunos pueden tener hasta siete diferentes tipos de pastos. El Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) predomina debido a su adaptabilidad, resistencia y calidad nutricional (Villalobos y Arce, 2014). El identificar variedades de pasto más resistentes a condiciones climáticas extremas ayuda a mitigar los efectos del cambio climático en la disponibilidad de forraje.

Variaciones climáticas identificadas

Una alta proporción de los participantes en la encuesta (35, 94.6%) han notado en los años recientes cambios ambientales significativos como aumento en la temperatura ambiental y mayor intensidad en las sequías; en menor proporción (1, 2.7%) han notado además incendios. Estos cambios se perciben como adversos para el ganado, dado que impiden la producción y la sostenibilidad. Es crucial que los ganaderos y las autoridades pertinentes implementen prácticas ganaderas remediales y de mitigación para enfrentar estos problemas y asegurar la resiliencia del subsector pecuario en el largo plazo (Garzón, 2011).

Prácticas negativas para el medio ambiente

Los ganaderos identificaron entre dos y nueve prácticas ganaderas con un impacto negativo sobre el medio ambiente, incluyendo: deforestación para la expansión de pastizales, hacinamiento de animales, contaminación de cuerpos de agua, introducción de nuevas especies vegetales/animales, lagunas de oxidación a cielo abierto, quema de potreros, pisoteo excesivo, uso excesivo de agroquímicos y sobrepastoreo (Figura 1).

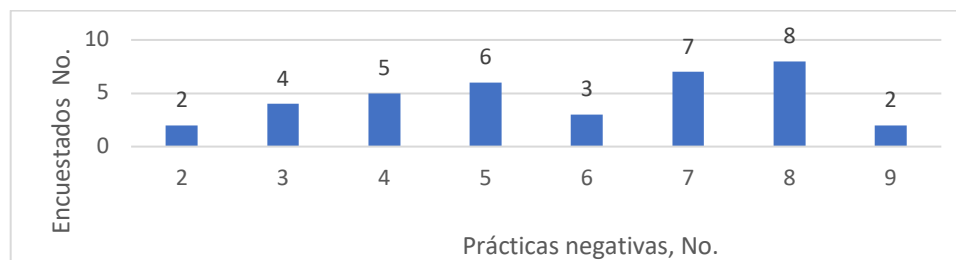


Figura 1. Prácticas negativas utilizadas para el medio ambiente identificadas por productores pecuarios encuestados en el municipio de Medellín, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia con datos de encuesta.

Los impactos negativos más frecuentes asociados con la ganadería bovina son: contaminación del agua y del suelo debido al uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, aumento de gases de efecto invernadero como metano y óxido nitroso por la gestión inapropiada de desechos animales, degradación del suelo y pérdida de fertilidad debido al pastoreo excesivo y la compactación del suelo, y cambios climáticos drásticos como sequías prolongadas y extremos de temperatura (Soriano-Robles, 2018).

Si bien la mayoría de los ganaderos pudo identificar algunas prácticas como negativas, lo que indica un cierto nivel de conciencia sobre los impactos ambientales, el instrumento usado no consideró mecanismos para asegurar que todos ellos comprendan completamente sus efectos ni para que implementen prácticas alternativas sostenibles. Ninguna de las variables dependientes probadas correlacionó con el número de prácticas negativas usadas: edad ($r=0.029$, $P=0.863$), escolaridad ($r=0.067$, $P=0.692$), localidad ($r=0.129$, $P=0.447$), tamaño del hato ($r=0.018$, $P=0.916$), y superficie del predio ($r=-0.274$, $P=0.101$).

Varias prácticas ganaderas convencionales contribuyen significativamente al cambio climático, entre ellas el hacinamiento de animales, el cual conduce a una mayor concentración de residuos animales en un área reducida y resulta en una mayor producción de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), dos potentes gases con efecto invernadero. El metano que se genera durante la digestión de los rumiantes y el manejo del estiércol tiene un impacto climático 28 veces mayor que el CO_2 producido a lo largo de un siglo (Gerber *et al.*, 2013). De igual modo, la disposición inadecuada de residuos animales y agroquímicos contamina las fuentes de agua, puede llevar a la eutrofización y la liberación de metano y óxido nitroso (Gerber *et al.*, 2013). La introducción de especies vegetales y animales no nativas puede alterar los ecosistemas locales y contribuir a la pérdida de la biodiversidad; como resultado, se puede desestabilizar el ciclo del carbono y afectar negativamente la capacidad de los ecosistemas para actuar como sumideros de carbono (Murgueitio *et al.*, 2013). Las lagunas de excretas a cielo abierto emiten grandes cantidades de metano y amoníaco que contribuyen significativamente a la contaminación del aire (Soriano-Robles *et al.*, 2018). La quema de potreros libera dióxido de carbono (CO_2) directamente a la atmósfera, además de otros contaminantes como el monóxido de carbono (CO) y otras partículas que agravan el efecto invernadero (Sosa Rodríguez, 2015). La ganadería intensiva se caracteriza por una alta densidad de animales y la dependencia de insumos externos, aumenta la huella de carbono de la producción ganadera debido a la alta emisión de gases con efecto invernadero y al uso intensivo de recursos (Murgueitio *et al.*, 2016). El pisoteo excesivo del suelo provoca su compactación, reduce la capacidad para almacenar carbono y afecta negativamente la microbiota del suelo, esencial para el ciclo del carbono (Alayón-Gamboa *et al.*, 2018). El uso excesivo

de productos agroquímicos como fertilizantes y pesticidas sintéticos incrementa las emisiones de N_2O , un gas con un potencial de calentamiento global 298 veces mayor que el CO_2 (FAO, 2023). El sobrepastoreo, la sobrecarga del ganado en pastizales degrada la vegetación y el suelo, y disminuye la capacidad de estos sistemas para capturar y almacenar carbono (Pérez *et al.*, 2012).

Prácticas benéficas para el medio ambiente realizadas en el predio ganadero

Los ganaderos mencionaron hasta 13 prácticas que consideran beneficiosas para el medio ambiente (Figura 2); no obstante, una alta proporción (25, 67.6%) utilizan cinco o menos de dichas prácticas. Esta tendencia se atribuye a la falta de conocimiento e información específica sobre las prácticas sostenibles que se pueden emplear en la ganadería local.

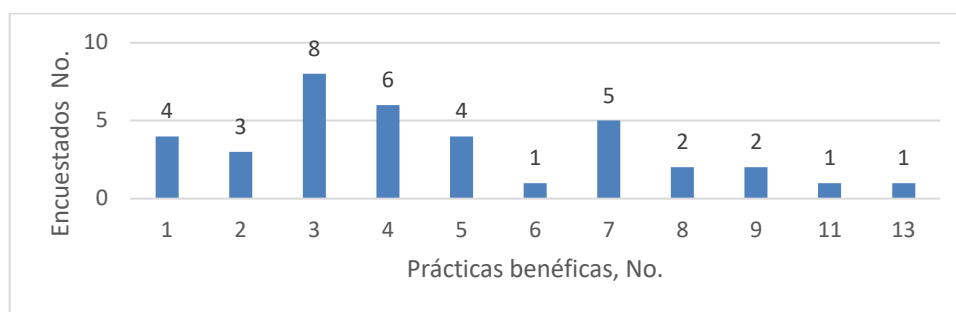


Figura 2. Prácticas benéficas que utilizan para el medio ambiente los productores pecuarios encuestados en el municipio de Medellín, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia con datos de encuesta.

Gerber *et al.* (2013) mencionan que la mayoría de los ganaderos utilizan prácticas o sistemas de producción de manejo del ganado que resultan beneficiosas para el medio ambiente, aunque la mayoría de ellos las llegan a implementar sin conocer plenamente sus beneficios. En consecuencia, no se aprovecha el beneficio potencial de estas prácticas en su totalidad y se continúan utilizando métodos que afectan negativamente al cambio climático. Se intentaron varias correlaciones entre algunas de las variables obtenidas y el número de prácticas benéficas que los productores realizan. No se encontró asociación con la escolaridad ($\rho=0.059$, $P=0.728$), la localidad ($\rho=0.076$, $P=0.653$) y el tamaño del hato ($r=0.220$, $P=0.190$). Garzón (2011) menciona que existe una correlación entre el nivel educativo y el conocimiento sobre prácticas sostenibles, ya que entre más estudios posean los encuestados, tienden a desarrollar una mayor comprensión de las prácticas que mitigan los efectos del cambio climático y de los efectos negativos de utilizar prácticas indeseables, pero no se encontró evidencia de eso en este estudio. Por el contrario, si se identificó una correlación negativa con la edad ($r=-0.393$, $P=0.016$) y positiva con el tamaño del predio ($r=0.369$, $P=0.025$). Las prácticas ganaderas que se conocen y practican muestran variación según la edad de los encuestados, lo que apunta a tendencias generacionales en la adopción de prácticas sostenibles, ya que entre más jóvenes sean las personas, suelen ser más receptivas a la adopción de prácticas ganaderas que mitigan los efectos

del cambio climático y a utilizar un mayor número de prácticas sostenibles (Pérez, 2008). De igual modo, a diferencia de lo que señalan algunos autores (Delgado, 2018; Gerber *et al.*, 2013), el número de cabezas de ganado no influyó en el conocimiento de la gestión de residuos generados por la actividad ganadera, lo cual es crucial para implementar prácticas efectivas de manejo de desechos y minimizar su impacto ambiental, ya que la mayoría de los ganaderos no le dan importancia a la gestión de residuos y pueden tener otro aprovechamiento; no obstante, si se apreció una influencia positiva del tamaño del predio.

En la práctica, la mayoría de los ganaderos utilizan menos prácticas de las que conocen mitigar los efectos del cambio climático de ellas. Esto sugiere que la mayoría no adopta suficientes medidas para mitigar los efectos adversos del cambio climático y que ello contribuye a la persistencia de los impactos negativos en el clima. Es claro que expresan preocupación por estos efectos, pero también enfrentan barreras como la falta de información, escasa educación y un apoyo adecuado y oportuno por parte de las autoridades y expertos sobre el tema para implementar prácticas efectivas de mitigación (Sosa-Rodríguez, 2015).

Para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático, se han identificado varias prácticas ganaderas sostenibles: el pastoreo rotacional es una de las prácticas más efectivas para mejorar la salud del suelo, reducir la erosión y degradación de la tierra, aumentar su capacidad para secuestrar carbono y mejoran la biodiversidad del pastizal (Montagnini *et al.*, 2013), además de proporcionar un descanso adecuado a las áreas de pastoreo, como resultado del control de la densidad y de la duración del pastoreo, y el seguimiento y monitoreo continuo (Milera-Rodríguez *et al.*, 2019).

La adopción de sistemas agrosilvopastoriles o silvopastoriles, que integran árboles, cultivos y ganado en un mismo sistema mejora la captura de carbono y la biodiversidad y puede mejorar la productividad y la sostenibilidad del sistema agropecuario, además de ofrecer múltiples beneficios económicos y ambientales (Jose y Dollinger, 2019; Murgueitio *et al.*, 2013). Los sistemas agroforestales que combinan cultivos, árboles y ganado en un mismo espacio, es un sistema que aumenta la captura de carbono y mejora la salud del suelo, entre otros beneficios económicos y ambientales (Montagnini *et al.*, 2013). El fomentar la reforestación y la agroforestería puede mejorar la captura de carbono, proteger la biodiversidad y restaurar los ecosistemas (Soriano-Robles *et al.*, 2018). La arborización – el plantar árboles en tierras ganaderas - y el establecimiento de corredores biológicos que conectan hábitats fragmentados, mejoran la conectividad del hábitat, aumenta la captura de carbono, proporcionan sombra y refugio para el ganado, reducen el estrés térmico y mejoran el bienestar animal (Murgueitio *et al.*, 2014). Tanto los cercos vivos como los corredores biológicos son elementos

promueven la biodiversidad y mejoran la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático (Gerber *et al.*, 2013).

El mantener y proteger áreas de conservación contribuye a la preservación de los sumideros de carbono naturales y la biodiversidad (Alayón-Gamboa *et al.*, 2018). Esto también aplica a los humedales y manglares, ecosistemas que son importantes sumideros de carbono y cuya protección contribuye significativamente a la mitigación del cambio climático (FAO, 2024). El implementar un manejo más eficiente del agua, mediante la captación y almacenamiento de agua de lluvia y el riego por goteo, puede mejorar la eficiencia en el uso del agua, reducir el consumo de este recurso vital y la dependencia de recursos hídricos externos (Vargas-Rodríguez *et al.*, 2021), además de mejorar la resiliencia frente a eventos climáticos extremos (Sosa-Rodríguez, 2015).

La gestión adecuada de los residuos animales reduce la contaminación del suelo, del agua y de las emisiones de gases con efecto invernadero y mejora la sostenibilidad de las unidades de producción ganaderas (FAO, 2023); el aprovechamiento de los desechos orgánicos como fertilizantes naturales o fuentes de biogas, también es fundamental (Machado y Saldaña, 2022). La sustitución de fertilizantes químicos por abonos orgánicos reduce las emisiones de N_2O y mejora la estructura del suelo y aumenta su capacidad de almacenamiento de carbono (Gerber *et al.*, 2013). La conversión de residuos animales en composta reduce las emisiones de metano y amoníaco, además de proporcionar un fertilizante natural que mejora la salud del suelo (Soriano-Robles *et al.*, 2018). Los biodigestores convierten los residuos animales en biogás y biofertilizantes, reducen las emisiones de metano y mejoran la eficiencia energética de las unidades de producción ganaderas (Delgado, 2018). La implementación de energías renovables como paneles solares, turbinas eólicas y biogás en unidades de producción ganaderas reduce la dependencia de combustibles fósiles, disminuir las emisiones de carbono y otros gases con efecto invernadero y mejora la sostenibilidad energética (Murgueitio *et al.*, 2016; Venegas *et al.*, 2019).

El utilizar razas de ganado criollo o adaptadas al clima local del trópico mejora la eficiencia de producción, requiere menos recursos para su manejo y reduce la huella de carbono (Nuñez-Domínguez, 2016; Parra-Cortés *et al.*, 2019; Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez, 2015). Las prácticas como el pastoreo nocturno y proporcionar baños refrescantes para los animales pueden ayudar a reducir el estrés térmico y mejorar el bienestar animal (Becker y Stone, 2020; Kismul *et al.*, 2019; Shaarawy *et al.*, 2024). Las emisiones de metano se ven afectadas por factores como la ingesta de alimento, la talla y la tasa de crecimiento, la producción lactea y el consumo de energía (Mitloehner *et al.*, 2009), por lo que el manejo alimenticio también debe considerarse.

La adopción de prácticas ganaderas sostenibles no solo mitiga los efectos negativos del cambio climático, sino que también mejora la eficiencia y la resiliencia de las unidades de producción ganaderas. La transición hacia estas prácticas requiere educación, apoyo técnico y políticas públicas que fomenten la sostenibilidad de la ganadería (Morales *et al.*, 2022).

Recomendaciones y estrategias de mitigación

El 73% de los participantes en la encuesta consideran urgente y necesaria la implementación de prácticas ganaderas más sostenibles. Una proporción menor (7, 18.9%) creen que es importante, pero difícil de lograr; una pequeña cantidad adicional de productores (3, 8.1%) piensan que es necesaria, urgente e importante, pero difícil de conseguir.

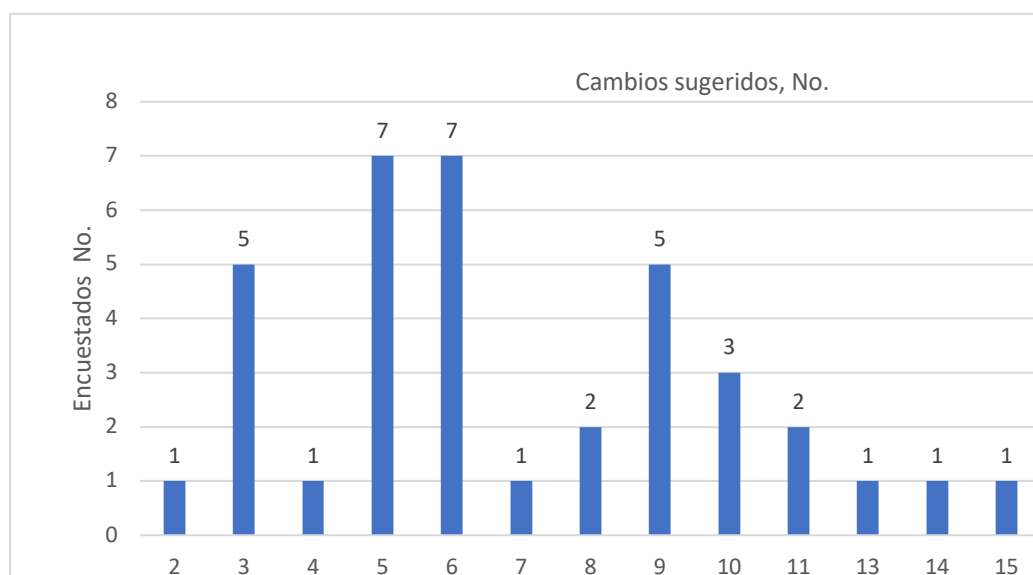


Figura 3. Cantidad de cambios en las prácticas pecuarias que sugieren realizar los productores encuestados en el municipio de Medellín, Veracruz para reducir el impacto del cambio climático.

Fuente: Elaboración propia con datos de encuesta.

La coincidencia en la necesidad urgente de implementar prácticas ganaderas sostenibles refleja una conciencia generalizada sobre la importancia de adoptar prácticas ganaderas sostenibles que contribuyan positivamente a la mitigación de los efectos del cambio climático, pero al cuestionarlos sobre los cambios que sugieren efectuar para reducir el impacto del cambio climático, muy pocos ofrecieron más de 10 propuestas, de modo que gran cantidad de los encuestados no está proponiendo soluciones (Figura 3). Este hallazgo sugiere desinformación, falta de compromiso o interés en contribuir activamente a la reducción de los efectos del cambio climático, lo que podría reflejar una necesidad de mayor conciencia, educación y motivación para involucrarse en iniciativas de mitigación ambiental (Gerber *et al.*, 2013). El 75.7% de los productores propone recurrir a varias actividades que incluyen las que los demás mencionaron de manera aislada, tales como: capacitación (2, 5.4%), apoyo

económico (2, 5.4%), capacitación y apoyo económico (2, 5.4%), pláticas (1, 2.7%), capacitación y pláticas (1, 2.7%), capacitación y campañas (1, 2.7%). Para promover prácticas sostenibles entre los ganaderos locales, la mayoría coincide en la necesidad de utilizar todas las opciones propuestas, pero ello contrasta con la falta de apoyo y promoción efectiva de prácticas que mitigan los efectos del cambio climático. Sería más viable introducir estas prácticas con el respaldo adecuado, lo cual facilitaría su adopción y contribuiría a un cambio positivo en la ganadería hacia la sostenibilidad ambiental (Gerber *et al.*, 2013; FAO, 2024). Casi la mitad de los participantes (17, 45.9%) sugieren recurrir a varias actividades, que incluyen la que los demás mencionaron de manera aislada, tales como: apoyar proyectos y monitoreo ambiental (9, 24.3%), apoyar proyectos (7, 18.9%), monitoreo ambiental (2, 5.4%), políticas ambientales (1, 2.7%), políticas ambientales y apoyar proyectos (1, 2.7%). En relación a como involucrar a la comunidad y a las autoridades en este problema, la mayoría coincide en la necesidad de implementar todas las opciones proporcionadas. Esto refleja una clara demanda de apoyo y asesoría sobre prácticas que mitiguen los efectos negativos del cambio climático. Aunque existe interés en adoptar estas prácticas, hace falta proporcionar herramientas y recursos adecuados para su implementación efectiva por parte de las organizaciones ganaderos y la comunidad en general.

Discusión general

La literatura disponible ofrece una variedad de enfoques para abordar los desafíos de la ganadería y el cambio climático. Un enfoque es evaluar y reducir las emisiones de gases asociados con diferentes sistemas de producción ganadera (FAO, 2023; Gerber *et al.*, 2013); otros investigadores exploran enfoques que combinan la ganadería con la conservación de la biodiversidad y la restauración de los ecosistemas para reducir los efectos en el cambio climático (FAO, 2023). Entre los resultados sobresalientes se encuentran la identificación de prácticas ganaderas que pueden reducir las emisiones de gases y mejorar la resiliencia de los sistemas de producción (Thornton *et al.*, 2017), así como cuantificar los beneficios económicos y ambientales de la adopción de estas prácticas (FAO, 2023; Henderson *et al.*, 2016). Sin embargo, aún existen áreas que requieren mayor investigación, como la adaptación de las prácticas ganaderas a las condiciones particulares de los distintos lugares y la participación de los actores locales en la toma de decisiones relacionadas con el manejo ganadero y la conservación del medio ambiente.

La ganadería enfrenta riesgos significativos si no se adoptan prácticas sostenibles para mitigar el cambio climático. La continuidad de las prácticas ganaderas que contribuyen negativamente a los efectos del cambio climático, como la deforestación, el uso excesivo de agroquímicos y la mala gestión

de residuos, exacerba el cambio climático y pone en peligro la viabilidad a largo plazo del subsector pecuario (Bernal *et al.*, 2020; Fontalvo-Buelvas, 2022; Nallar *et al.*, 2017). A nivel global, el cambio climático amenaza con alterar los patrones climáticos, lo que puede afectar la disponibilidad de agua, la calidad del suelo y la productividad de los pastos (Burbano, 2018; Nicholls *et al.*, 2015; UNESCO, 2020).

El aumento en la temperatura ambiental y la variabilidad en las precipitaciones pueden reducir la producción ganadera, incrementar los costos de alimentación y salud animal, y aumentar la vulnerabilidad de los animales a las enfermedades. Estos factores pueden llevar a una disminución en la rentabilidad y sostenibilidad en el subsector pecuario (Canet, R., & Pérez-Piqueres, 2017; Díaz, 2021; Morales-Velasco *et al.*, 2016). En consecuencia, la implementación de prácticas ganaderas sostenibles es esencial para mitigar los efectos del cambio climático. Estas prácticas pueden desempeñar un papel crucial en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y en la promoción de una gestión más sostenible de los recursos naturales (Márquez-Araque, 2021). Lamentablemente, la mayoría de las prácticas ganaderas que se realizan en la actualidad aún contribuyen negativamente al cambio climático debido al desconocimiento y desinterés en las prácticas sostenibles. No obstante, el presente trabajo proporciona información relevante y práctica que pueda ser utilizada por los actores locales, incluyendo ganaderos, autoridades gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil para tomar decisiones informadas en relación con el manejo ganadero y la mitigación de los efectos del cambio climático. Se espera que los resultados de esta investigación contribuyan a la construcción de una ganadería vacuna más sostenible y resiliente en el municipio de Medellín, Veracruz, México y que ello funcione como punto de referencia para otros municipios o regiones que enfrenten circunstancias semejantes, brindando una base para comprender y abordar los desafíos relacionados con las prácticas utilizadas en la ganadería y los efectos en el entorno.

Conclusiones

Se encontró una falta generalizada de conocimiento y comprensión entre los ganaderos del municipio de Medellín, Veracruz locales respecto a las prácticas ganaderas y sus impactos ambientales. Se identificaron prácticas sostenibles que podrían mitigar los efectos negativos del cambio climático, pero la mayoría de los ganaderos no las implementan de manera efectiva debido a distintas razones, entre las que destaca la falta de información, misma que contribuye a la persistencia en el uso de prácticas ganaderas con efectos adversos sobre el medio ambiente. Ello subraya la necesidad urgente de contar con programas educativos y políticas públicas que promuevan la adopción de prácticas ganaderas

sostenibles. La comunidad ganadera local muestra disposición para implementar cambios positivos, pero requiere de herramientas y recursos adecuados para hacerlo de manera efectiva.

En consecuencia, para garantizar la sostenibilidad ambiental y la resiliencia de la ganadería, es crucial mejorar la capacitación y proporcionar acceso a información actualizada sobre prácticas ganaderas que sean amigables con el medio ambiente. Este enfoque no solo beneficiará a los ganaderos al aumentar la eficiencia y rentabilidad de sus operaciones, sino que también contribuirá significativamente a la mitigación de los efectos del cambio climático en la región.

Referencias

- Alayón-Gamboa, J., Jiménez-Ferrer, G., Nahed-Toral, J., & Villanueva-López, G. (2018). Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *Agro Productividad*, 9(9), 10-15.
- Becker, C. A., & Stone, A. E. (2020). Graduate Student Literature Review: Heat abatement strategies used to reduce negative effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 9667-9675.
- Bernal, J. L. C., Cuenca, L. A. B., & Ortega, Y. B. S. (2020). Producción ganadera: la deforestación y degradación del suelo, una estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 77-82.
- Burbano Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82-96.
- Calle, Z., Murgueitio Restrepo E., & Chará, J. (2012). Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Unasyva*, 63(239), 31-40.
- Canet Castelló, R., & Pérez-Piqueres, A. (2017). *Mitigación y adaptación al cambio climático en la agricultura y la ganadería*. Nota técnica. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- Delgado Ramos, N. M. (2018). *Propuesta de aprovechamiento de biogás obtenido a partir de estiércol de ganado vacuno para la implementación de un sistema de ventilación en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque* (Tesis de Ingeniero Industrial). Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú. Recuperado de: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1905/1/TL_DelgadoRamosNatali.pdf
- Díaz, R. (2021). Impacto del cambio climático en la ganadería: implicaciones fisiológicas y ambientales. *Revista Científica Ecuatoriana*, 8(1), 18-21. <https://doi.org/10.36331/revista.v8i1.136>

- Díaz-Gallegos J.R. & Mas-Causel, J.F. (2009). La deforestación de los bosques tropicales: una revisión. *Mapping*, 136,83-96.
- FAO. (2023). *Ganadería sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/americas/regional-initiatives/top-pages/sustainable-livestock-farming-in-latin-america-and-the-caribbean/es>
- FAO. (2024). *Buenas prácticas para un manejo sostenible de la ganadería camélida en el territorio altoandino*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1680135/>
- Fontalvo-Buelvas, J. C. (2022). Una visión sistémica de las transiciones agroecológicas para contrarrestar la visión de túnel enfocada en el uso excesivo de agroquímicos. *Agro-Divulgación*, 2(6).
- Garzón Alfonso, J. (2011). Cambio climático: ¿cómo afecta la producción ganadera? *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(8),1-8.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/4/i3437s/i3437s.pdf>
- Henderson, B., Gerber, P., Hilinski, T., & O'Brien, D. (2016). *Greenhouse gas mitigation potential of the world's grazing lands: modelling soil carbon and nitrogen fluxes of mitigation practices*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/3/as248s/as248s.pdf>
- INECC (2018). *Impactos y vulnerabilidad al cambio climático en México*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/03_impactos_nacionales_e_internacionales_d_el_cambio_climatico.pdf
- INEGI. (2018). *Censo Nacional de Gobierno Federal 2018*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/cngf/2018/>
- Jose, S. & Dollinger, J. (2019). Silvopasture: a sustainable livestock production system. *Agroforestry Systems*, 93(1),1-9.
- Kismul, H., Spörndly, E., Höglind, M., & Eriksson, T. (2019). Nighttime pasture access: Comparing the effect of production pasture and exercise paddock on milk production and cow behavior in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10423-10438.

- Liu, S., Proudman, J. & Mitloehner, F.M. (2021). Rethinking methane from animal agriculture. *CABI Agriculture and Biosciences*, 2,22. <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00041-y>
- Machado, J. T., & Saldaña, Y. M. V. (2022). Manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente: Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4),578-601.
- Márquez-Araque, A. T. (2021). Sistemas pecuarios. Notas sobre inocuidad alimentaria, desarrollo sostenible y cambio climático. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(16),56-70.
- Milera-Rodríguez, M. D. L. C., Machado-Martínez, R. L., Alonso Amaro, O., Hernández-Chávez, M. B., & Sánchez-Cárdenas, S. (2019). Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 3-12.
- Mitloehner, F. M., Sun, H., & Karlik, J. F. (2009). Direct measurements improve estimates of dairy greenhouse-gas emissions. *California Agriculture*, 63(2).
- Montagnini, F., Ibrahim, M., & Murgueitio Restrepo, E. (2013). Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois et Forêts des Tropiques*, 316(2),3-16.<https://drflorenciamontagnini.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/montagnini-et-al-2013-sps-climate-mitigation.pdf>
- Morales-Velasco, S., Vivas-Quila, N. J., & Terán-Gómez, V. F. (2016). Ganadería eco-eficiente y la adaptación al cambio climático. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1), 135-144.
- Murgueitio Restrepo, E., Chará, J. D., Solarte, A. J., Uribe, F., Zapata, C., & Rivera, J. E. (2013). Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPI) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26,313–316. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.324845>
- Murgueitio Restrepo, E., Chará, J., Barahona, R. R., Cuartas, C. C., & Naranjo, R. J. (2014). *Los sistemas silvopastoriles intensivos: Herramienta de mitigación y adaptación del cambio climático*. Memorias del IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Morelia, México.
- Murgueitio Restrepo, E., Barahona Rosales, R., Flores Estrada, M. X., Chará, J., & Rivera Herrera, J. E. (2016). Es posible enfrentar el cambio climático y producir más leche y carne con sistemas silvopastoriles intensivos. *CEIBA*, 37(1),3-13.
- Nallar, R., Rolón, W., & Mollericona, J. (2017). *Manual para la gestión de una ganadería sostenible*. La Paz. Bolivia: Wildlife Conservation Society.

- Nicholls, C. I., Henao, A., & Altieri, M. A. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7-31.
- Núñez-Domínguez, R. (2016). *La adaptabilidad de los recursos zoogenéticos criollos, base para enfrentar los desafíos de la producción animal*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1256474/>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Parra-Cortés, R. I., Magaña-Magaña, M. A., & Piñeiro-Vázquez, A. T. (2019). Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 115(4), 342-359.
- Pérez Espejo, R. (2008). El lado oscuro de la ganadería. *Revista de Ciencias Sociales*, 119, 131-147.
- Pérez Espejo, R., Aguilar Ibarra, A., Hansen, A. M., González Rodríguez, C., González Márquez, L. C., Bernal González, M., Santos Baca, A., & Jara Durán, A. (2012). *Agricultura y contaminación del agua*. México, D.F.: Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Restrepo, L.F. & González, J. (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20, 183-192.
- Rosendo-Ponce, A., & Becerril-Pérez, C. M. (2015). Avance en el conocimiento del bovino Criollo Lechero Tropical de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(5), 233-243.
- Shaarawy, A. M., Wafa, W. M., Mehany, A. A., Genena, S. K., El-Sawy, M. H., & Rezk, R. A. A. (2024). Relief of the impact of heat stress on Friesian and cross-bred Friesian dairy cows by water showering under Egyptian hot humid summer conditions in Nile Delta. *Journal of Animal and Poultry Production*, 15(2), 43-55.
- Soriano-Robles, R., Arias-Margarito, L., Carbajal de Nova, M., Almaraz-Buendía, I., Torres-Cardona, M.G. (2018). Cambio climático y ganadería: El papel de la agroforestería. *Agro Productividad*, 11(2), 70-74.
- Sosa-Rodríguez, F. S. (2015). Política del cambio climático en México: Avances, obstáculos y retos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 6(2), 4-23.
- Thornton, P. K., Jones, P. G., Ericksen, P. J., & Challinor, A. J. (2017). Agriculture and food systems in sub-Saharan Africa in a 4°C world. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2095), 20160313.

- UNESCO (2020). *Agua y cambio climático. Datos y cifras*. Colombella, Perugia, Italia: Oficina de Programa sobre Evaluación Mundial de los Recursos Hídricos División de Ciencias del Agua, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Vargas-Rodríguez, P., Dorta-Armaignac, A., Fernández-Hung, K., & Méndez-Jocik, A. (2021). Consideraciones para el diseño racional de sistemas de riego por goteo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(4).
- Venegas Venegas, J. A., Raj Aryal, D., & Pinto Ruíz, R. (2019). Biogás, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas. *Análisis Económico*, 34(85), 169-187.
- Villalobos, L. & Arce, J (2014). Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense*, 38(1),133-145.

CULTIVO DE MAÍZ, OPCIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE LA POBREZA (ODS 1), PROMOVRIENDO LA AGRICULTURA SOSTENIBLE (ODS 2), EL EMPLEO Y EL BIENESTAR ACORDE AL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO Y AGENDA 2030.

SUSANA DEL CARMEN MINA¹

ANDREA NIETO REYES²

JOHANA VIRGINIA SANTIAGO GASTAMBIDES³

Resumen

Es un sustituto de café elaborado con una base de granos de maíz tostado con sabor a canela, es un producto orgánico, sin conservadores ni endulzantes artificiales.

El objetivo del presente consiste en analizar mediante un estudio de mercado en la ciudad de Ixhuatlán del Sureste, si el cultivo de maíz para su transformación y venta de un sustituto de café es una opción eficaz para la disminución de la pobreza (ODS 1), promoviendo así, la agricultura sostenible (ODS 2), el empleo y el bienestar acorde al Plan Nacional de Desarrollo y Agenda 2030.

Con la metodología aplicada se resuelve que sí es una opción eficaz la siembra de maíz en la ciudad mencionada, para la posterior venta de un sustituto de café; lo anterior promoverá el empleo (tal como lo establece la Agenda 2030 y el Plan Nacional de Desarrollo), ya que el sector agrícola se verá impulsado con este proyecto, un sector altamente descuidado y de forma indirecta disminuirá la migración ocasionada por la falta de oportunidades laborales, también promueve una agricultura sostenible, ya que el sustituto de café será vendido durante todo el año, satisfaciendo así, las necesidades actuales de la sociedad con un producto orgánico y con prácticas amigables para el medio ambiente.

Palabras clave: Agenda 2030, Maíz, Agricultura sostenible, Bienestar, Plan Nacional de Desarrollo.

Abstract

It is a coffee substitute made from a base of roasted corn grains with a cinnamon flavor, it is an organic product, without preservatives or artificial sweeteners.

The objective of this study is to analyze through a market study in the city of Ixhuatlán del Sureste, if the cultivation of corn for its transformation and sale of a coffee substitute is an effective option for

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

² Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz

³ Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz

reducing poverty (SDG 1), thus promoting sustainable agriculture (SDG 2), employment and well-being in accordance with the National Development Plan and Agenda 2030.

With the applied methodology, it is resolved that the planting of corn in the aforementioned city is an effective option, for the subsequent sale of a coffee substitute; The above will promote employment (as established by the 2030 Agenda and the National Development Plan), since the agricultural sector will be boosted with this project, a highly neglected sector and indirectly will reduce migration caused by the lack of job opportunities, it also promotes sustainable agriculture, since the coffee substitute will be sold throughout the year, thus satisfying the current needs of society with an organic product and with environmentally friendly practices.

Keywords: 2030 Agenda, Corn, Sustainable agriculture, Well-being, National Development Plan.

Introducción

Se considera que el maíz es una de las plantas más cultivadas a nivel mundial. El principal destino de este grano es para la alimentación animal y la alimentación humana; gracias a su alto contenido nutricional y su bajo precio con respecto a otras materias primas agrícolas, se hace necesario la búsqueda y generación de nuevas oportunidades para potenciar su producción, transformación y comercialización como una forma de generar nuevos ingresos a las familias productoras de este rubro, desarrollando acciones que permitan buscar alternativas en los mercados locales y nacionales, fomentando la comercialización que optimicen su eficiencia para ser más competitivas.

El objetivo del presente consiste en analizar mediante un estudio de mercado en la ciudad de Ixhuatlán del Sureste, si el cultivo de maíz para su transformación y venta de un sustituto de café es una opción eficaz para la disminución de la pobreza (ODS 1), promoviendo así, la agricultura sostenible (ODS 2), el empleo y el bienestar acorde al Plan Nacional de Desarrollo y Agenda 2030.

El sustituto de café está elaborado con una base de granos de maíz tostado, con sabor a canela, sin conservadores ni endulzantes, con una caducidad hasta de nueve meses, no contiene cafeína, es un producto orgánico y el producto viene molido en los empaques.

Este proyecto se generó como una alternativa para contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 creada por la Agenda General de las Naciones Unidas (AG-ONU) y alineada al Plan Nacional de Desarrollo de nuestro país.

El sector agrícola se verá impulsado con este proyecto, un sector altamente descuidado.

Planteamiento del problema

Se detectan tres problemáticas para lo cual surge este proyecto: afectaciones de la cafeína en la salud humana, la situación de pobreza existente en Ixhuatlán del Sureste, Veracruz y la falta de producción agrícola en dicha ciudad.

Después del agua, el café es la bebida más consumida en el mundo. A nivel mundial se consumen a diario 2,250 millones de tazas de café y en nuestro país, un mexicano consume alrededor de 1.6 kg de café al año (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020). Sin embargo, no todos tienen la posibilidad de consumir café, sea por salud, porque no es de su agrado, por cuestiones religiosas, etc., siendo necesario un sustituto de café que brinde una bebida exquisita y que les aporte beneficios en su salud.

Es claro que, aunque la cafeína puede ayudar a estar más alerta, también puede elevar la tensión arterial, la irritabilidad, el nerviosismo o el insomnio, entre otros (Fundación Española del Corazón, 2022).

Por otro lado, en Ixhuatlán del Sureste, Ver. el 50.9% de la población vive en situación de pobreza, el 36.2% es considerada como una población vulnerable por carencia social y el 3.0% es considerada como una población vulnerable por ingreso (SIEGVER, 2021); en total, la población vulnerable es del 90.1% sobre el 100% de la población.

En cuanto a las ocupaciones de las personas que viven en esa ciudad mayormente son trabajadores domésticos, trabajadores de apoyo en la construcción, empleados de ventas, despachadores y dependientes en comercios, conductores, vendedores por catálogo, trabajadores en el cultivo de maíz y frijol, entre otros. En este punto se toma en consideración que solo el 1.26% de las personas se dedican a la siembra de maíz o frijol, dejando terrenos sin sembrar a falta de agricultores que lo hagan, ya que los jóvenes deciden emigrar a otras ciudades para laborar principalmente en maquilas.

Marco normativo de la investigación

Agenda 2030

Se inspira en los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas, incluido el pleno respeto del derecho internacional. Sus fundamentos son la Declaración Universal de Derechos Humanos, los tratados internacionales de derechos humanos, la Declaración del Milenio y el Documento Final de la Cumbre Mundial 2005 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015).

Esta Agenda fue aprobada en septiembre de 2015 e incluye diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre los que destacan: poner fin a la pobreza en todas sus formas (ODS 1) y promover la agricultura sostenible (ODS 2).

El ODS 1 en su primera meta, menciona que para el 2030, erradicará la pobreza extrema para todas las personas en el mundo, actualmente medida por un ingreso por persona inferior a 1,25 dólares al día.

El ODS 2 busca poner fin al hambre, mejorar la nutrición, lograr la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible (Naciones Unidas, 2024).

El Plan Nacional de Desarrollo (PND)

Es un documento en el que el gobierno de nuestro país indica sus objetivos prioritarios, los problemas nacionales y las soluciones en una proyección sexenal. En él, uno de sus objetivos prioritarios consiste en garantizar empleo, educación, salud y bienestar (Mina, Quintana Garrido, & Martínez Sotelo, 2023).

Marco teórico de la investigación

Antecedentes del Maíz en México

Su origen se dio en la región central de México a través de la fusión de plantas que crecían en forma silvestre como el teocintle o teosinte, el maíz pertenece a la familia de las Poáceas o Gramíneas y es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, es una planta domesticada y altamente productiva que no crece en forma salvaje por lo que es completamente dependiente de los cuidados del hombre.

El maíz tiene la ventaja de que es el único cereal que puede ser usado como alimento en cualquier etapa del desarrollo de la planta. Se encuentra en forma de mazorca. El grano es una cariósida de forma aplastada. El pericarpio constituye alrededor de 5 a 6% del peso total del grano. Su alto contenido en carbohidratos y proteínas lo hace el cereal ideal para todos los días. (Becerra Moreno, 2023)

La estrecha relación entre los humanos y el maíz es ancestral como lo demuestran los restos arqueobotánicos de maíz descubiertos en cuevas del Valle de Tehuacán, que datan de una antigüedad entre 4500 a 7000 años. Otro ejemplo son los de la cueva de Guilá Naquitz en los valles centrales de Oaxaca con una antigüedad de 6200 años aproximadamente y los encontrados en el Noroeste de México, norte de Sinaloa y suroeste de Estados Unidos que denotan una antigüedad aproximada de 4500 años.

El origen del maíz no ha sido sencillo de indagar la mazorca es única entre los cereales y de ahí que la búsqueda es un gran desafío científico, a lo largo del tiempo se han expuesto teorías que explican su posible origen como la teoría del teocintle como ancestro del maíz, la teoría tripartita, la teoría *Tripsacum-diploperennis*, la teoría multicéntrica del origen del maíz y la teoría unicéntrica del origen

del maíz. De todas las mencionadas, solamente tres de ellas han sido las más debatidas y hoy en día, la más aceptada es la teoría del teocintle como ancestro del maíz.

El maíz es una de las plantas domesticadas más modificadas por dicho proceso, el tallo, las hojas, su altura, contenido nutricional, color, olor, número de hojas, grosor, tamaño y forma de grano, contenido harinoso y de azúcar, abundancia y tipos de raíz, entre muchas otras características fueron objeto de dicha selección por más de 7 mil años, el hombre pudo iniciar el proceso de domesticación para originar al maíz, propiamente dicho, y a su vez continuar la domesticación con el fin de consolidar la nueva planta bajo su protección y multiplicación, y así crear la agricultura (Holguín Linares, 2021).

Investigaciones previas

Se localiza un Informe Final de Trabajo de Integración Curricular, presentado en 2020 como requisito parcial para optar por el título de Tecnólogo Superior en Administración, dicho informe lleva por título: “proyecto de factibilidad para la creación de una unidad básica de producción y comercialización de café de maíz, en la ciudad de Tena en Ecuador”; sin embargo, no presenta igualdad en la información recabada con el proyecto que presentamos en este documento.

Por otra parte, para fundamentar el proyecto se utilizan algunas investigaciones previas como las que se muestran en las tablas 1, 2 y 3:

Tabla 1. Investigación previa 1 (elaboración propia, 2024)

Título:	El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo.
Autores:	Massieu Trigo, Yolanda; Lechuga Montenegro, Jesús.
Revista:	Análisis Económico.
Año:	Vol. XVII, núm. 36, segundo semestre, 2002, pp. 281-303 (Massieu Trigo & Lechuga Montenegro, 2002).

Tabla 2. Investigación previa 2 (elaboración propia, 2024)

Título:	Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable.
Autores:	Rocío Fernández Suárez, Luis A. Morales Chávez y Amanda Gálvez Mariscal.
Revista:	Fitotecnia mexicana.
Año:	Vol.36 supl.3-a Chapingo oct. 2013 (Fernández Suárez, Morales Chávez, & Gálvez Mariscal, 2013).

Tabla 3. Investigación previa 3 (elaboración propia, 2024)

Título:	Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de Precios.
Autores:	Ester Reyes Santiago, Fidel Bautista Mayorga, José Alberto García Salazar.
Revista:	Acta Universitaria.
Año:	Vol.32 México 2022 Epub 01-Ago-2022 (Reyes Santiago, Bautista Mayorga, & García Salazar, 2022).

Metodología

Es de naturaleza cuantitativa, de tipo descriptivo.

Para la realización de la investigación se utilizó un método probabilístico, con un muestreo aleatorio, donde todos los elementos del universo en estudio tuvieron la misma probabilidad de ser escogidos para la muestra por medio de una selección aleatoria.

Se tomó como referencia el universo que serán las personas activamente económicas, entre las edades de 18 a más, con un margen de error del 9% y un nivel de confianza del 95%, la cual será de 5,250 personas consumidoras de café y sustitutos de éste en el Municipio de Ixhuatlán del Sureste de Veracruz, entre las edades de 18 a más años, obteniendo un tamaño de la muestra de 116 personas. La técnica de recolección de datos es una encuesta, aplicada a consumidores de Ixhuatlán del Sureste, Veracruz.

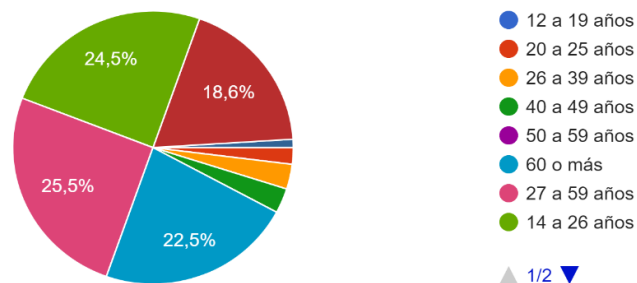
El instrumento de recolección de datos es un cuestionario con trece preguntas que proporciona información concreta y conocer así, a nuestro público objetivo; con esta información seremos capaces de responder mejor a sus necesidades y expectativas.

Se emplearon preguntas de opción múltiple y sobre qué tan probable es que consuman el producto y lo recomienden, fue elaborado a partir de estudios previos sobre café sin cafeína y al mismo tiempo artesanal y de comercio justo.

Resultados

En la gráfica 1 se muestra la edad de las personas encuestadas; en donde, el 25.5% oscila entre 27 a 59 años, el 24.5% son de 14 a 26 años, el 22.5% son de 60 o más años, el 18.6% son de 20 a 25 años y el 8.9% es el resto de las personas encuestadas.

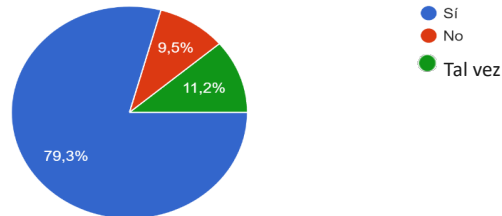
Edad
102 respuestas



Gráfica 1. Edad (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 2 se muestra el gusto por el café de las personas encuestadas; en donde, el 79.3% dice que sí les gusta, el 11.2% creen que tal vez les gusta y 9.5% indudablemente dicen que no les gusta.

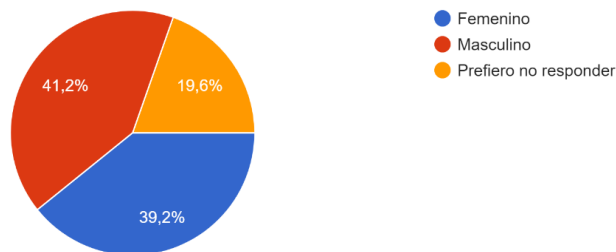
¿Te gusta el café?
116 respuestas



Gráfica 2. ¿Te gusta el café? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 3 se pregunta por el género de la persona que respondió la encuesta: el 41.2% contestó que son del género masculino, el 39.2% respondió que son del género femenino y el 19.6% prefirió no responder.

Sexo
102 respuestas



Gráfica 3. Género (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 4 se hizo la pregunta ¿Por qué consumes café?, el 62.1% dijo que toma café por gusto, el 10.3% mencionó que lo consume para evitar dormirse, el 24.1% comentaron que, por tradición, y por último, un 3.5% respondió que no toma café porque le da insomnio.

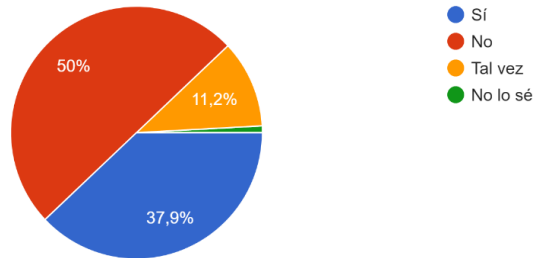
¿Por qué consumes café?
116 respuestas



Gráfica 4. ¿Por qué consumes café? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 5 se preguntó si tiene alguna enfermedad que le impida consumir café como regularmente lo toma: el 50% de los encuestados respondieron que no tienen alguna enfermedad que le prohíba consumir café, el 37.9% dijo que sí tienen una enfermedad por la cual ya no pueden consumirlo, el 11.2% cree que tal vez tenga un padecimiento que se los impide y el 0.9% respondió que no sabe si tiene alguna patología que le afecte en su consumo de café.

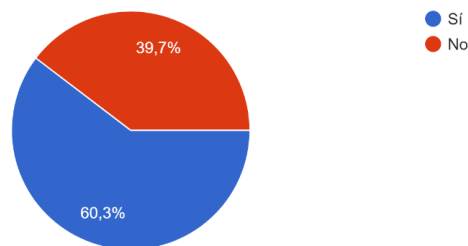
¿Tiene alguna enfermedad que le impida consumir café como regularmente lo toma?
116 respuestas



Gráfica 5. ¿Tiene alguna enfermedad que le impida consumir café como regularmente lo toma? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 6 cuestionamos a los encuestados si ha consumido algún sustituto de café, el 60.3% dijo que sí ha probado sustitutos de café y el 39.7% no lo ha hecho.

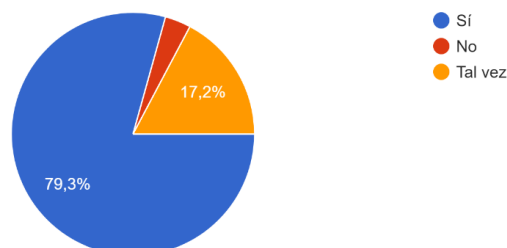
¿Ha consumido algún sustituto de café?
116 respuestas



Gráfica 6. ¿Ha consumido algún sustituto de café? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 7 preguntamos si les gustaría que en su comunidad exista un negocio que produzca y venda café de maíz, el 79.3% dijo que sí les gustaba la propuesta, el 17.2% dijo que tal vez sí les agradaría la idea y el 3.5% dijo que no les interesa el proyecto.

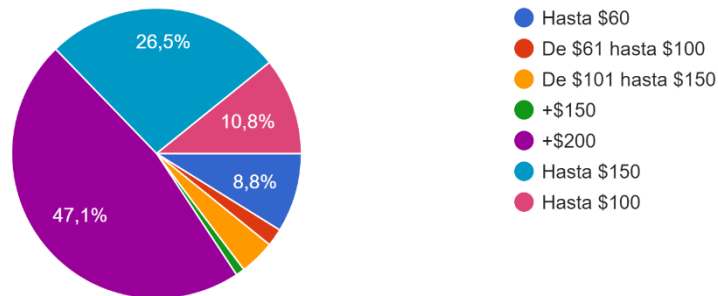
¿Le gustaría que en su comunidad exista un negocio que produzca y venda café de Maíz?
116 respuestas



Gráfica 7. ¿Le gustaría que en su comunidad exista un negocio que produzca y venda café de maíz? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 8 recaudamos información acerca de cuánto estaría dispuesto a pagar por un kilogramo de nuestro sustituto de café, el 47.1% de los encuestados respondieron que pagarían más de \$200, el 26.5% mencionó que hasta \$150, un 10.8% dijo que hasta \$100, el 8.8% dijo que hasta \$60, el 3.9% dijo que de \$101 hasta \$150, el 2% dijo que de \$61 hasta \$100, y por último, el 1% dijo que pagaría más de \$150.

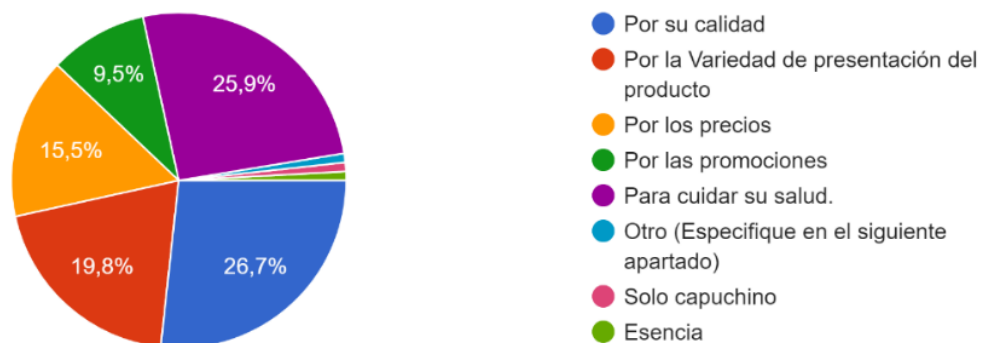
En promedio, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 1 kilo de nuestro sustituto de café?
102 respuestas



Gráfica 8. En promedio, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 1 kilo de nuestro sustituto de café? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 9 cuestionamos sobre cuál o cuáles son los aspectos que le motivarían consumir nuestro café de maíz: el 26.7% respondió que lo haría por su calidad, el 25.9% dijo que lo motiva cuidar su salud, el 19.8% dijo que le atrae la variedad de presentación de gramos del producto, el 15.5% dijo que le motiva el precio del café de maíz, el 9.5% dijo que le gustan las promociones y que le motivaría consumir si tenemos promociones, el 0.9% dijo que podría motivar el sabor capuchino, el 0.9% dijo que le atraería la esencia del producto y el otro 0.9% escribió en el apartado de otros que le motivaría consumir nuestro café por su sabor.

¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le motivarían a consumir nuestro café de maíz?
116 respuestas



Gráfica 9. ¿Cuál o cuáles son los siguientes aspectos que le motivarían a consumir nuestro café de maíz? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 10 preguntamos respecto a cuál o cuáles son los aspectos que tomaría en cuenta para no consumir nuestro café de maíz: el 28.4% dijo que aún no lo habían probado y en el apartado de Otros, el 12% respondió que podría influir el no saber si les agrada el sabor, compartiendo idea con el 23.8% que respondió que el sabor les haría no comprarlo, el 13.7% dijo no lo haría si tuviera mala calidad y un 11.8% dijo que no lo haría si los precios fueran muy elevados.

¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos tomaría en cuenta para NO consumir nuestro café de maíz?

102 respuestas

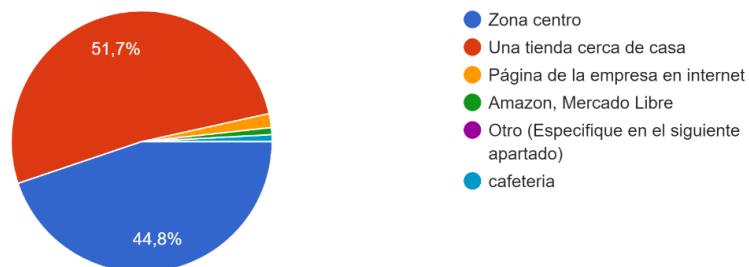


Gráfica 10. ¿Cuál o cuáles son los siguientes aspectos tomaría en cuenta para NO consumir nuestro café de maíz? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 11 preguntamos a los encuestados el lugar donde se le facilitaría adquirir el producto, el 51.7% dijo que en una tienda cercana a sus casas, el 44.8% respondió que se le facilitaría conseguirlo en una zona centro, el 1.7% dijo que en la página web de la empresa, el 0.9% dijo que, en Amazon, Mercado Libre o una aplicación de comercio y finalmente, el 0.9% dijo que en una cafetería.

¿Mencione donde se le facilita adquirir el producto?

116 respuestas

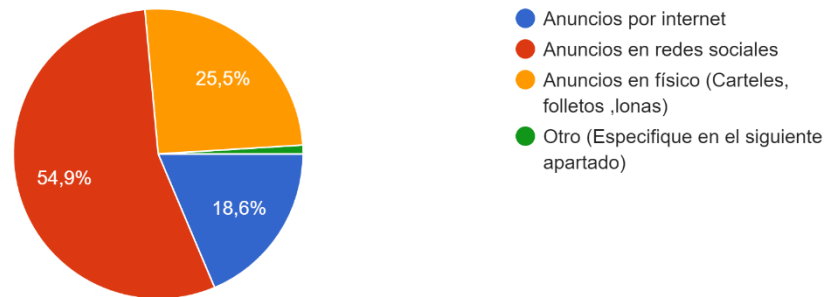


Gráfica 11. Mencione ¿Dónde se le facilita adquirir el producto? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 12 preguntamos sobre los medios donde les gustaría recibir información sobre el café de maíz, el 24.9% prefirió decidir por anuncios en redes sociales, 25.5% eligió anuncios en físico como carteles, folletos, lonas, entre otros, el 18.6% dijo que les gustaría ver anuncios por internet y el 1% dijo en el apartado de otros, que le gustaría recibir información inclusive, por correo.

¿A través de qué medio o medios le gustaría recibir información sobre nuestro café de maíz?

102 respuestas

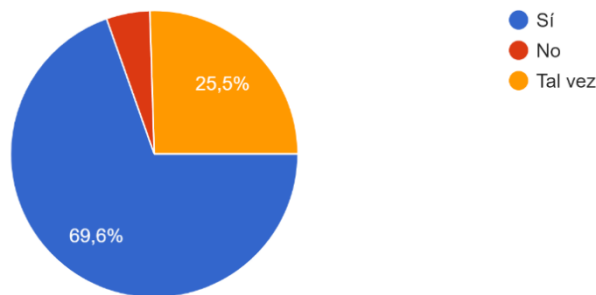


Gráfica 12. ¿A través de que medio o medios les gustaría recibir información sobre nuestro café de maíz? (elaboración propia, 2024)

En la gráfica 13 preguntamos al público encuestado si consideran que nuestro producto, un sustituto de café 100% de maíz, que no contiene cafeína, ni conservadores o sabores artificiales cubre sus necesidades de consumo, el 69.6% dijo que sí cubre su necesidad de consumo, el 25.5% mencionó que tal vez pueda cubrir su necesidad de consumir café, y el 4.9% dijo que no cubriría su necesidad de consumir cafeína.

Considera que nuestro producto, un sustituto de café 100 % de maíz, que no contiene cafeína, ni conservadores o sabores artificiales, ¿cubriría sus necesidades de consumo?

102 respuestas



Gráfica 13. ¿Cubre sus necesidades de consumo? (elaboración propia, 2024)

Análisis

Con base en las trece preguntas realizadas a la muestra de personas que residen actualmente en Ixhuatlán del Sureste, Ver se muestra lo siguiente:

El 48% de las personas encuestadas oscilan entre 27 a 60 años o más. Al 79.3% les gusta el café; el 62.1% dijo que toma café por gusto, aunque, el 37.9% dijo que sí tienen una enfermedad por la cual ya no pueden consumirlo, luego entonces, el 60.3% dijo que sí han probado sustitutos de café.

El 79.3% mencionó que sí le gustaría que en su comunidad exista un negocio que produzca y venda café de maíz; mientras que, el 17.2% respondió que tal vez sí les agrada la idea.

Sobre el precio de una bolsa de un kilogramo de sustituto de café, el 47.1% de los encuestados respondieron que pagarían más de \$200.

En cuanto a los motivos por los cuales comprarían este producto son: el 26.7% por su calidad, el 25.9% por cuidado de su salud, el 19.8% le atrae la variedad de presentación de gramos del producto, el 15.5% el precio del café de maíz, el 9.5% le gustan las promociones y que le motivaría consumir si tenemos promociones.

Sobre cuáles serían los motivos que tomaría en cuenta para no consumir este producto son: el 28.4% dijo que aún no lo habían probado, el 12% respondió que podría influir el no saber si les agrada el sabor, compartiendo idea con el 23.8% que respondió que el sabor les haría no comprarlo, el 13.7% dijo que no lo haría si tuviera mala calidad y un 11.8% dijo que no lo haría si los precios fueran muy elevados.

En cuanto a los centros de distribución y venta del producto, el 51.7% en una tienda cercana a sus casas, el 44.8% respondió que se le facilitaría conseguirlo en una zona centro.

Referente a los medios publicitarios para recibir información sobre el producto, el 69% indicó que, en redes sociales, anuncios por internet o anuncios en físico como carteles, folletos, lonas, entre otros.

Respecto a si consideran que el sustituto de café 100% de maíz, que no contiene cafeína, ni conservadores o sabores artificiales cubre sus necesidades de consumo, el 95.1% dijo que sí o que tal vez lo cubre.

Conclusiones

El país hoy en día presenta una gran crisis en temas de empleo y cada día, los agricultores en la región de Veracruz pierden esperanzas en dedicarse a esta fuente de empleo; pocos de ellos siembran para consumo propio y algunos siembran para vender el maíz o el elote en ciertas temporadas. Con lo anterior, los agricultores con mayor número de años dedicados a la siembra continúan haciéndolo, no así, sus hijos, quienes buscan nuevas alternativas de empleo, emigrando principalmente al norte del país, trabajando en maquilas o compañías que le permitan obtener un salario.

Por lo anterior, se generaron ideas que pudieran ser parte de una opción viable, que contribuyan de manera favorable al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, en específico, la meta 1 del ODS 1 referente a erradicar la pobreza en todas sus formas y el ODS 2 referente a la agricultura sostenible y de los Objetivos Prioritarios del Plan Nacional de Desarrollo (PND) en cuanto a empleo y bienestar.

Dado que, tanto la Agenda 2030 como el PND buscan mejorar la calidad de vida de las personas y del medio ambiente, el sustituto de café es una opción viable, un producto muy importante para la

economía en México debido a su gran escala de producción, sus niveles de exportación e inclusive las familias que dependen de su comercialización.

Con base en el estudio de mercado, se determinó el comportamiento del café en la zona geográfica estudiada, en el cual se destaca el consumo por parte de la población joven del municipio de Ixhuatlán, siendo el rango de edad que más consume entre los 28 a 38 años; a través de la aplicación de los instrumentos se puede deducir que la población puede consumir diversas presentaciones, identificando también la cadena de consumo hasta llegar al cliente consumidor.

Sería importante para este proyecto el de crear alianzas estratégicas con los proveedores e instituciones para promocionar el producto, así mismo con los pequeños productores; de tal forma que, permita el crecimiento de la empresa en su transformación y comercialización del grano de maíz con los mejores estándares de calidad.

Con esta investigación se pretende brindar una opción distinta de empleo y buscar crear una línea a seguir mediante la cual emprendedores y nuevos egresados encuentren en el café de Maíz o sustituto de café una oportunidad de negocio que les sea conveniente y que represente un valor agregado a su vida.

Por tanto, se concluye que el proyecto es viable para venta de un sustituto de café, elaborado con maíz, siendo una opción eficaz para la disminución de la pobreza (ODS 1), promoviendo así, la agricultura sostenible (ODS 2), el empleo y el bienestar acorde al Plan Nacional de Desarrollo de nuestro país y a la Agenda 2030.

Referencias

- Asamblea General de las Naciones Unidas. (18 de Septiembre de 2015). *Fundación Carolina*. Obtenido de <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/06/ONU-Agenda-2030.pdf>
- Becerra Moreno, J. L. (Febrero de 2023). *Instituto Tecnológico de Tlajomulco*. Obtenido de Instituto Tecnológico de Tlajomulco.edu.mx: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/5767/1/Tesis%20Jose%20Luis%20Becerra%20Moreno.pdf>
- Fernández Suárez, R., Morales Chávez, L. A., & Gálvez Mariscal, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Revista fitotecnia mexicana*, 275-283. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500004

- Fundación Española del Corazón. (2022). *Fundación del corazón*. Obtenido de <https://fundaciondelcorazon.com/corazon-facil/blog-impulso-vital/2320-iperjudica-la-cafeina-nuestra-salud.html>
- Holguín Linares, O. O. (Marzo de 2021). *Colegio en Ciencias Agropecuarias Facultad de Agronomía*. Obtenido de Colegio en Ciencias Agropecuarias Facultad de Agronomía.edu.mx: <https://cca.uas.edu.mx/images/posgrado/TesisDCA/COHORTE%202013-2017/FA/TESIS-DCA-Linares%20Holguín.pdf>
- Massieu Trigo, Y., & Lechuga Montenegro, J. (2002). El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*, 281-303. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/413/41303610.pdf>
- Mina, S. d., Quintana Garrido, J. C., & Martínez Sotelo, J. F. (2023). *Transformando la enseñanza a través de la innovación educativa en acción*. (D. A. Olivera Gómez, Ed.) Xalapa, Veracruz: RED Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. Obtenido de <https://redibai-myd.org/2024/01/22/transformando-la-ensenanza-a-traves-de-la-innovacion-educativa-en-accion/>
- Naciones Unidas. (Agosto de 2024). *Un.org*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/poverty/>
- Presidencia de la República. (12 de Julio de 2019). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de Secretaría de Gobernación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0
- Reyes Santiago, E., Bautista Mayorga, F., & García Salazar, J. A. (2022). Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios. *Acta universitaria*.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (1 de Octubre de 2020). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cafe-la-bebida-que-despierta-a-mexico?idiom=es>
- SIEGVER. (2021). *Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Veracruz*. Obtenido de http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2021/06/IXHUATL%C3%81N-DEL-SURESTE_2021.pdf

SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO

BOVINO POULTRY BY-PRODUCTS IN CATTLE FEED

VÍCTOR MANUEL DOMÍNGUEZ CARTAS¹

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN²

Resumen

La presente revisión se realizó con la finalidad de conocer los usos y beneficios de los subproductos avícolas; pollinaza y gallinaza, empleados para la producción animal. Considerando que, representa una fuente de alimentación de bajo costo y disponibilidad por las explotaciones de las industrias avícolas, además, aporta proteínas, energía y minerales, indispensables para la producción ganadera. Estas prácticas ayudan a mitigar el efecto nocivo al ambiente minimizando la contaminación de suelo, agua, gases y malos olores. Finalmente, crea una alternativa en la alimentación, incrementando los parámetros productivos, reduciendo costos de alimentación y mejorando la rentabilidad de la unidad de producción pecuaria.

Palabras clave: pollinaza, gallinaza, alimentación.

Abstract

This review was conducted with the aim of understanding the uses and benefits of poultry by-products; chicken manure and poultry manure, used for animal production. Considering that, it represents a low-cost and readily available source of feed for poultry farms, in addition, it provides proteins, energy and minerals, essential for livestock production.

These practices help mitigate the harmful effect on the environment by minimizing soil, water, gas and bad odor contamination.

Finally, it creates an alternative in feeding, increasing production parameters, reducing feed costs and improving the profitability of the livestock production unit.

Keywords: chicken manure, poultry manure, feed.

Introducción

La utilización de estiércol de aves de corral, como la pollinaza y la gallinaza, conlleva una serie de impactos, tanto positivos como negativos, en la ganadería y el medio ambiente.

¹ Universidad Veracruzana, victodominguez@uv.mx

² Universidad Veracruzana, roarieta@uv.mx

El estiércol de pollo causa problemas ambientales, pero también tiene un potencial económico significativo (Baki et al., 2015). El estiércol de las aves de corral se perfila como un valioso alimento para el ganado y peces, puede ser empleado solo o mezclado con cereales. En el caso de los rumiantes pueden utilizar el nitrógeno presente, se debe tener en cuenta la presencia de materiales extraños como es el caso de las plumas (Bolan et al. (2019); citado de Cedeño, 2023).

En el empleo de la gallinaza en la suplementación de bovinos produce una respuesta positiva en los parámetros productivos en toros de engorde (Apolo, 2016). Se presenta una alternativa importante en la suplementación alimenticia de bovinos en pastoreo.

El propósito de este trabajo es la revisión bibliográfica del uso y beneficio de los residuos avícolas en la producción ganadera.

Subproductos avícolas

La producción avícola intensiva, genera desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico, que causan la contaminación de suelos y aguas, emiten olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente.

La gallinaza y la pollinaza son subproductos de la actividad avícola, valiosas fuentes de nutrientes para fertilizar suelos agrícolas. Resultan de la acumulación de heces y materiales orgánicos de aves como gallinas ponedoras (gallinaza) y pollos de engorde (pollinaza). Su composición varía según la dieta de las aves, el sistema de alojamiento y el material de cama utilizado (Porras Solis, 2024).

La pollinaza es un recurso abundante y económico cuyo uso se ha extendido en los últimos años. La pollinaza contiene las excretas de aves de engorda (pollos), la cual se presenta mezclada con el material que se utiliza como cama para las aves, como aserrín o pajas. La otra excreta avícola es la gallinaza, la cual contiene las excretas de las gallinas de postura. Sin embargo, es común que se confundan, pero es importante diferenciarlas, pues el uso de la gallinaza tiene mayores restricciones que la pollinaza. Estos subproductos están compuestos por heces, orina, material de cama, plumas, microorganismos y sales minerales.

La composición química de las excretas de ave es muy variable, principalmente, la pollinaza, debido al tipo de cama utilizada en las naves de engorda. La pollinaza se puede utilizar como suplemento para animales en pastoreo o en dietas integrales o concentradas. Además, puede ser incorporada en bloques multinutricionales (Ochoa Cordero & Urrutia Morales, 2007).

Uso de subproductos avícolas en la ganadería

Los excrementos de los animales han demostrado ser una fuente valiosa de proteína cruda (PC) y energía para los rumiantes. El principal compuesto nitrogenado presente en la cama de pollo (CP) o pollinaza es el ácido úrico, el cual es utilizado como fuente de proteína degradable en el rumen (PDR), ya que es eficientemente utilizado por los microorganismos ruminales. La CP es además una fuente de minerales en cantidades importantes, y su contenido de fibra permite reducir las cantidades de forraje en dietas para ganado en engordas intensivas (Morales Treviño et. al., 2002).

Antes de ofrecerla al ganado, es necesario secarla al sol y molerla, con el fin de que se integre perfectamente con los demás ingredientes que se utilizarán en la dieta. Debido a la gran variabilidad en su composición, es conveniente analizarla, especialmente para conocer el contenido de proteína y cobre y determinar la cantidad a utilizar.

La pollinaza generalmente se utiliza como fuente de proteína, en combinación con otros alimentos y forrajes, deficientes en proteína, como las pajas y rastrojos, el nopal, el maguey y la melaza. La combinación de la pollinaza con estos ingredientes es muy común y en cierto grado se complementan (Ochoa Cordero & Urrutia Morales, 2007).

Valores nutritivos de los subproductos avícolas

Las excretas de los animales de granja son utilizadas en la alimentación animal, la gallinaza y pollinaza han sido de las más empleadas por su alto contenido de proteína cruda (22-27%), en forma no proteica 50% y proteica 50% que en forma similar contribuyen al total del nitrógeno en la dieta, y como excelente fuente de minerales para rumiantes (Flores, 1986; citado en Nava Juárez, 2017).

Las excretas de aves, particularmente de gallinas ponedoras y pollo de engorda presentan mayor valor nutritivo que las excretas de otros animales. Las excretas de pollo de engorda son particularmente valiosas por su contenido de proteína (nnp). Por otra parte, su contenido promedio de pared celular como porcentaje de materia seca es de 35% lo cual es menor a los porcentajes presentes en excretas de cerdos, bovinos de carne y leche (Wilkinson, 1989; citado en Nava Juárez, 2017).

La composición química de las excretas de aves es muy variable, principalmente la pollinaza por el tipo de material de cama empleado en las naves de engorda de pollo. Estas heces tienen un elevado contenido de proteína (24 a 31%) y minerales (principalmente calcio y fósforo) pero también contienen algunos elementos tóxicos, entre los que destaca el cobre que podría causar serios problemas a la salud de los animales, por lo que se recomienda mandar una muestra a un laboratorio para examinarla con especial interés en la calidad de cobre presente (Bustamante, 2004; citado en Nava Juárez, 2017).

Nutriente	Pollinaza	Gallinaza
Materia seca, %	84.7	89.6
Proteína cruda, %	31.3	28.0
Proteína verdadera, %	16.7	11.3
Proteína digestible, %*	23.3	14.4
Fibra cruda, %	16.8	12.7
Grasa cruda, %	3.3	2.0
Elementos libres de nitrógeno, %	29.5	28.7
Cenizas, %	15.0	28.0
Total de nutrientes digestibles, %	72.5	52.0
Energía digestible, Kcal/Kg *	2440	1911
Calcio, %	2.37	8.8
Fósforo, %	1.8	2.5
Magnesio, %	0.44	0.67
Manganeso, mg/Kg	225	406
Sodio, %	0.54	0.94
Potasio, %	1.70	2.33
Cobre, mg/Kg	98	150
Zinc, mg/Kg	235	463

* En ovinos

Cuadro 1. Aporte de nutrientes de las excretas de aves.

Tomado de (Ochoa Cordero & Urrutia Morales, 2007).

Beneficios de los subproductos avícolas en la alimentación de bovinos.

De acuerdo con (AVELAR & GUEVARA GUEVARA, 2012), con el trabajo de titulación “Efecto del uso de diferentes niveles de pollinaza en la dieta de vacas encastadas sobre el rendimiento productivo de leche y la ganancia diaria de peso”, donde concluye, las vacas alimentadas con la dieta suplementada con pollinaza, pueden aportar producciones de leche similares a aquellas vacas suplementadas con concentrado comercial, siempre que la ración contenga la misma cantidad de proteína, además desde el punto de vista económico el tratamiento T3 (7 lbs. de pollinaza/vaca/día), resultó ser el mejor tratamiento por presentar los menores costos de producción.

Por otro lado, (Vargas & Mata, s/f) en el trabajo titulado “Utilización de las excretas de aves en la alimentación de rumiantes, concluye que, la excreta de aves de corral tiene un valor nutritivo sustancial para rumiantes, especialmente la pollinaza. Este material tiene un contenido alto de proteína (20%) y un contenido de energía aceptable (2200 Kcal/kg de ED en bovinos). El calcio constituye el factor limitante tanto en la pollinaza como en la gallinaza. Este último material tiene un valor cercano al 6% de calcio, lo cual limita su uso a solamente 1 – 1.5 kg por animal adulto por día, por lo que su uso no es recomendable.

Mientras que, (Ramírez-Gallardo, Rodríguez-Saldaña, & Torres-Inga, 2015), en el trabajo de investigación “Evaluación productiva y económica del engorde de toretes alimentados con excretas de cerdos y de aves (cerdaza y pollinaza) y concentrado comercial”, concluye que, el alimento

suplementado con pollinaza demuestra que el empleo de este suplemento mejora los parámetros productivos y reduce costos en comparación a los resultados de los demás tratamientos evaluados.

Por otra parte, (Vivas Cedeño, Vera Bravo, Tacuri Troya, & Mejía Chanaluisa, 2023), en la investigación “Efecto de la pollinaza como nitrógeno no proteico (NNP) en la ganancia de peso de toros de engorde”, concluyen, el valor nutricional de la pollinaza establecido permite considerarlo como una alternativa de suplemento de nitrógeno no proteico en toros de engorde, además, la ganancia de peso fue mejor cuando se suplementaron los toretes con 1,5 kg de pollinaza con 31,97 kg en un período de 60 días, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos evaluados Finalmente, la relación costo-beneficio fue mayor en el tratamiento donde se suministró 1,5 kg de pollinaza con un valor de 1,16.

Para (Morales Treviño, H., Gutiérrez Ornelas, E., & Bernal Barragán, H., 2002). En la publicación “El uso de cama de pollo de buena calidad mejora la productividad de bovinos en crecimiento en engorda intensiva”, concluye, es posible estimar la calidad de la cama de pollo considerando su contenido de proteína cruda, cenizas y fibra ácido detergente. El consumo de materia seca en bovinos en crecimiento se incrementa al aumentar el nivel de cama de pollo. Incluyendo camas de pollo con más de 31 % de PC/kg de MS o menos de 18 % de cenizas/kg de MS no se afecta el comportamiento animal, permitiendo reducir los costos de alimentación.

Finalmente, (Ríos de Álvarez, L., Combellas, J, & Álvarez, R., 2005). En el trabajo titulado “uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos, concluye que, Las excretas de aves constituyen un recurso abundante y económico usado en la alimentación de rumiantes. Su inclusión en dietas para ovinos, en niveles elevados de hasta 50 y 60% no afecta el consumo. Además, su uso ha permitido respuestas adecuadas, expresadas en ganancias de peso.

Conclusión

Los subproductos de la industria avícola crean una excelente alternativa para la alimentación de rumiantes aprovechando la disponibilidad de nitrógeno no proteico (NNP), energía y minerales, incrementando los parámetros productivos, reduciendo costos de alimentación y mejorando la rentabilidad de la unidad de producción pecuaria.

Referencias

AVELAR, D. A., & GUEVARA GUEVARA, J. (2012). *EFFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE POLLINAZA EN LA DIETA DE VACAS ENCASTADAS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LECHE Y LA GANANCIA DIARIA DE PESO*. . San Miguel, El salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

- Estrada Pareja, MM, (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación*, 2 (1), 43-48.
- Nava Juárez, A. (2017). *Cinética ruminal de ingredientes en dietas para bovinos*. Torreón, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Morales Treviño, H., Gutiérrez Ornelas, E., & Bernal Barragán, H. (2002). El uso de cama de pollo de buena calidad mejora la productividad de bovinos en crecimiento en engorda intensiva. *Técnica Pecuaria en México*, 40(1), 1-15.
- Ochoa Cordero, M. A., & Urrutia Morales, J. (2007). USO DE POLLINAZA Y GALLINAZA EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES. *INIFAP*.
- Porras Solis, V. M. (2024). Uso de la Pollinaza y Gallinaza en la Ganadería en Pequeñas Fincas de Aguas Zarcas, San Carlos y su Impacto: Desafíos y Estrategias de Manejo Sostenible . *Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología*.
- Ramírez-Gallardo , M., Rodríguez-Saldaña, D., & Torres-Inga, C. (2015). Evaluación productiva y económica del engorde de toretes alimentados con excretas de cerdos y de aves (cerdaza y pollinaza) y concentrado comercial . *MASKANA, 1er CONGRESO INTERNACIONAL DE PRODUCCIÓN ANIMAL ESPECIALIZADA EN BOVINOS, 2015*, 205-206.
- Ríos de Álvarez, L., Combellas, J, & Álvarez, R. (2005). Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos. *Zootecnia Tropical*, 23(2), 183-210.
- Vargas, E., & Mata, L. (s/f). UTILIZACION DE LAS EXCRETAS DE AVES EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES. *Centro de Investigación en Nutrición Animal, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica*, 59-71.
- Vivas Cedeño, J., Vera Bravo, D. N., Tacuri Troya, E. T., & Mejía Chanaluisa, K. F. (2023). Efecto de la pollinaza como nitrógeno no proteico (NNP) en la ganancia de peso de toros de engorde. *RECIAMUC*, 855-864. doi:10.26820/reciamuc/7.(1).enero.2023.855-864

EL DERECHO HUMANO A UNA VIDA SOSTENIBLE

PEDRO GUTIÉRREZ AGUILAR¹

MARÍA EUGENIA JEREZ VELASCO²

ANA JIMÉNEZ SUAZO³

Resumen

Todo ser humano tiene derecho a tener una vida en armonía, en paz, en condiciones sostenibles para tener una vida digna, hoy en día se puede ver que los Derechos Humanos se dan a conocer más y las instancias son accesibles para todos los ciudadanos y ciudadanas de México, por lo tanto es elemental para tener una vida digna conocer cuáles son los derechos que contribuyen a ello, ya que se debe adentrar a los temas de derechos humanos en torno al medioambiente y esto nos lleva a conocer a los DESCAs, que son los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con lograr obtenerlos se considera que el ser humano podría vivir en bienestar, incluyendo la aplicación en la mayor de las posibilidades de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); conocerlos hará que se concientice a todos los habitantes de este mundo y esperando su contribución de cuidar el planeta tierra, esto incluye tanto cuidar el entorno donde se vive, el agua, el aire y la tierra, la energía y los alimentos, entre otros aspectos.

Palabras Clave: Derechos Humanos, DESCAs, ODS.

Abstract

Every human being has the right to live a life in harmony, in peace, in sustainable conditions to have a dignified life. Nowadays, it can be seen that Human Rights are becoming more known and the instances are accessible to all citizens of Mexico. Therefore, in order to have a dignified life, it is essential to know which rights contribute to this, since it is necessary to delve into human rights issues around the environment and this leads us to know the ESCR, which are the economic, social, cultural and environmental rights. By achieving them, it is considered that the human being could live in well-being, including the application of the Sustainable Development Goals (SDG) to the greatest extent possible. Knowing them will raise awareness among all the inhabitants of this world and will expect their contribution to take care of planet Earth. This includes taking care of the environment where one lives, water, air and land, energy and food, among other aspects.

Keywords: Human Rights, ESCR, SDG.

¹ Universidad Veracruzana, pguierrez@uv.mx

² Universidad Veracruzana, ejerez@uv.mx

³ Universidad Veracruzana, anajimenez@uv.mx

Introducción

Hoy en día impera una necesidad y un derecho el cual está por encima de todos los derechos y es aquel a tener una vida digna, esto abarca muchas facetas, no solo es el aire, el agua, la tierra o el medio ambiente en general, también se incluye el derecho a la salud, al trabajo, a la educación y al esparcimiento, para investigar estos temas no es necesario ser un abogado o ambientalista, esta información debe estar al alcance de toda persona e incluir en los textos escolares de todos los niveles puesto que la vida en la tierra está en juego con tanta contaminación, las sequías que son causas del cambio climático drástico, las inundaciones y si a esto le agregamos el hambre y la pobreza extrema, debe hacer que se entre en razón y concientizar a todos los que nos rodean dando a conocer todo lo que abarcan los derechos humanos, incluso identificar las disciplinas con los cuales se relacionan ya que en todo ámbito de la vida se deben aplicar.

El Derecho ambiental desde la perspectiva de las políticas públicas.

Si bien los derechos humanos en los últimos diez han tenido mucho auge, siendo del conocimiento de la mayoría de las personas de todos los niveles profesionales ya que emanan directamente de la Constitución Mexicana la cual indica los derechos que se tienen en el país México los cuales dimensionando desde el aire, agua y tierra. “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho.” (Congreso de la Unión, 2021, pág. Art. 4)

Estos derechos humanos con respecto al medioambiente tienen un inicio en Estocolmo en el año 1972, a partir de la celebración de las Naciones Unidas, con ello nivel mundial la gran mayoría de países iniciaron a concientizar a la humanidad en temas ambientales, los cuales propusieron 27 principios los cuales impactan en la economía, la contaminación del planeta entero y la calidad de vida que se espera que tenga la humanidad. (Naciones Unidas, 1973, págs. 4-6).

Aplicar en la vida diaria los principios del medio ambiente cambiaría el planeta, esto en beneficio de todos los seres vivos.



Figura 1. 27 principios del medio ambiente. Elaboración propia. Fuente: (Naciones Unidas, 1973)

Derechos Humanos y los DESCA

Los derechos humanos tienen directamente un vínculo con los principios ambientales, los cuales debemos ser conscientes de aplicarlos en la vida diaria, pero que son esos Derechos Humanos, el autor (Carpizo) menciona: "Los derechos humanos son derechos inalienables de todas las personas,

independientemente de su nacionalidad, lugar de residencia, género, origen nacional o étnico, color de piel, religión, idioma o cualquier otra condición... estos derechos están interrelacionados, son interdependientes e indivisibles. (2011, pág. 13).

El diario vivir nos hace que tengamos contacto con la naturaleza que nos rodea y que es elemental para la vida, tal como el agua, el aire, el sol, la tierra, entre otros, los cuales se han visto amenazados por la contaminación que se tiene, por lo tanto, se debe aplicar una cultura sostenible para la vida, la cual abarca los derechos ambientales de los cuales se deriva la salud, la seguridad, el derecho a un medio ambiente sano, el derecho a la vivienda, al agua y a la alimentación.

La participación directa que tienen las personas con el medio ambiente se manifiesta principalmente de dos maneras: derechos ambientales específicos caracterizados por la salud, la seguridad, la satisfacción o la sostenibilidad, y su relación con otros derechos reconocidos, como el derecho a la vida y el derecho a la vida, un ambiente sano, salud, vivienda, alimentación y cultura.

El 10 de junio de 2011 se publicó en el Diario Oficial de la Federación uno de los cambios más importantes a la constitución en materia de derechos humanos, entre los 11 artículos revisados se encuentra el artículo 1, en su párrafo 3 establece: "Todas las instituciones dentro de su competencia tienen el deber de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progreso, por lo tanto los estado debe prevenir, investigar, sancionar e impedir las violaciones de los derechos humanos. (CNDH, 2018)

Por lo tanto, es obligación de los gobiernos garantizar esos derechos humanos para todos sin distinción y aplicarlos en cada momento.

Existen los principios de los Derechos Humanos los cuales son cuatro: Universalidad, Interdependencia, Indivisibilidad y Progresividad. Los cuales se describen más detalladamente en la siguiente figura:



Figura 2. Principios de Derechos Humanos. Elaboración propia Fuente: (CNDH, 2018)

DESCA: Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales.

Los DESCA cuyas siglas significan que: Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales; cuya definición según la (CNDH) “Los DESCA son los derechos humanos tendientes a satisfacer las necesidades elementales de las personas² para alcanzar el máximo nivel posible de vida digna desde los ámbitos de la salud, la educación, el trabajo, la seguridad social, la vida en familia y el disfrute de un medio ambiente sano, entre otros” (2015).

Los orígenes de los DESCA se derivan de la Declaración Universal de Derechos Humanos, aprobada el 10 de diciembre de 1948, desde ese tiempo a la fecha se ha tratado de concientizar a la humanidad, sin embargo, parecían muy lejos de cumplirse demasiado lento.

En México se encuentran en la Constitución Política, la cual, desde su promulgación en 1917, el 22 de noviembre de 1969, en vigor internacional a partir del 18 de julio de 1978, para el 24 de marzo de 1981 México se vinculó y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 1981, a partir de entonces los DESCA se encuentran reconocidos en tratados a nivel regional, como es el caso de la Convención Americana sobre Derechos Humanos. (CNDH, 2015)

A partir de entonces los DESCA ha favorecido a los individuos en sus derechos en torno a sus necesidades básicas los cuales comprenden: los derechos a un nivel de vida adecuado, a la alimentación, a la salud, al agua, al saneamiento, al trabajo, a la seguridad social, a una vivienda adecuada, a la educación, a la cultura, así como al medio ambiente sano. (CNDH, 2019).

Los DESCA son derechos que se fundaron con el principio de igualdad material o igualdad real, es decir que no se quede en normativa, estos derechos se deben de cumplir ya que incluso existen jurisprudencias relacionadas por el Comité de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales, así como la resolución de casos en la Comisión Interamericana y en la Corte respectiva. (Tello, 2015)

DESCA Derechos Universales e Inclusivos (Derechos Económicos, de la Salud, Culturales y Ambientales)**Derechos Económicos**

El derecho a un nivel de vida adecuado, donde se incluyen los derechos a la alimentación y a la protección contra el hambre, a una vivienda adecuada, al agua y al saneamiento y a un medio ambiente sano, derecho a la educación, derechos laborales y a la protección de la familia.

Derechos a la Salud

El derecho a la salud, el cual se refiere al derecho a acceder a instalaciones, bienes y servicios adecuados relacionados con la salud, el derecho a la seguridad social, condiciones laborales y ambientales saludables y a la protección contra las enfermedades epidémicas.

Derechos Culturales

Estos derechos se refieren al derecho a participar en la vida cultural y a compartir los Derechos Ambientales.

Derechos Ambientales

Estos derechos comprenden tanto el derecho a vivir en un medio ambiente sano, como a contar con servicios públicos básicos indispensables para el desarrollo y bienestar de las personas.

Agenda 2030 de las Naciones Unidas

Las Naciones Unidas en septiembre de 2015 adoptó la agenda de desarrollo, con el propósito de garantizar a todas las personas y los países del mundo a que alcancen una vida sostenible. Surge con ello la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que es un plan de acción a favor de las personas, del planeta y la prosperidad, es una agenda civilizatoria, que pone la dignidad y la igualdad de las en primer lugar, la agenda para el Desarrollo Sostenible es visionaria y requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad y del gobierno para su cumplimiento, su objetivo principal es fortalecer la paz universal y orientar la política de desarrollo y financiamiento, así como lograr erradicar la pobreza en el mundo. (Naciones Unidas, 2018)

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

De acuerdo a la CNDH de los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible cada uno impacta directamente en los DESCAs tanto en temas de cuidado del medio ambiente como la salud, la economía y la cultura.

Impacto y relación entre los DESCAs y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)							
DESCA	ODS	1 FIN DE LA POBREZA	2 HAMBRE CERO	3 SALUD Y BIENESTAR	4 EDUCACIÓN DE CALIDAD	5 IGUALDAD DE GÉNERO	6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO
Derechos Económicos	1,4,8,9,12						
Derechos a la Salud	2,3						
Derechos Culturales	5,10,16,17						
Derechos Ambientales	6,7,11,13,14,15						

Cuadro 2. Impacto entre DESCAs y ODS. Fuente: : (Tello, 2015, págs. 72-74), (Naciones Unidas, 2018)

Como se puede apreciar en el cuadro 2, la relación que impacta entre los DESCAs y los ODS y en específico en el medio ambiente los cuales abarcan el 6, 7, 11, 13, 14 y 15, incluyendo propuestas de acciones para emprender que pueden ser valiosas para el planeta si se le da cumplimiento:

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

- Cuidado del agua para uso doméstico
- Evitar verter contaminantes a los mantos acuíferos
- Controlar el uso de agua industrial

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

- Apagar los aparatos eléctricos cuando no se usan.
- Transportarnos en bicicleta, caminar o usar transporte público.

Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

- Reducir los desechos, por ejemplo, asegurándonos de disminuir el consumo de plástico.
- Actuar de una forma reflexiva al comprar.

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

- Mejora de la eficiencia energética de las empresas.
- Reducción por parte de las empresas de la huella de carbono de sus productos.

Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

- Utilizar el transporte público y desconectar aparatos eléctricos para reducir la huella de carbono.
- Eliminar en lo posible el uso de plástico.
- Organizar actividades de limpieza de las playas.

Objetivo 15. Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de la biodiversidad.

- Reciclaje.
- Comer alimentos producidos a nivel local y de manera sostenible.
- Respetar flora y fauna silvestres.

Como se vio en las acciones que se proponen los ODS son fundamentales para planificar un cambio climático favorable en el planeta, que con ello impactará en nuestra salud y en un entorno sin contaminantes.

Los ODS también son una herramienta de planificación y seguimiento para la mayoría de los países. Cuenta con una visión a largo plazo, como propósito de guiar a las naciones hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente, a través de políticas públicas. (Naciones Unidas, 2018)

Derecho humano y las disciplinas que apoyan a un ambiente sostenible

El derecho ambiental es una rama del derecho relativamente nueva, y sus principios básicos han sido adoptados por las leyes nacionales de muchos países del mundo, incluido el derecho ambiental de nuestro país, que se deriva del derecho público, ya que es proporcionado por el Estado y regula las

acciones para su ejecución. Una de las características de estos derechos es que intervienen en la aprobación de la legislación ambiental, otorgando derechos ambientales y estableciendo criterios para la realización de estudios de impacto ambiental (EIA) o planes de cumplimiento ambiental (PAMA), entre sus acciones en la Función Pública cuyo desacato puede ser objeto de sanciones administrativas, civiles o penales. (Vega, 2012)

Características del Derecho Ambiental

Características del Derecho Ambiental	
Preventivo	Previene a que a que se degraden los recursos naturales para evitar consecuencias desastrosas.
Interdisciplinario	Está estrechamente relacionado con varias disciplinas del Derecho en sus diversas ramas como Administrativo, Civil, Penal, Sanitario, Derecho Internacional Ambiental. Así como indirectamente con ciencias tales como la Química, Biología, Ecología, Física, Ingeniería, Finanzas, Administración, Educación, Mercadotecnia, entre otras
Colectivo	Involucra a una gran cantidad de personas y está orientada a proteger el derecho de los seres humanos en cualquier lugar.
De rigurosa regulación técnica	Incluye prescripciones rigurosamente técnicas tales como establecer límites máximos permisibles, estándares de calidad ambiental.
Transfronterizo, integrador y globalizador	En el sistema natural no hay límites administrativos ya que un problema de contaminación en la atmosfera, cambio climático o marinos se requiere intervención internacional.
Transgeneracional	El propósito de cuidar el medio ambiente apunta a mejorar la calidad de vida de la humanidad presente y a lograr el desarrollo sostenible como legado para las futuras generaciones.

Cuadro 3. Características de Derecho Ambiental. Elaboración Propia. Fuente: (Vega, 2012)

La Normativa en México para el cumplimiento de los DESCAs en materia del medio ambiente.

Se debe recordar que los DESCAs son derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales, los cuales se analizará cuáles son las leyes que los respaldan.

Regulaciones del cumplimiento de los DESCAs en México

En el caso de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos, esta institución tiene autonomía plena, protege y defiende los derechos humanos de todas las personas en el territorio nacional. En específico, lo que refiere al derecho humano al medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar.

La Sexta Visitaduría General es el área encargada de dicha defensa y actividades de promoción y difusión que permiten dar a conocer la necesidad de velar por la protección de los derechos humanos en materia ambiental y del agua. (CNDH, 2018-2022)

Existe leyes, reglamentos y normatividad en México que hará que los gobiernos a través de sus autoridades apliquen e incluso sancionen a quienes violen estos Derechos Humanos, el marco legal en materia ambiental está organizado jerárquicamente para garantizar la protección del medio ambiente, de acuerdo con la Constitución y los tratados internacionales.

Las leyes

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo 4º: Establece el derecho de toda persona a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como la obligación del Estado de garantizar la protección ambiental.

Artículo 27º: Regula la propiedad y uso de los recursos naturales, incluyendo el suelo, agua, bosques, minerales, y otros elementos del medio ambiente. (Congreso de la Unión, 2021)

Tratados Internacionales

- El Acuerdo de París sobre cambio climático
- El Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Estos tratados tienen rango constitucional en México, es decir, se ubican inmediatamente después de la Constitución en la jerarquía normativa.

3. Leyes Generales

Estas son leyes que regulan a nivel nacional temas específicos en materia ambiental y deben ser cumplidas por todas las entidades federativas:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA): Es la principal ley ambiental en México y establece las bases para la conservación, protección, restauración y mejora del medio ambiente.

Ley General de Cambio Climático: Regula las acciones y políticas en materia de cambio climático en México.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: Establece las normas para el aprovechamiento y conservación de los recursos forestales.

Ley General de Vida Silvestre: Protege las especies de flora y fauna silvestres y regula su uso y conservación.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: Regula la gestión integral de residuos sólidos y peligrosos en el país.

Ley de Aguas Nacionales: Regula el uso, conservación y protección de los recursos hídricos en el país.

Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados: Regula las actividades relacionadas con los organismos genéticamente modificados (OGMs) para garantizar la protección del ambiente.

Ley de Energía para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía: Establece las bases para el uso eficiente y sustentable de la energía.

Reglamentos

Los reglamentos desarrollan los detalles específicos y son de carácter obligatorio y precisan cómo deben implementarse las disposiciones legales en el ámbito ambiental.

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental: Define los procedimientos para la evaluación de proyectos que puedan impactar el medio ambiente.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales: Establece las normas para la aplicación de la ley en cuanto al uso y conservación de recursos hídricos.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: Regula el manejo y conservación de los bosques.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: Detalla los procedimientos para la gestión de residuos.

Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)

NOM-001-SEMARNAT-1996: Regula los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales.

NOM-041-SEMARNAT-2015: Regula las emisiones de contaminantes provenientes de vehículos automotores en circulación.

Leyes estatales y municipales

Leyes estatales: Cada entidad federativa de México puede promulgar sus propias leyes ambientales, siempre que estas no contradigan las leyes federales. Ejemplos incluyen la Ley Ambiental del Estado de México o la Ley Ambiental del Estado de Jalisco.

Reglamentos municipales: Los municipios también pueden emitir reglamentos locales relacionados con la protección del medio ambiente, como el manejo de residuos y la calidad del aire.

Órganos jurisdiccionales

Tribunales ambientales: Existen instancias judiciales y administrativas que se encargan de resolver conflictos y asegurar el cumplimiento de las leyes ambientales, como el Tribunal Federal de Justicia Administrativa y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Conclusiones

Los DESCA son los derechos a los que tenemos todas las personas, sin embargo así como hay derechos, también hay obligaciones por parte de todos los que vivimos en este planeta tierra, es necesario que nos involucremos en actividades sostenibles que incluyen el enfoque al cuidado del medio ambiente, ya que a pesar de que existen leyes y normativa que se debe de respetar y cumplir, las personas junto con asociaciones y empresas de todo giro deberían de conocer tanto los principios ambientales, los Objetivos de Desarrollo Sostenibles y los DESCA así como toda información que pueda hacer concientización en el ser humano de cuidar el planeta, ya que si solo se queda en buenas intenciones o escrito en papel, no serviría de nada. Desde las instituciones de educación de todos los

niveles sería apremiante instruir a los estudiantes en materia ambiental puesto que ellos son el futuro del planeta.

Referencias

- Congreso de la Unión. (2021). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Mexico. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf
- Carpizo, J. (2011). Los Derechos Humanos: Naturaleza, Denominación y Características. *Revista Mexicana de Derecho Constitucional* (25), 5 y 13.
- CNDH. (Noviembre de 2015). Sabías que estos también son tus Derechos: DESCAs. En CNDH. GVG Grupo Gráfico, S. A.
- CNDH. (2018). *Los principios de Universalidad, Interdependencia, Indivisibilidad y Progresividad de los Derechos Humanos*. México: Home Print S. A. de C. V.
- CNDH. (2018-2022). <https://www.cndh.org.mx/programa/39/derechos-economicos-sociales-culturales-y-ambientales>. Obtenido de <https://www.cndh.org.mx/programa/39/derechos-economicos-sociales-culturales-y-ambientales>
- CNDH. (Junio de 2019). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://appweb.cndh.org.mx/biblioteca/archivos/pdfs/cartilla-tus-Derechos-DESCA.pdf.
- Naciones Unidas. (1973). Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Humano. *El Medio Humano*. New York: Publicación de las Naciones Unidas. Obtenido de <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N73/039/07/PDF/N7303907.pdf?OpenElement>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Mexico: Santiago.
- Tello, L. F. (2015). *Panorama general de los DESCAs en el Derecho Internacional de los Derechos Humanos*. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.
- Vega. (2012). Iniciación al Derecho Ambiental. *Foro Jurídico*.

GANANCIA DE PESO EN CERDOS EN ETAPA DE INICIACIÓN CON BASE EN DOS TIPOS DE RACIONES

MARINA MARTÍNEZ MARTÍNEZ¹

RONIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN²

ERIC ELPIDIO FOMPEROSA MUNÓZ³

Resumen

La presente investigación se realizó en la Ciudad de Lerdo de Tejada, Veracruz, el objetivo fue comparar dos tipos de raciones e identificar las ventajas y desventajas de cada uno, de así mismo determinar la ganancia de peso en cerdos en la etapa de iniciación con dos tipos de raciones de alimentos, sus costos y conversión alimenticia.

Para llevar a cabo dicha el experimento se utilizaron 6 unidades experimentales provenientes de una cruce de un Landrace y un Pietrain alemán (3 cerdos hembra que conformaran el lote #1, cada una marcada con un arete (51,52 y 53), y 3 cerdos hembra que conformaran el lote #2 de igual manera marcadas con un arete (54, 55 y 56) para tener un registro más certero de cada uno desde la etapa de inicio con un peso de 5-6 kg hasta los 30 kilos.

Con la investigación se pudo observar cuál de las dos raciones se aportó mayores beneficios, comparando ganancia de peso, costos y conversión alimenticia.

Los resultados obtenidos servirán para apoyar a los pequeños productores a tomar decisiones para elegir qué tipo de alimento que conviene utilizar al suplementar a los cerdos en etapa de iniciación. De esta manera se podrá orientar a los productores mostrando los datos económicos en el proceso de iniciación y resultados en ganancia de peso, de cada tipo de ración.

Palabras clave: ración, cerdos, ganancia de peso, conversión alimenticia, costos.

Abstract

This research was carried out in the city of Lerdo de Tejada, Veracruz. The objective was to compare two types of rations and identify the advantages and disadvantages of each one, as well as determine the weight gain in pigs in the initiation stage with two types of feed rations, their costs and feed conversion.

To carry out the experiment, 6 experimental units were used, coming from a cross between a Landrace and a German Pietrain (3 female pigs that will make up lot #1, each marked with a tag (51, 52 and 53),

¹ Universidad Veracruzana, marimartinez@uv.mx

² Universidad Veracruzana, roarieta@uv.mx

³ Universidad Veracruzana, Zs19001560@estudiantes.uv.mx

and 3 female pigs that will make up lot #2, also marked with a tag (54, 55 and 56) to have a more accurate record of each one from the initiation stage with a weight of 5-6 kg up to 30 kilos.

With the research, it was possible to observe which of the two rations provided greater benefits, comparing weight gain, costs and feed conversion.

The results obtained will serve to support small producers in making decisions to choose what type of feed to use when supplementing pigs in the initiation stage. In this way, producers can be guided by showing the economic data in the initiation process and results in weight gain, of each type of ration.

Keywords: ration, pigs, weight gain, feed conversion, costs.

Introducción

La porcicultura es una de las actividades económicas más importante de México, siendo así que ocupa el segundo lugar en ser la carne que más se consume en el territorio mexicano. Cabe recalcar que la carne de cerdo proporciona a la población mexicana una de las fuentes de proteína esenciales para el ser humano.

Actualmente la porcicultura se mantiene como una industria importante dentro de la actividad pecuaria en el territorio nacional, generando más de un millón de toneladas anualmente y con una marcada presencia en los estados de Jalisco, Sonora y Puebla que han llegado a representar hasta un 48% de la producción.

El consumo de carne de cerdo en México es muy popular; pero los cánones dietéticos suelen recomendar un consumo limitado de la misma pues una porción de 85g de lomo de cerdo contiene 66mg de colesterol, el 22% del máximo diario recomendado.

La porcicultura es una de las líneas de producción del sector agropecuario parte de la economía social, ya que la crianza y comercialización de los cerdos genera empleos y desarrollo en las zonas donde se realiza. (Social, 2018).

La mayoría de los cerdos dependen casi exclusivamente de alimentos procesados compuestos por varios ingredientes. Por ello, se está investigando mucho para producir alimentos equilibrados y saludables para que los cerdos crezcan de forma similar.

Los cerdos son alimentados con alimentos concentrados que consisten principalmente en cereales y proteínas vegetales. La mayoría de los piensos para cerdos se suministran a granel.

Nutricionistas formulan dietas balanceadas en base a las necesidades energéticas de los cerdos por etapa. En base a estas necesidades, las materias primas utilizadas se evalúan en cuanto a su calidad y composición de nutrientes. El resultado es una dieta nutritiva y económica. (Porcinas, Razas Porcinas, 2023).

Análisis de la producción y consumo de la carne de cerdos en México

Al 30 de abril de 2022, el volumen de producción acumulado alcanzó las 551,049 toneladas, 31.7% de avance respecto del volumen proyectado para este año. Jalisco ha contribuido con 124,520 toneladas, 22.6% del total nacional; Sonora 101,202, 18.4%; Puebla 57,049, 10.4%; Yucatán 53,001, 9.6%; Veracruz 47,719, 8.7%; y el resto de los estados 167,562 toneladas, 30.4% del total. Para 2022, se calcula que la producción se podría ubicarse en 1 millón 737 mil toneladas; se prevé un consumo de 2 millones 598 mil toneladas; importaciones por 1,055 mil y exportaciones por 193 mil toneladas. El reporte del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), publicado en mayo de 2022, prevé que para 2022 la producción será de 27,054 millones de libras, 2.3% menos respecto de 2021; se calculan importaciones por 1,408 millones, 19.3% por encima comparadas con el año anterior y exportaciones en 6,581 millones 6.4% por debajo de las ventas al exterior realizadas en 2021. El precio de carne de cerdo en Estados Unidos, base nacional, equivalente para animal vivo, 51-52% magro, se calcula en \$71.1 dólares por quintal, 5.7% superior respecto un año antes. En abril de 2022, el precio promedio pagado en México por la carne de cerdo en pie fue de \$29.03 pesos por kilo, 2.7% menos, respecto del mes precedente y un incremento anual de 3.9 por ciento. La cotización de carne en canal promedió \$47.19 pesos por kilo, 3.6% inferior al de un mes antes y 2.1% mayor comparado con abril de 2021. El referente pagado al mayoreo es de \$79.75 pesos por kilo, 7% más al observado en marzo y 4.6% superior en comparativo anual. El precio al consumidor fue de \$104.07 pesos por kilo, 1% más que el precio de un mes antes y 8% mayor que similar mes del año 2021.

La importación mexicana de carne de porcino alcanzó entre enero y abril de 2022 498 mil toneladas, cifra récord para el referido lapso. Ese volumen significó un incremento interanual de 21.6 por ciento. La importación de abril pasado alcanzó 113 mil toneladas. Por su parte las exportaciones del cárnico para el primer trimestre cifraron 78 mil toneladas, stock que resultó menor en 23.3% al registrado en igual periodo de 2021. Durante el cuarto mes de 2022 México exportó 18 mil toneladas. La caída de las ventas externas era previsible, luego de que China, por efectos de la recuperación de su inventario animal pasada la afectación de la Fiebre Porcina Africana. No obstante, se reporta alza en los volúmenes consignados a dos de los principales países, que adquieren carne de porcino mexicana: Japón y Estados Unidos, con ascensos inter trimestral de 12.4 y 41.6%, respectivamente. En el vecino país del norte se ha registrado un retroceso de 5.5% en su producción nacional de carne de porcino durante los primeros cuatro meses del año en curso. Del volumen que México ha importado hasta el primer cuatrimestre de 2022, los principales flujos corresponden a Estados Unidos con 401 mil toneladas, Canadá con 86 mil y Chile con otras 6 mil. (Secretaría de agricultura y desarrollo rural y Servicio de información agroalimentaria y pesquera, 2022).

Análisis de la producción de cerdos en Veracruz

Veracruz ocupa la quinta posición a nivel nacional con el nueve por ciento de la producción de carne de cerdo, luego de Jalisco, Sonora, Puebla y Yucatán, indicó la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca (SEDARPA).

De acuerdo con informes de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), México representa a nivel mundial una producción de 1.3 por ciento de carne de cerdo en canal (músculo, grasa y huesos), con 1.45 millones de toneladas al año, y exporta el 10 por ciento a países como Japón, Corea del Sur y China.

Nuestra entidad aporta al país 120 mil toneladas anuales con la participación principal de los municipios de Jalacingo con el 29 por ciento, Perote con 18 por ciento y Villa Aldama con apenas el tres por ciento. Los productores de cerdo en canal ocupan un 70 por ciento del cuerpo del animal; incluso se utilizan la sangre y el pelo de puerco, este último en cepillos y utensilios, así como los huesos que se emplean para caldos, gelatinas y otros objetos.

Sobre el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá, se menciona que, aunque algunos porcicultores se pronuncien en contra de este, se debe llegar a un acuerdo que permita la exportación con aranceles más accesibles.

La SEDARPA respalda el trabajo de los porcicultores, prueba de ello es el incremento de la venta de carne de cerdo en todo el Estado.

Pese a la estigmatización en la que se tiene a este cárnico, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que actualmente es la secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) considera que se trata de un alimento que posee sus beneficios. Es uno de los más saludables gracias a su contenido de vitaminas B1 y B3, esenciales para el funcionamiento del corazón y el sistema nervioso. Además de fósforo, que fortalece los huesos y genera energía en las células, sostiene la dependencia federal en un informe. (Quadratín Veracruz, 2017).

Materiales y métodos

Macrolocalización. El experimento se llevó a cabo en la ciudad de Lerdo de Tejada, Veracruz. Esta ciudad se encuentra ubicada en la zona sur del estado, en las coordenadas 19°38' de latitud norte y 95°31' de longitud oeste, a una altura de 10 MSNM. Limita al este con Ángel R. Cabada, al sur con Saltabarranca, al oeste con Tlacotalpan y Alvarado, al norte con el Golfo de México. Su distancia aproximada al suroeste de la capital del estado por carretera es de 207 Km. *Microlocalización.* El experimento se desarrollará en el domicilio del Sr. Alfonso García Figueroa. Esta se encuentra ubicada

en la colonia Lázaro Cárdenas, en el andador Motzorongo s/n en la ciudad Lerdo de Tejada, Veracruz de Ignacio de la Llave, México. C.P95284.

Materiales. Para el experimento se utilizaron seis unidades experimentales provenientes de una cruce de un Landrace y un Pietrain Alemán (tres cerdos hembra que conformaran el lote #1, cada una marcada con un arete (51,52 y 53), y tres cerdos hembra que conformaran el lote #2 de igual manera marcadas con un arete (54, 55 y 56) para tener un registro más certero de cada uno de ellos desde la etapa de inicio, que inicia justo después de haber culminado con el destete que comprende entre los 5 y 6 kg y culmina la etapa de iniciación entre los 25 y 30 kg que ya después entran en la etapa de desarrollo.

Manejo. El manejo que se llevó a cabo para evaluar los dos tipos de alimentos fueron los siguientes.

1. Para el lote 1, se suplementó con alimento balanceado comercial de la marca "CAMPI" PR para el lote #1
2. Para el lote #2 se les suplementó con una ración balanceada por programación lineal a mínimo costo con SOLVER®.

❖ *Contenido de la dieta.* La dieta que se preparó contiene: 20% de proteína y 3.4 Mcal de EM/Kg. Los insumos utilizados para la elaboración del alimento son los siguientes: Melaza 7%, Maíz amarillo quebrado 30.4%, Soya 5%, DDG 61.2% y Sales minerales 5%, para la elaboración de 100 Kg.

Resultados

El objetivo de la investigación fue identificar la ganancia de peso en cerdos durante la etapa de iniciación, así como medir las siguientes variables: conversión alimenticia, ganancia de peso diario y costos de producción. Para el proyecto se seleccionaron dos tipos de alimentos y se generaron ambas raciones. La ración que se elaboró con agro insumos mostró buenos resultados, en relación con el alimento comercial de "CAMPI" el usado en la engorda de cerdos.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la presente investigación y se muestran graficas donde se comparan resultados del alimento comercial (CAMPI PR) y el elaborado con insumos agroindustriales como es el DDG. En la figura 1, se muestra el promedio general de peso vivo de ambas raciones.

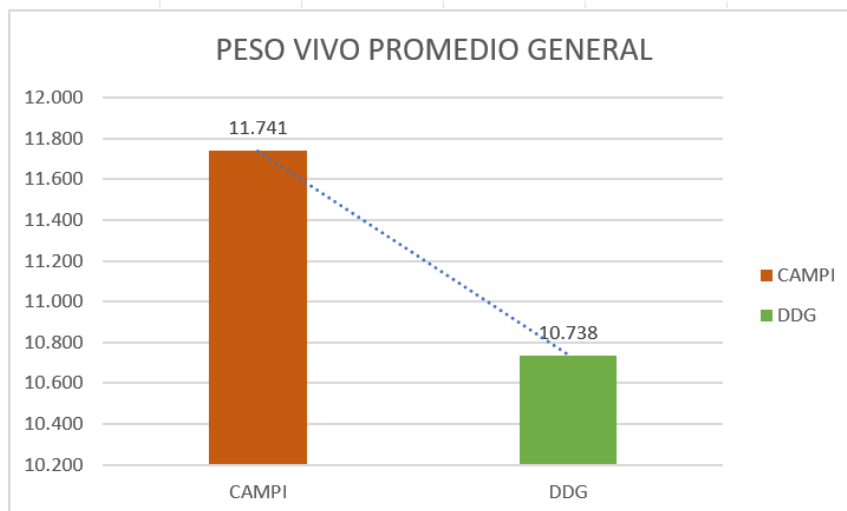


Figura 1. Representación de promedio general de peso vivo. Referencia propia.

En la tabla 1, se presenta el promedio de las cuatro pesadas de los dos lotes de cerdos que fueron evaluadas. En él se puede observar que en la primera y segunda pesada la ventaja la lleva la ración DDG, en las últimas dos pesadas la ventaja la obtiene la ración del alimento comercial “CAMPI”, después de la segunda pesada los cerdos que fueron alimentados con la ración con DDG se enfermaron con diarrea, por lo cual se infiere que el aumento de peso fue bajo por la enfermedad, permanecieron como una semana enfermos, y después de que mejoraron tardaron en recuperar la salud. Otro factor que afectó el resultado fueron las altas temperaturas que llegaron a 35c° con sensación térmica de 45c°. A esto se le sumó la diarrea, lo que repercutió en el aumento de peso y en su recuperación.

En el lote #2, suministrado con alimento “DDG”, uno de los cerdos fue afectado por diarrea y las altas temperaturas, provocando disminución de peso. Para cuidar el bienestar animal se tomó la decisión de no incluirlo en los resultados para no alterar el promedio general por que resultaría bajo, aunque los demás datos fueran buenos. Y de esta manera el trabajo prosiguió, pero ya solo con dos cerdos.

Tabla 1. Promedios de peso vivo. Referencia propia

RACION	PESO VIVO PROMEDIO			
	1RA PESADA	2DA PESADA	3RA PESADA	4TAPESADA
CAMPI	5.647	7.967	12.483	20.867
DDG	5.550	9.500	12.000	15.900

En la figura 2, se representa el promedio general de la ganancia de peso desde la primera pesada a la cuarta pesada que duró un lapso de 43 días. En esta se puede observar la GP de tanto del alimento comercial como el alimento que le elaboro con insumos de la región.

Se puede observar que el alimento comercial de “CAMPI” logró una ganancia de **4.87 kilogramos** por arriba del “DDG”. Cabe recalcar que los resultados de “CAMPI” se tomaron en cuenta tres cerdos y

con los del “DDG” solo dos cerdos, En realidad la ventaja la tiene “DDG” ya que los datos obtenidos con solo 2 cerdos fueron buenos y no fue mucha la diferencia en comparación del alimento comercial.

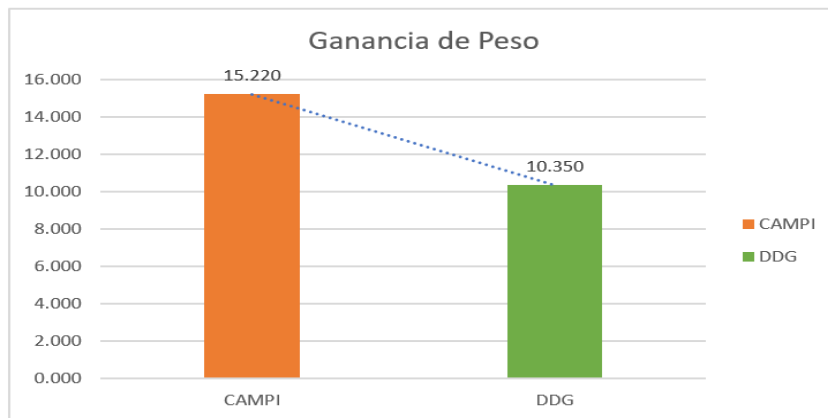


Figura 2. Representación de promedio de ganancia de peso. Referencia propia.

De acuerdo con la tabla 2, la ganancia de peso que se registró después de transcurridos los 14 días de haber empezado el experimento, se observó que el lote alimentado con DDG ganó **3.950 kilogramos**, mientras que los alimentados con CAMPI ganaron **2.320 kilogramos**.

El lote #1 alimentado con el alimento comercial de CAMPI, estuvo integrado por tres cerdos y el del alimento con DDG que fue el lote #2 solo se trabajó con dos cerdos.

Tabla 2. Promedios de ganancia de peso. Referencia propia

RACION	GP			
	1RA PESADA	2DA PESADA	3RA PESADA	4TAPESADA
CAMPI		2.320	4.517	8.383
DDG		3.950	2.500	3.900

En la tabla 3, se muestran los resultados de la ganancia de peso diario (GDP), se estimaba que ganarían alrededor de **300 gramos** diarios. Sin embargo, en los resultados se puede ver que después de la primera pesada ninguno de los dos se acercó a lo esperado, pero en cambio la ración “DDG” se acercó más a lo estimado (300gr), solo le faltaron 0.018 gramos. Esto representa un punto a favor la ración que se elaboró con “DDG”.

Por otro lado, en la tercera pesada los resultados se invirtieron. La ración de “CAMPI” logró lo esperado superando los 300 gramos diarios. El peso diario ganado fue de 323 gramos. En cambio, con la otra ración disminuyó la ganancia de peso por día debido a que se enfermaron por una semana. Esto nos afectó los resultados esperados.

En la última pesada resultó igual, el alimento comercial duplicó la ganancia de peso diario (0.645 gr) y los de la ración con insumo de la región apenas se estaban recuperando de la enfermedad. Uno de los cerdos se excluyó del experimento para no afectar estadísticamente en los resultados. Ver tabla 3, donde se ilustra el promedio de la ganancia de peso diario.

Tabla 3. Promedios de ganancia de peso diario. Referencia propia.

RACION	GDP			
	1RA PESADA	2DA PESADA	3RA PESADA	4TAPESADA
CAMPI		0.166	0.323	0.645
DDG		0.282	0.167	0.279

De acuerdo con la literatura la *conversión alimenticia (CA)* en cerdos es de 3.1 lo que quiere decir que para producir un kilogramo de carne de cerdo se necesitan tres kilogramos de alimento para producirlo. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el experimento.

Tabla 4. Comparación de resultados finales. Referencia propia.

	CAMPI	DDG
GP	15.220	10.350
CONSUMO	36.467	26.300
CA	2.396	2.541
COSTO/KG/ALIMENTO	\$ 13.75	\$ 11.00
COSTO DE ALIMENTO/KG DE CERDO	\$ 32.94	\$ 27.95
GANANCIA/COSTOS DE AIMENTACION	\$ 7.06	\$ 12.05
RENTABILIDAD/COSTOS DE ALIMENTACION %	21	43

Como se muestra en la tabla 4, la conversión alimenticia (CA) del alimento comercial es de **2.396 kilogramos** lo que indica que se necesita esa cantidad de alimento comercial para producir un kilogramo de carne. En cambio, con el alimento alternativo la conversión alimenticia fue de **2.541 kilogramos** lo que significa que se necesita esa cantidad de alimento alternativo “DDG” para obtener un kilogramo de carne. Con los resultados obtenidos se puede ver claro que la ventaja la obtiene el alimento de “DDG” con 145 gramos menos que el alimento comercial. A continuación, se compara el resultado de la conversión alimenticia. Ver figura 3.

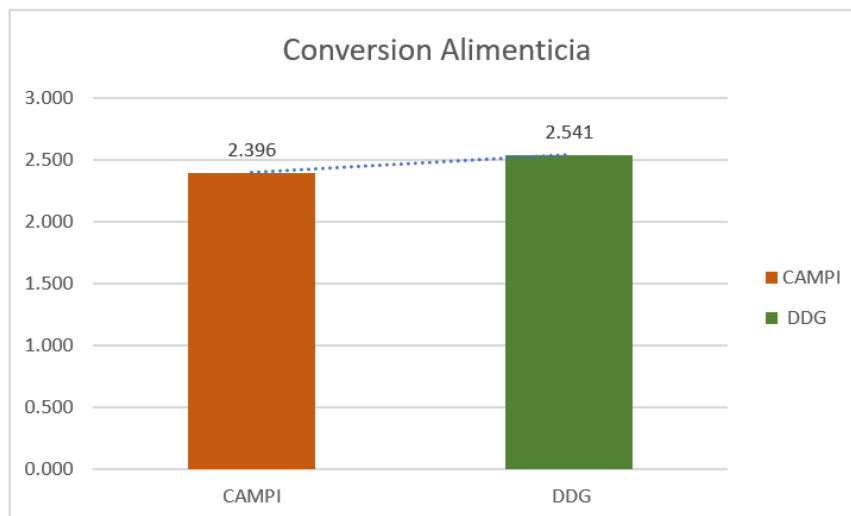


Figura 3. Representación de la conversión alimenticia. Referencia propia

Conclusiones

A través de la investigación se puede determinar que la ración elaborada con “DDG” es una buena alternativa para los pequeños productores, tiene una buena conversión alimenticia, es de bajo costo, cumple con los requerimientos nutricionales, está libre de anabólicos y es más saludable, lo que contribuye a mejorar la inocuidad alimentaria.

El sistema de producción de engorda de cerdos es rentable, siempre y cuando se proporcione un buen manejo, una buena alimento alternativo, una buena inocuidad, se puede producir en pequeños espacios, y no requiere mucho de mano de obra y ni de mucha inversión de infraestructura.

De acuerdo con los resultados obtenidos se determina que el alimento alternativo elaborado por el productor es menos eficiente que el alimento comercial en base a la conversión alimenticia y en la ganancia de peso, mientras que en aspectos económicos es mejor que el alimento comercial, es más rentable, menor costo de producción y al final al cabo deja más ganancias al productor.

En base a lo sustentado en esta investigación se acepta la hipótesis planteada al inicio de este trabajo “Los cerdos en etapa de iniciación suplementados con alimento comercial adquieren una mayor ganancia de peso a mayor costo, mientras que con una ración elaborada con subproductos agroindustriales la ganancia de peso es igual, pero con un menor costo de producción”.

Referencias

- Agro, A. (15 de junio de 2023). *America Agro*. Obtenido de America Agro: <https://americaagro.com/alimentacion-del-cerdo-por-etapas-y-estrategias-de-nutricion/>
- Artola, J. D. (14 de diciembre de 2021). *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. Obtenido de Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático: http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3943064008/html/#redalyc_3943064008_ref11
- Azcoytia, C. (30 de noviembre de 2014). *Historia de la cocina, los alimentos, gastrónomos y restaurantes*. Obtenido de Historia de la cocina, los alimentos, gastrónomos y restaurantes: <https://www.historiacocina.com/es/historia-del-cerdo>
- Castellanos, E. (20 de Junio de 2022). *MasPorcicultura*. Obtenido de MasPorcicultura: <https://masporcicultura.com/beneficios-del-consumo-de-carne-de-cerdo/#:~:text=La%20carne%20de%20cerdo%20proporciona,cerdo%20se%20considera%20carne%20roja.>
- Comecarne, E. E. (15 de julio de 2019). *El Consejo Mexicano de la Carne*. Obtenido de El Consejo Mexicano de la Carne: <https://comecarne.org/las-ventajas-de-consumir-carne-de-cerdo/>

- Johan. H Koeslag, A Fernan Castellanos Echeverria. (2016). *Manuales para educacion agropecuaria: Porcinos*. Mexico: Editorial Trillas.
- Llop, C. S. (2016). *Universidad Autonoma de Barcelona*. Obtenido de Utilizacion de subproductos agroindustriales en la alimentacion liquida para cerdos de engorde: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/400090/csll1de1.pdf;jsessionid=393D7F9DD7C8008F0CE1701763C318B0?sequence=1>
- Matassa, M. (04 de septiembre de 2020). *Red Alimentaria*. Obtenido de https://www.redalimentaria.com/blog/materias-primas-para-la-elaboracion-de-rationes-en-produccion-porcina_7343
- Mexicanos., I. P. (2016). *Sistema de informacion municipal de Lerdo de Tejada*. Obtenido de Sistema de informacion municipal de Lerdo de Tejada: <http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2016/05/Lerdo-de-Tejada.pdf>
- Miyasaka, A. S. (2003). *Nutricion animal*. Mexico: 2003.
- MSc., N. Y. (24 de mayo de 2022). *USO Y CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS*. . Obtenido de USO Y CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS. : http://www.avpa.ula.ve/congresos/xvi_congreso/xvi_cpia_memorias/nelly_lopez.pdf
- PhD., D. C. (2009). *CONCEPTOS IMPORTANTES EN LA ALIMENTACION*. En *Guia tecnica para alimentacion de cerdos* (págs. 7-16). Costa Rica.
- Porcinas, R. (13 de abril de 2023). *Razas Porcinas*. Obtenido de Razas Porcinas: <https://razasporcinas.com/ingredientes-utilizados-en-la-alimentacion-porcina/>
- Porcinas, R. (13 de junio de 2023). *Razas Porcinas*. Obtenido de Razas Porcinas: <https://razasporcinas.com/la-alimentacion-de-los-cerdos-dietas-y-rationes/>
- Quadratín Veracruz. (7 de septiembre de 2017). *Quadratín Veracruz*. Obtenido de <https://veracruz.quadratín.com.mx/veracruz-quinto-lugar-produccion-carne-cerdo-nivel-nacional/>
- Secretaria de agricultura y desarrollo rural y Servicio de informacion agroalimentaria y pesquera. (13 de junio de 2022). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/732604/Carne_de_porcino_Mayo.pdf
- Social, I. N. (13 de abril de 2018). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/inaes/articulos/porcicultura-una-actividad-milenaria?idiom=es>

Social, I. N. (13 de abril de 2018). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inaes/articulos/porcicultura-una-actividad-milenaria?idiom=es#:~:text=Existen%20dos%20procesos%20paralelos%20de,utilizados%20por%20el%20ser%20humano>.

Sosa., G. B. (4 de septiembre de 2019). *BMeditores*. Obtenido de Depto. de Medicina y Zootecnia de los Cerdos: <https://bmeditores.mx/porcicultura/costos-de-alimentacion-areas-de-oportunidad-para-su-disminucion-2564/>

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DEL CULTIVO DE FRIJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN SOTEAPAN, VERACRUZ

EDUARDO MANUEL GRAILLET JUÁREZ¹

ANDRÉS RODRÍGUEZ GARCÍA²

RONNIE DE JESÚS ARIETA ROMÁN³

Resumen

La investigación efectuada sobre el cultivo de frijol se llevó a cabo en la localidad de Soteapan, Veracruz., en el año de 2024, con el objetivo de identificar las problemáticas, demandas y potencialidades que presentan los productores de frijol de esta zona. Se realizó un diagnóstico socioeconómico y productivo de los productores del cultivo. Se aplicó una investigación mixta, dentro del método cualitativo se realizaron entrevistas y la revisión documental y, en la investigación cuantitativa se utilizó la técnica de la encuesta a través de la aplicación de cuestionarios a 30 productores de frijol de la localidad. Para el análisis de resultados se utilizó el Programa Microsoft Excel como base de datos para la obtención de cálculos como frecuencias de respuestas, gráficas y tablas. Se definió que los principales problemas de los bajos rendimientos del cultivo son ocasionados por la presencia de condiciones adversas, tales como: sequías, plagas y enfermedades, falta de asesoría técnica, y nulo financiamiento. Se requiere un Programa integral para impulsar el cultivo de frijol que considere alternativas de solución que impacten favorablemente en la solución de problemáticas productivas y socioeconómicas.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., Diagnóstico, Soteapan.

Abstract

The research carried out on bean cultivation was conducted in the town of Soteapan, Veracruz, in the year 2024, with the aim of identifying the problems, demands and potentialities presented by bean producers in this area. A socioeconomic and productive diagnosis of the crop producers was developed. A mixed research was applied, within the qualitative method, interviews and documentary review were conducted, and in the quantitative research, the survey technique was used through the application of questionnaires to 30 bean producers in the town. For the analysis of results, the Microsoft Excel Program was used as a database to obtain calculations such as response frequencies, graphs and tables. It was defined that the main problems of low crop yields are caused by the presence of adverse

¹ Universidad Veracruzana, egraillet@uv.mx

² Universidad Veracruzana, ZS20003373@estudiantes.uv.mx

³ Universidad Veracruzana, roarieta@uv.mx

conditions such as: droughts, pests and diseases, lack of technical advice, and no financing. A comprehensive program is required to promote bean cultivation that considers alternative solutions that have a favorable impact on the solution of productive and socioeconomic problems.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., Diagnosis, Locality of Soteapan.

Introducción

Los primeros botánicos consideraban que el frijol era oriundo del Asia (China), sin embargo, De Candolle (1883) citado por Villanueva (2010) lo calificó como de origen desconocido o incierto. Pero hoy en día se sabe que procede de México y de la zona central de Suramérica (Villanueva, 2010).

Se piensa que los mexicanos fueron los primeros en iniciar con la domesticación del cultivo hace unos 5,000 años A. C. No obstante, “en el norte de Argentina se encuentran algunas formas silvestres, espontáneas, posiblemente antecesoras del frijol común” (*Phaseolus aborigineus* B.) (IICA, 1989).

Se considera que el frijol silvestre (*Phaseolus spp.*) es originario de América. Kaplan L (1973), establece “que los restos más antiguos del género fueron localizados en el continente americano, en Mesoamérica y en los Andes, ambas regiones distantes”. Por su parte, Lara (2015), menciona “que los frijoles localizados en esas regiones son genéticamente diferentes y derivan de un ancestro común de más de 100 mil años de antigüedad”.

Asimismo, como resultado de acontecimientos biológicos e interacciones entre los humanos y las especies de *Phaseolus*, “México es reconocido como centro de origen, domesticación y diversidad genética del frijol” (Saburido y Herrera, 2015; Gepts y Debouck, 1991; citados por INIFAP, 2021). Además, en estudios de genética del frijol común domesticado se han identificado seis razas, tres del acervo mesoamericano: Durango, Jalisco y Mesoamérica y tres del andino: Nueva Granada, Perú y Chile” (Kwak et al., 2009 mencionado por INIFAP, 2021). Las razas fueron definidas como poblaciones similares en la morfología de la planta y semilla, adaptación a determinadas regiones y presencia de ciertos tipos de proteínas del grano de frijol” (Singh et al, 1991a, señalado por INIFAP, 2021). De igual forma, en el acervo mesoamericano se describió una cuarta raza, ‘Guatemala’ conformada principalmente por los frijoles trepadores de Guatemala y Chiapas, diferenciada de la raza Jalisco (Beebe et al., 2000).

Según el origen geográfico y la morfología de la planta, se identificó que su distribución geográfica de los acervos genéticos, es como sigue:

- Acervo mesoamericano: del norte de México a Colombia;
- Andino: sur de Perú, Bolivia y noroeste de Argentina (Singh et al., 1991b citado por INIFAP, 2021).

Las exploraciones botánicas de Miranda (1968) y Gentry (1969) señalados por INIFAP (2021), en algunas regiones de México, demostraron que el frijol común, en su forma silvestre, se distribuía a lo largo de la Sierra Madre Occidental, en una franja de transición ecológica comprendida entre los 500 y 1800 msnm, con mayor frecuencia a los 1200 msnm, donde existe una amplia diversidad genética de la especie, así como de plagas y enfermedades que afectan al frijol, llegando a la conclusión que la especie *Phaseolus vulgaris* L. se originó en la parte Occidental del área México-Guatemala a una altura aproximada de 1200 msnm. Ahora bien, la domesticación del frijol según Byers (1969), Gepts P. y Bliss (1986), reconocen que existen diferentes ancestros para la domesticación de *P. vulgaris* L., y señalaron al menos tres regiones de domesticación: 1. México y Centroamérica., 2. Sur de los Andes y 3. Colombia.

Además, Kaplan (1965), mencionó que *P. vulgaris* fue domesticado en el Valle de Tehuacán, Puebla, México, hace aproximadamente 7 000 años.

Cabe mencionar que Freytag y Debouck (2002) clasificaron al género *Phaseolus* en 70 especies, sin embargo, sólo cinco han sido domesticadas:

- Phaseolus coccineus* L.
- Phaseolus acutifolius* A. Gray.
- Phaseolus lunatus* L.
- Phaseolus dumosus* Macfady.
- Phaseolus vulgaris* L.

En México, la especie de mayor importancia, tanto social como económica, es *Phaseolus vulgaris* L., seguida de *P. lunatus* y *P. coccineus*. Además, estudios recientes demuestran que las semillas de las cinco especies domesticadas poseen potencial biológico y funcional, beneficiando la salud de los grupos étnicos que las consumen en diversas regiones del País; sobre todo en los Estados del sur, por ejemplo, Chiapas, donde se producen y consumen cuatro de ellas, *P. vulgaris*, *P. coccineus*, *P. dumosus* y *P. acutifolius*. En Oaxaca se observan al menos las primeras tres, y en los Estados del sur, centro y centro-norte, dos especies, *P. vulgaris* y *P. coccineus*. En cuanto a *P. lunatus*, su cultivo es importante en la Península de Yucatán y se observan campos comerciales en la Tierra Caliente de Guerrero y Michoacán (INIFAP, 2021).

En las culturas indígenas del México antiguo el frijol les permitió tener una dieta muy nutritiva por ser un alimento enriquecedor. A la fecha, los frijoles son alimentos requeridos en la mesa mexicana, pues están presentes en la mayoría de los antojitos mexicanos, por ejemplo, sopes, panuchos, tlacoyos, tamales de frijol, enfrijoladas, etc. Asimismo, del frijol se aprovechan todas sus partes, flores, semillas y vainas ya sean tiernas (ejote) o maduras. Cabe hacer notar que, en México, es un cultivo tradicional

y se le encuentra en todas las regiones agrícolas del país, su demanda es casi universal e incluye diversas clases de frijol que han sido agrupados de acuerdo con su color en: negros, bayos, pintos amarillos, blancos, morados, y moteados (SADER, 2020).

El frijol pertenece a la familia botánica de las Fabáceas (leguminosas) al género *Phaseolus* con diferentes especies, entre ellas el frijol común *Phaseolus vulgaris* L. (INIFAP, 2021).

De acuerdo a la FAO, el frijol, es la leguminosa alimenticia más importante en el consumo humano en el mundo. Este cultivo es producido en sistemas, regiones y ambientes tan diversos como América Latina, África, el Medio Oriente, China, Europa, los Estados Unidos, y Canadá. En América Latina, es un alimento tradicional e importante, especialmente en Brasil, México, América Central y el Caribe. No obstante, su importancia en la dieta de algunos países, en el escenario mundial, el volumen de producción el frijol respecto a granos como el maíz, el trigo y el arroz representa solamente el 1% (SE, 2012)

A nivel mundial, el frijol es la legumbre de mayor importancia, entre otras como el garbanzo, el chícharo seco, las judías, las lentejas y las habas, principalmente. El frijol es un alimento básico en muchas regiones del mundo, y de especial importancia como componente en la dieta de la población en amplias regiones de Centroamérica, Sudamérica y África, ya que constituyen una importante fuente de proteínas y otros nutrientes esenciales en ciertos estratos de población que consumen una limitada cantidad de proteína animal (FIRA, 2022).

En el periodo de 1980 a 2000 la siembra de esta leguminosa a nivel mundial permaneció más o menos constante, promediando unas 25.76 millones de hectáreas con un leve incremento en su producción (19%), alcanzando las 16.34 millones de toneladas. En el siguiente periodo de 2001 a 2021 se registró un incremento paulatino en su superficie de siembra alcanzando un promedio de 30.14 millones de hectáreas y una producción de 24.30 millones de toneladas, que significa un incremento en la producción con respecto al periodo anterior de 48.2 % (Universidad de Sonora, 2014-9).

Asimismo, los 10 países que mayor superficie destinaron a este cultivo en el ciclo 2021 fueron: India, Brasil, Myanmar, Tanzania, Kenia, México, Mozambique, Burundi y Angola, ya que en forma conjunta sembraron en el ciclo 2021 un total de 26.15 millones de hectáreas, siendo a su vez los países que más contribuyeron en la producción de grano con un total de 16.004 millones de toneladas (Universidad de Sonora, 2014-9).

En México se han sembrado en los últimos veinte años un promedio de 1.63 millones de hectáreas con una producción de 1.075 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 660 kg/ha (Universidad de Sonora, 2014-9). Asimismo, la mayor superficie de siembra de frijol en el País se realiza bajo temporal (90%) en la época de primavera-verano y cerca del 10% en el ciclo otoño-

invierno. Además, la producción de las siembras bajo riego representó el 27.88 % de la producción total de grano (SIACON, 2023, mencionado por la Universidad de Sonora, 2014-9). Siendo la modalidad del cultivo una de las razones de que el rendimiento promedio nacional de frijol sea bajo (736 kg/ha); correspondiendo al sistema de producción de temporal 512 kg/ha, en contraste, bajo el sistema de riego los rendimientos superan la tonelada por hectárea, como fue el ciclo 2023 con un rendimiento promedio de 1.778 ton/ha (Universidad de Sonora, 2014-9).

Los Estados mayormente productores de frijol en orden de importancia en el ciclo agrícola 2022/2023 fueron: Zacatecas, Durango, Chiapas, Chihuahua, Guanajuato y Nayarit (Universidad de Sonora, 2014-9).

Cabe resaltar, que en México actualmente el consumo per cápita es de 9,9 kg por año, y se considera que, debido a varios factores socioeconómicos, en los últimos 30 años su consumo ha venido disminuyendo en forma significativa, ya que en la década de los 80's el consumo per cápita era de 16 kg., y en el ciclo 2017 fue de tan solo de 10,2 kg per cápita (Universidad de Sonora 2014-9).

Con respecto al estado de Veracruz, México, el frijol se siembra principalmente durante los ciclos de otoño-invierno, bajo condiciones de humedad residual y primavera-verano bajo temporal. En ambos sistemas, se obtienen bajos niveles de producción, con un rendimiento medio de 0,670 t/ha (Ugalde-Acosta et al., 2011). En la entidad se siembran principalmente variedades de grano negro y opaco, como Negro Jamapa, Verdín, Michigan, así como otros materiales nacionales de origen desconocido o importado.

Asimismo, la superficie sembrada del año 2022 en el Estado durante el periodo primavera-verano fue de 15,325 ha y en otoño-invierno 2022-2023 con un total de 22,024 ha, produciéndose en los dos periodos un total de 29,172 toneladas, obteniendo un rendimiento 0.672 a 0.857 kg/ha (SIAP, 2023 citado por Universidad de Sonora 2014-9). Así también, entre los principales municipios que se dedican a la producción del cultivo de frijol destacan: Jamapa, Cosamaloapan, Comapa, Ignacio de la Llave (Mixtequilla).

En el caso de las actividades productivas en el municipio de Soteapan, Veracruz., éstas se componen de la siembra de maíz y frijol principalmente. Pero ante la baja rentabilidad de los cultivos por los altos costos de producción, en los últimos 15 años se han estado sustituyendo por la actividad ganadera que ha tomado un mayor auge al ser una alternativa económica para los campesinos. No obstante, la siembra de maíz junto con la del frijol constituyen todavía el sustento y la principal fuente de ingresos para los habitantes de del municipio. Dentro de las principales localidades productoras del grano se mencionan: Morelos, Buena Vista, Benito Juárez, poblaciones en donde los programas destinados al campo son mejor aprovechados por los campesinos y las condiciones en materia de uso y manejo de

tecnología agrícola ya no son ajenas a los agricultores, siendo lo contrario a lo que sucede con los agricultores de la localidad de Soteapan (Rodríguez, 2024).

La economía de la localidad de Soteapan, que es la cabecera municipal, se basa igualmente por las actividades agropecuarias como el maíz bajo un sistema agrícola convencional, el frijol, el café cereza, la ganadería de bovinos, porcinos, ovino-caprinos y la avicultura de traspatio; además del pequeño comercio y en un menor porcentaje del sector servicios.

Con relación al cultivo del frijol, en el año agrícola 2019, se tuvo una superficie sembrada de 1,072 ha con una producción obtenida de 900.5 toneladas; para el maíz se sembró una superficie de 16,825 ha, en la que se obtuvo una producción de 46,559.4 toneladas

Sin embargo, la producción de cultivos básicos no es suficiente para cubrir las necesidades de consumo de estos granos a nivel local, aunque la producción es importante, los datos indican que los campesinos se encuentran en una situación productiva de bajos rendimientos a nivel municipal (H. Ayuntamiento Soteapan, 2022).

Cabe destacar, que la producción de frijol en Soteapan, Veracruz., es una de las actividades principales en su economía, ya que ayuda en la mejora de los ingresos para la población rural del municipio. Pero, actualmente los productores han dejado de sembrar el cultivo del frijol negro, debido a que se obtienen producciones con bajos rendimientos en comparación con otros ciclos de años anteriores.

Ante esta problemática, por una parte, se requiere comprender y describir cuáles son las problemáticas que se presentan y que impactan en la disminución de superficies y rendimientos, y en su caso, que originan el abandono del cultivo de frijol negro. Y, por otra parte, es importante conocer las demandas y potencialidades que permitan plantear alternativas de solución para los productores de la cabecera municipal.

Metodología

El trabajo se realizó en la localidad de Soteapan que es la cabecera municipal del municipio de Soteapan, Veracruz., iniciando a finales de 2023 y mayormente en el año de 2024.

El municipio y la localidad de Soteapan se localizan entre los paralelos 18° 03' y 18° 24' de Latitud Norte; los meridianos 94° 48' y 95° 02' de Longitud Oeste. Además, el municipio colinda al norte con los municipios de Catemaco y Tatahuicapan de Juárez; al este con los municipios de Tatahuicapan de Juárez, Mecayapan y Chinameca; al sur con los municipios de Chinameca, Soconusco y Acayucan; al oeste con los municipios de Acayucan, Hueyapan de Ocampo y Catemaco (H. Ayuntamiento Municipal Soteapan, 2022-2025).

El objetivo general que se planteó fue el de identificar a través de un diagnóstico socioeconómico y productivo la situación actual del cultivo de frijol negro en la localidad de Soteapan, en la que se identificarán las problemáticas, demandas y potencialidades, que conlleven a plantear y sugerir alternativas de solución para los productores y que contribuyan en el desarrollo y crecimiento económico de la localidad.

De igual manera, se estableció el supuesto de que mediante el establecimiento del cultivo de frijol con un manejo productivo sostenible y sustentable se puede rescatar y ampliar la superficie cultivada de forma rentable, contribuyendo a la autosuficiencia de esta leguminosa básica en la localidad de Soteapan, Veracruz (Rodríguez, 2024).

El tipo de investigación que se desarrolló fue descriptiva y explicativa, para lo cual se realizó un estudio mixto, mediante una investigación cuantitativa en la que se usó la técnica de la encuesta y la aplicación de instrumentos como el cuestionario, así como una investigación cualitativa en la que se aplicaron entrevistas mediante una guía semiestructurada y la revisión documental.

En el caso del instrumento cuantitativo, este constó de 60 preguntas, agrupadas y distribuidas en los siguientes apartados: datos personales, condiciones de vivienda, alimentación, datos económicos, apoyos externos, servicios básicos de la comunidad, actividades agrícolas y problemas en la producción del cultivo. Para lo cual se trabajó con 30 productores agrícolas dedicados al cultivo de maíz y frijol. Todos ellos hablantes de la lengua Popoluca- Zoque. A quienes a través de entrevistas permitieron conocer la situación que presentan sus familias y los procesos de producción del cultivo de frijol y maíz (Rodríguez, 2024).

Con respecto a la entrevista, esta consistió en principio en consultar un informante clave que fue el Comisariado Ejidal, quien proporcionó la información para identificar y seleccionar a las personas a entrevistar; posteriormente se realizaron visitas domiciliarias que permitieron, con la aplicación de instrumentos, conocer las opiniones de los productores sobre las condiciones de los campos de cultivo, la situación económica de las familias y su percepción con respecto al manejo del cultivo de frijol.

La consulta documental, consistió en recabar y contabilizar la información relativa a trabajos de frijol desarrollados durante la década anterior, así como trabajos recientes que puedan aportar investigaciones y bases de datos relevantes hechas por instituciones como INIFAP, SADER, UNAM, Universidad Veracruzana, SAGARPA, SEMARNAT, INEGI, CONEVAL, entre otras, y que contribuyeran al presente estudio.

De esta manera, para realizar la investigación del trabajo, se dividió en tres etapas: la primera fue la consulta de fuentes de información sobre el tema, la segunda consistió en el diseño del cuestionario

para la recopilación de información y la tercera etapa se basó en la integración y análisis de los resultados obtenidos a partir de las diferentes técnicas aplicadas.

Se diseñó un cuestionario para recopilar información de los productores sobre las condiciones económicas, sociales y productivas de la localidad de Soteapan. Posteriormente se llevó a la aplicación a través de entrevistas domiciliarias con informantes clave dedicados a la producción de frijol y maíz. Se muestreo y se aplicaron los instrumentos al 42.8% (30) de los productores de frijol, de un total de 70 agricultores que siembran y están registrados ante la SADER.

Finalmente, para el análisis de resultados se utilizó el Programa Microsoft Excel como base de datos para la obtención de cálculos como frecuencias de respuestas, gráficas y tablas, lo cual apoyo el análisis e interpretación de resultados.

Resultados

Como consecuencia de la aplicación de las estrategias e instrumentos de investigación se obtuvo un diagnóstico de la localidad de Soteapan que puede ser utilizado para múltiples fines y actividades, como hacer comparaciones con estudios del pasado, demandas actuales, entre otros.

A continuación, se presentan los principales resultados encontrados como producto de la aplicación de instrumentos.

Datos de los productores.

De los datos generales se determinó que la edad de las personas que se dedican a la siembra de maíz y frijol en la localidad son mayores de 30 años. Además, se observó que los jóvenes, hijos de campesinos, ya no se dedican a esta actividad; debido a que trabajan en actividades ajenas a la agricultura (Tabla 1).

Tabla 1. Actividad productiva por rango de edad en localidad Soteapan, Ver.

Sexo	Rango de edad (años)	Número de productores	Porcentaje
Hombres	Menos de 30	0	0 %
Hombres/ Mujeres	31 – 50	12	40 %
Hombres	51- 70	15	50 %
Hombres	71- 90	3	10 %
Total		30	100

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas con productores de maíz y frijol en el mes de abril 2024.

Nivel de escolaridad.

El nivel de escolaridad de los productores entrevistados refleja que el 10% no sabe leer porque no asistió a la escuela; el 30% aprendió a leer asistiendo a clases en escuelas para adultos; el resto sabe leer y escribir porque si terminaron su primaria y algunos su secundaria. Se infiere que el bajo nivel de escolaridad de los productores influye de forma directa en el manejo de sus campos de cultivo, en la

producción y rendimientos. Por ejemplo, se observó que los productores desconocen la aplicación correcta del uso de agroquímicos que utilizan en sus cultivos, representando pérdidas de los recursos económicos invertidos. No obstante, el 90% de los productores saben leer y escribir lo que favorece la comunicación sobre todo en temas de capacitación (Tabla 2).

Tabla 2. Nivel de escolaridad de productores de maíz/frijol de Soteapan, Ver.

Nivel escolaridad	Nº productores	Porcentaje (%)	Observaciones y/o comentarios
No sabe leer	3	10	No había escuelas
Sabe leer y escribir sin tener primaria	9	30	Aprendieron en escuela para adultos
Primaria	13	43	Ninguno
Secundaria	5	17	Ninguno
Bachillerato	0	0	Ninguno
Universidad	0	0	Ninguno
Total	30	100 %	

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas con productores de maíz y frijol en el mes de abril 2024.

Materiales de construcción en las viviendas.

Con relación al tipo de vivienda que predomina en los productores se encontró que el 50% posee viviendas de techo de lámina, pared de block (con acabado) y piso de cemento. Mientras que el 30%, posee viviendas con techo de lámina con paredes rústicas y piso de cemento. Asimismo, se constató que, el 30 % cuenta con un solo cuarto; otro 30% con 2 cuartos y 40% con más de tres cuartos. Del total de viviendas, un 60% de ellas cuenta esencialmente con estufa de fogón usando la leña para cocinar y un 40% con estufa de gas. La mejora de las condiciones de vivienda ha sido por los beneficios de los Programas Sociales, y ser la de mayor importancia en el municipio. Sin embargo, no cumplen las condiciones de sanidad que garanticen la higiene y la salud de las familias, debido de que algunas de ellas no cuentan con la red de drenaje, ya que viven alejadas de la red general, y por lo tanto optan por desembocar sus tuberías en los arroyos, siendo un foco de infección de enfermedades para los habitantes. Se definió que la actividad agrícola está enfocada solo a la siembra de maíz y frijol, ha sido escasamente rentable, ya que no ha permitido mejorar las condiciones de los hogares (Tabla 3).

Tabla 3. Tipo de vivienda de productores de maíz/frijol en la localidad de Soteapan.

Material de construcción	Nº productores	%
Vivienda de techo de lámina, pared de madera y piso de tierra.	4	13
Vivienda de techo y pared de lámina con piso de tierra.	3	10
Vivienda de techo de lámina, pared de block (rústico) y piso de cemento.	13	43
Viviendas de techo de lámina, pared de block (con acabados) y piso de cemento.	10	34
Viviendas de techo de losa	0	0
Viviendas de palma.	0	0
Total	30	100

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas con productores de maíz y frijol en el mes de abril 2024.

Aparatos electrodomésticos en la vivienda.

De los enseres domésticos que se observaron que usan y se encuentran en las viviendas son: el 70% de las familias tienen teléfono celular; la mayoría de los hogares cuentan con pequeños electrodomésticos como televisión, licuadoras, estufas, refrigeradores. Sin embargo, el bajo nivel de ingreso económico que se percibe con las actividades agrícolas no alcanza para adquirir otros aparatos que mejoren el bienestar familiar.

Datos económicos.

Los productores entrevistados mencionaron que entre el año de 1980 a 1995 el cultivo de frijol ocupó el 50% de la producción agrícola en la localidad de Soteapan, además de que el precio de frijol fue de \$3.50 kg en comparación con el maíz que costaba \$0.50 por kilogramo.

Actualmente, la producción en Soteapan ocupa un 70% como actividad agrícola mientras que un 30 % de los productores realizan un policultivo de maíz y frijol. Sin embargo, la economía de las familias de los productores se complementa principalmente con ingresos que se obtienen con las aportaciones de hijos, jefes de familias que han emigrado a ciudades del norte del País y que envían dinero de forma periódica.

Ingresos.

Actualmente, los principales ingresos de los productores se obtienen por cada ciclo de producción, en el caso del maíz le corresponde un 80 % del total de sus ingresos. Sin embargo, los precios medios rurales alcanzan \$4500.00 por tonelada, siendo insuficiente para cubrir los costos de producción, y escasos para los gastos que se requieren en los servicios familiares, alimentación, etc. Cabe destacar, que los productores de frijol entrevistados, cultivan menos de media hectárea, debido a que manifestaron tener problemas de afectación de plagas y enfermedades, además de los altos costos de producción de los insumos requeridos, y la falta de asistencia técnica en el manejo del cultivo.

Apoyos al campo.

Solo el 70% de los productores reciben apoyos del Programa Pro Agro PRODUCTIVO (antes PROCAMPO). El monto es de \$ 1,300.00 pesos por cada hectárea de maíz sembrado. Es importante mencionar que el Programa de Bienestar también apoya con fertilizantes a los agricultores; pero estos programas sólo benefician a ejidatarios que tengan sus cultivos. Es decir, hay pequeños productores no ejidatarios que no son beneficiados. Es importante destacar, que algunos productores complementan su actividad con algún pequeño negocio familiar para apoyar el gasto diario y sobrevivir con sus familias. Por lo que es importante elaborar estudios dirigidos a identificar necesidades de los productores. Por ejemplo, actualmente el Gobierno Federal ha implementado el Programa de Sembrando Vida, pero solo beneficia a personas que cuenten con título de propiedad o certificado

parcelario con superficies limitadas, no obstante, este programa busca contribuir al bienestar social de los productores a través del impulso de la autosuficiencia alimentaria, con acciones que favorezcan la reconstrucción del tejido social y la recuperación del medio ambiente, a través de la implementación de parcelas con sistemas productivos sustentables.

Establecimiento del cultivo.

Los suelos de la localidad que se usan para el cultivo de frijol son arcillo-arenosos, con pedregales y laderas. De acuerdo con la información obtenida, encontramos que un 40% de los productores poseen tierras medias y altas, lo que dificulta la labranza y el manejo de los sistemas agrícolas, mientras que el 60% posee tierras bajas con mejor posibilidad de uso productivo. Los resultados de las entrevistas indican que el 70% de los productores no han mecanizado, 20% no ha mecanizado porque el terreno es pedregoso y el 10% comentó que mecanizó hace 20 años

La siembra del cultivo de frijol se realiza de forma manual, enterrando la semilla a una profundidad de 5 cm, con una distancia entre plantas de 25 a 35 cm aproximadamente, con surcos de 40 cm de distancia. La fecha de siembra es en los meses de septiembre y finaliza a mediados de noviembre, teniendo un ciclo del cultivo de dos meses y medio hasta la cosecha del grano seco. Para realizar la siembra es necesario aplicar prácticas culturales como la limpieza del terreno, arar o remover la tierra de forma mecanizada o bien manual, y en su caso, con uso de herbicidas, en seguida, seleccionar semillas nativas con buenas características físicas, así también depositar de dos a tres semillas para asegurar su germinación. En cuanto a la fertilización del cultivo de frijol se utilizan el producto marca Gro Green® 25 N-10 F-10 P. Con respecto a la sanidad y cuidado del cultivo se emplean insecticidas para controlar las plagas, tales como: Arrivo® y Combat® (Cipermetrina). Sobre la cosecha del cultivo de frijol, está se realiza en mazos (frescos/vainas) y en grano seco, generalmente ocurre entre los 90 y 100 días después de la siembra. Las plantas se arrancan por la mañana y se ponen a secar al sol, en pequeños montones en el mismo campo; cuando están completamente secas, para separar el grano, se trillan mediante vareo en una tela de manta con medidas de 3 m de ancho por 5 m de largo. Después se recolecta el grano en costales, para luego limpiar o ventear los granos secos y almacenarlos. Finalmente, los granos se venden en costales de 50 kg o bien por un kilogramo en la misma localidad.

Costo de producción por hectárea de frijol.

Para conocer el costo de producción de una hectárea de frijol es necesarios calcular el costo de los insumos, mano de obra, y otros, que requiere el cultivo, con la finalidad de conocer adecuadamente la rentabilidad del cultivo de acuerdo al precio de venta y rendimiento (Tabla 4).

Tabla 4. Costo de producción para una hectárea de cultivo de frijol en la localidad de Soteapan.

Etapa	Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Costo/Precio unitario \$	Costo/Precio total de producción \$	Ingreso por cosecha \$
Preparación del suelo	Compra de herbicida	5	Litro	170	850	
	Fumigación	5	Jornales	200	1000	
	Limpieza del terreno	5	Jornales	200	1000	
Siembra	Siembra	10	Jornales	200	2000	
Variedad	Semilla nativa o híbrida (Jamapa, Michigan, Verdín).	96	Kilogramos	40	3840	
Fertilización foliar	A los 30 días	5	kilogramo	125	625	
Control de plagas	Plaguicida	1	litro	250	250	
Cosecha	A los 90 días	10	Jornal	200	2000	
Flete	Trilla y arrastre	1	Ton.	500	500	
Producción	Granos cosechados	1600	Kg	40		64000
Subtotal					\$12065	12065
Utilidad total						\$51935

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas con productores de maíz y frijol en el mes de abril 2024.

No obstante, de que se presenta una utilidad adecuada de \$51,935.00 por hectárea y que se puede confirmar que el cultivo de frijol en la zona es viable para su cultivo, cabe mencionar, que los productores de frijol pueden presentar problemas de bajos rendimientos en el cultivo causados por la baja fertilidad del suelo, daños de plagas y enfermedades, inadecuada distribución de lluvias, entre otros aspectos relevantes. Por lo que solo siembran de 1, 2, 3, 4 y hasta 6 tareas de frijol, con rendimientos promedio de 100 kg por tarea. Una tarea equivale a 625 m² por lo que una hectárea tiene 16 tareas.

Comercialización.

La producción de frijol que se recolecta en la localidad, mayormente se destinan para el autoconsumo, y los excedentes se comercializan de manera local en puntos de ventas como tiendas de abarrotes, mercados campesinos de fines de semana (Tianguis), así como de manera personal Productor-consumidor. Además, se puede comercializar en fresco, es decir, en mazos (plantas con vainas sin desgranar) que tienen un peso aproximado de un cuarto de kilogramo con un precio de \$30.00 a 35.00

pesos y también hacia los intermediarios con precios que fluctúan entre los \$40.00 y 50.00 pesos por Kilogramo de grano seco

Conclusiones

1. **En el ámbito socioeconómico**, el municipio de Sotepan está considerado de alta marginación, las viviendas carecen de servicios de calidad, los servicios de salud pública son básicos pero insuficientes, el servicio educativo está limitado a educación básica y media superior y no existe la educación superior. Además, existe un fuerte problema con las migraciones hacia otros Estados principalmente de la población joven que buscan mejorar sus condiciones de vida, situación que se refleja en el abandono del campo agrícola, que provoca la pérdida biocultural y la escasez de productos agrícolas para su autoconsumo y comercialización en pequeña escala. En cuanto al aspecto económico, los productores subsisten a través de Programas Sociales como son Producción para el Bienestar (antes PROCAMPO), Sembrando Vida, así como de los recursos generados por la venta de cosechas del cultivo de maíz y frijol principalmente, que son comercializados a bajos precios de manera local o bien con los intermediarios. De igual forma, las familias y algunos productores son apoyados económicamente por los familiares que se van a trabajar al norte del País y que envían remesas de dinero. Por otro lado, es nulo o en el mejor de los escenarios, el escaso apoyo económico a través de créditos para las actividades agrícolas de la localidad. La comercialización del cultivo se realiza principalmente de forma local y regional a través de la venta a intermediarios y en pequeños negocios de la localidad, sin que los productores estén organizados para obtener mejores beneficios.

2. **El ámbito productivo**, en el cultivo de frijol se identificó que realizan prácticas tradicionales y convencionales, es decir, carecen de asesoría técnica, no reciben capacitación en el mejoramiento de técnicas de cultivo, realizan una limitada mecanización por las condiciones geográficas y edáficas del suelo, además, efectúan pocas prácticas de labranza de conservación, así también, enfrentan problemas para el control efectivo de plagas y enfermedades en el cultivo de frijol, y desconocen sobre el método del control biológico de plagas; lo que conlleva en su conjunto a obtener bajos rendimientos en la producción. Otro factor importante a considerar es la presencia frecuente de condiciones climáticas desfavorables como es la sequía, ya que su presencia impacta de forma negativa en el desarrollo y producción del cultivo. Por último, la asistencia técnica que se otorga es mínima, por lo que sería de gran beneficio para la capacitación de los productores para mejorar la productividad del cultivo y su rentabilidad. Además, se tienen estudios científicos sobre nuevas técnicas de cultivo y uso de insumos mejorados para obtener mayores producciones y rendimientos por unidad de superficie, sugiriendo para la zona sur del estado de Veracruz, incorporar otras variedades de frijol como Negro

Jamapa, Negro INIFAP, Negro Comapa y Verdín. Sin descartar, las variedades nativas de la región que son también demandadas en el mercado local y que están adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

3. **No se rechaza la hipótesis** y se instituye que mediante el establecimiento del cultivo de frijol con un manejo productivo sostenible y sustentable se puede rescatar y ampliar la superficie cultivada de forma rentable, y que contribuya a la autosuficiencia de esta leguminosa básica en la localidad de Soteapan, Veracruz.

4. El frijol desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria de la localidad. Además, este grano es una fuente importante de proteínas, fibra y otros nutrientes esenciales, contribuyendo al bienestar y la salud de la población. Asimismo, su producción genera empleo e ingresos en el sector agrícola, siendo una fuente de sustento para las familias de la zona.

5. Se coincide con el argumento de que el frijol en México se considera un producto estratégico en el desarrollo rural y social del País, ya que representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones tanto de carácter alimentario como para el desarrollo socioeconómico. A lo largo de la historia, se ha convertido no sólo en un alimento tradicional, sino también en un elemento de identificación cultural, comparable con otros productos como el maíz y el chile, que son básicos para explicar la dieta alimentaria de la población mexicana.

Referencias

- Beebe, S. S. (2000). Structure of genetic diversity between common bean land races of Middle America origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Science*, 40, 264-273.
- Byers, D. S. (1969). The Prehistory of the Tehuacán Valley. Vol. I: Environment and Subsistence. *Hispanic American Historical Review*, 49., 520-522.
- FIRA. (2022). Panorama Agroalimentario Frijol. *Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, Subdirección de Análisis del Sector*. <https://sursureste.org.mx/wp-content/uploads/2023/01/Panorama-Agroalimentario-Frijol-2022.pdf>
- Freytag, G.F. y Debouck D.G. (2002). Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. Botanical Research Institute of Texas (BRIT), Ft Worth, TX, USA. <https://hdl.handle.net/10568/54291>
- Gepts P. y Bliss, F. (1986). Phaseolin Variability among Wild and Cultivated Common Beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. *Economic Botany*, 40 (4)., 469-478.
- H. Ayuntamiento Municipal Soteapan, Ver. (2022). Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025., 30-58.
- IICA. (1989). Investigación y Desarrollo. 12. *Compendio de agronomía tropical. Costa Rica*. 2, 2-20.

- INIFAP. (2021). El Cultivo del Frijol. *Presente y Futuro para México*.
https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content?/=12319
- Kaplan, L. (1965). Archeology and domestication in American Phaseolus (beans). *Economic Botany*, 19, 358-368.
- Kaplan L., L. T. (1973). Early cultivated beans (*Phaseolus vulgaris*) from an intermontane Peruvian valley. *Science*, 179, 76-77.
- Lara, M. (2015). El cultivo del frijol en México. *RDU. Revista Digital Universitaria.*, 16 (2)
<https://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09/>.
- Rodríguez, A. (2024). Diagnóstico socioeconómico y productivo del cultivo de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en Sotepan, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Acayucan, Veracruz. México.
- SADER. (2020). Frijol, historia y sabor. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/frijol-historia-y-sabor>.
- Secretaria de Economía (SE). (2012). Análisis de la Cadena de Valor del Frijol.
https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/analisis_cadena_valor_frijol.pdf
- [Ugalde-Acosta, F., O. Tosquy-Valle., E. López-Salinas., N. Francisco-Nicolás. \(2011\). Productividad y rentabilidad del cultivo de frijol con fertirriego en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* 22 \(1\), 10 p.](#)
- Universidad de Sonora. (2014-9). El Cultivo del Frijol. *Sistemas de Producción en el Noroeste de México*.
<https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20FRIJOL.pdf>
- Villanueva, D. (2010). "Evaluación de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de Chimaltenango y Sololá. *Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala*. <https://core.ac.uk/download/pdf/84773546.pdf>

APLICACIÓN PROCEDIMENTAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN EN EL CULTIVO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

DANIEL BELLO PARRA¹

FÉLIX MURRIETA DOMÍNGUEZ²

ALBERTO CEBALLOS³

ALICIA PERALTA MAROTO⁴

Resumen

El FVH es una alternativa sostenible para la alimentación de ganado, caracterizado por su alta eficiencia en el uso del agua y el espacio, y su capacidad de ofrecer un alimento nutritivo durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas. Se busca como objetivo desarrollar un manual de procedimientos para la estandarización en la producción de forraje verde hidropónico (FVH), dirigido a pequeños y medianos productores agropecuarios que facilite optimizar el proceso de producción del FVH mediante la implementación de técnicas probadas, y detalladas instrucciones paso a paso, contribuyendo a la reducción de costos, mejoramiento a la sostenibilidad y el incremento en la calidad del forraje. La estandarización del proceso promueve la replicabilidad del sistema en diferentes entornos productivos. Se enfoca en la producción sostenible, priorizando el ahorro de recursos y promoviendo una alternativa viable para zonas con limitaciones hídricas. Los productores que implementaron el manual reportaron una mejora del en la productividad y una reducción en el consumo de agua. Se logró documentar un proceso claro y estandarizado bajo normatividad nacional vigente, que incluye la selección de semillas, el manejo de soluciones nutritivas, tiempos de crecimiento y cosecha, así como la infraestructura necesaria para la producción.

Palabras clave: Calidad, Hidroponía, Manual de procedimientos, Normatividad, Sostenibilidad.

Abstract

The FVH is a sustainable alternative for livestock feeding, characterized by its high efficiency in the use of water and space, and its ability to provide nutritious feed throughout the year, regardless of weather conditions. The objective is to develop a procedure manual for the standardization of hydroponic green fodder (HGF) production, aimed at small and medium-sized agricultural producers. This manual will help optimize the HGF production process through the implementation of proven techniques 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 Xalapa, alicia.pm@xalapa.tecnm.mx

detailed step-by-step instructions, contributing to cost reduction, improved sustainability, and increased fodder quality.

Introducción

El cultivo de forraje verde hidropónico (FVH) se ha posicionado como una alternativa sostenible para la alimentación del ganado, particularmente en zonas donde la escasez de recursos hídricos y la baja calidad de los suelos limitan la producción agrícola tradicional. Este sistema permite la producción de forraje durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas, aprovechando eficientemente el uso del agua y el espacio. Sin embargo, muchos pequeños y medianos productores agropecuarios enfrentan dificultades para implementar y mantener una producción eficiente de FVH debido a la falta de estandarización en los procesos. La relevancia de este estudio radica en la necesidad de desarrollar procedimientos claros y replicables que permitan a los productores adoptar prácticas más sostenibles, reducir costos y mejorar la calidad del forraje producido, contribuyendo así al bienestar del sector agropecuario.

Diversos estudios han destacado los beneficios del FVH en términos de ahorro de agua y espacio, así como su impacto positivo en la productividad ganadera. Investigaciones como las de Castellanos (2018) y Gómez et al. (2020) han demostrado que el FVH mejora la calidad nutricional del alimento en comparación con los sistemas tradicionales, y que su implementación ha contribuido a la sostenibilidad de las actividades agrícolas en regiones áridas. No obstante, a pesar de estos avances, la literatura también revela una falta de uniformidad en los métodos de cultivo y la ausencia de protocolos estandarizados que aseguren una producción consistente y eficiente, lo que ha limitado su adopción generalizada.

La falta de procedimientos estandarizados en la producción de forraje verde hidropónico genera inconsistencias en la calidad y cantidad del forraje producido, dificultando la replicabilidad y expansión del sistema en diferentes contextos productivos. ¿Cómo puede desarrollarse un manual de procedimientos que permita a los pequeños y medianos productores agropecuarios estandarizar el proceso de producción de FVH para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad del forraje?

Este estudio busca desarrollar un manual de procedimientos para la estandarización en el cultivo de FVH, dirigido a pequeños y medianos productores agropecuarios, a través de la identificación y documentación de las mejores prácticas en la producción de FVH, proporcionando instrucciones detalladas paso a paso para la implementación de estas prácticas.

Se busca generar un recurso práctico que promueva la adopción generalizada del FVH y apoye la transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles.

Metodología

Identificar las instalaciones del invernadero mediante un diagrama de recorrido (Lay-Out)

Para conocer el proceso del invernadero, se realizará un recorrido por el encargado de área. Esto servirá para la recolección de datos a través de la observación. Posteriormente se elaborará un diagrama de recorrido (lay-aut) (Niebel, 2005) esto servirá para conocer el proceso general, los diagramas serán elaborados en el software AutoCAD 2016.

Conocer la operatividad del invernadero de forraje verde hidropónico

Identificar las actividades que comprenden el proceso de cultivo mediante un diagrama de flujo (Niebel; 2004) dicho diagrama se elaborará en el software DIA, cuya finalidad es conocer las actividades que involucran el proceso.

Desarrollar un manual de procedimientos mediante la normatividad nacional vigente.

Diseñar manuales de procedimientos e instructivos de trabajo mediante la normatividad vigente y para cada una de las operaciones que se llevan a cabo en el invernadero.

Se redactará un manual detallado de procedimientos. Este manual incluirá instrucciones claras y secuenciales, adaptadas a pequeños y medianos productores, desde la preparación del sistema hasta la cosecha del forraje.

Resultados

Identificar las instalaciones del invernadero

La correcta identificación y diseño de las instalaciones de un invernadero son fundamentales para garantizar el éxito en el cultivo de plantas, incluyendo el forraje verde hidropónico (FVH). Un invernadero no solo protege las plantas de condiciones climáticas adversas, sino que también optimiza su crecimiento al controlar factores ambientales como temperatura, humedad, luz y ventilación. A continuación, se describen las principales instalaciones que deben considerarse al establecer un invernadero. (Figura 1)

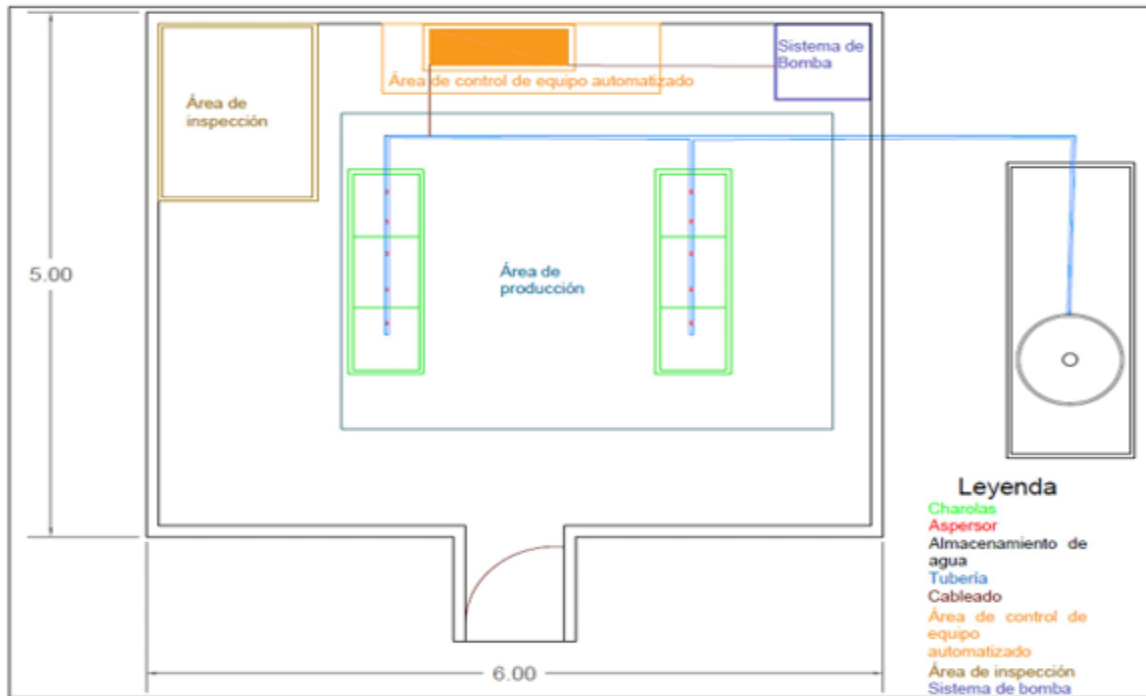


Figura 1. Diagrama de recorrido (LAY- OUT)

Nota: Elaboración propia. Se presenta la Distribución del invernadero FVH marca Mini Green.

1. Estructura del Invernadero

La estructura es la base del invernadero y puede estar hecha de metal. Es esencial que la estructura sea resistente y capaz de soportar las cargas de viento y otras fuerzas externas.

2. Cubierta

La cubierta del invernadero es crucial para la entrada de luz solar. Los materiales comunes para la cubierta incluyen polietileno y malla sombra. Cada material tiene sus propias propiedades de transmisión de luz y aislamiento, lo que afecta el microclima interno. La elección del material debe basarse en el tipo de cultivo, la ubicación geográfica y el clima de la región.

3. Sistemas de Riego

El riego es un componente clave en el manejo de cultivos en invernaderos. Es fundamental contar con un sistema de riego automatizado que permita un control preciso de la humedad del sustrato.

4. Sistemas de Cultivo

En el caso de la hidroponía, es esencial contar con un sistema adecuado para el cultivo en agua, que incluye canales de cultivo, bandejas y depósitos de nutrientes.

Identificar y planificar adecuadamente las instalaciones del invernadero es fundamental para el éxito en la producción agrícola, especialmente en sistemas de cultivo como el forraje verde hidropónico. La combinación adecuada de estructuras, sistemas de control climático, riego y cultivo permitirá optimizar el crecimiento de las plantas, garantizando una producción eficiente y sostenible. Una atención

cuidadosa a cada uno de estos componentes contribuirá a maximizar los beneficios del invernadero y a asegurar una cosecha exitosa.

Conocer la operatividad del invernadero de forraje verde hidropónico

Un diagrama de flujo es una herramienta visual que representa las etapas y procedimientos de un proceso de manera clara y ordenada. En el contexto del cultivo de forraje verde hidropónico (FVH), un diagrama de flujo se vuelve fundamental para comprender y estandarizar cada fase del proceso. (Figura 2)

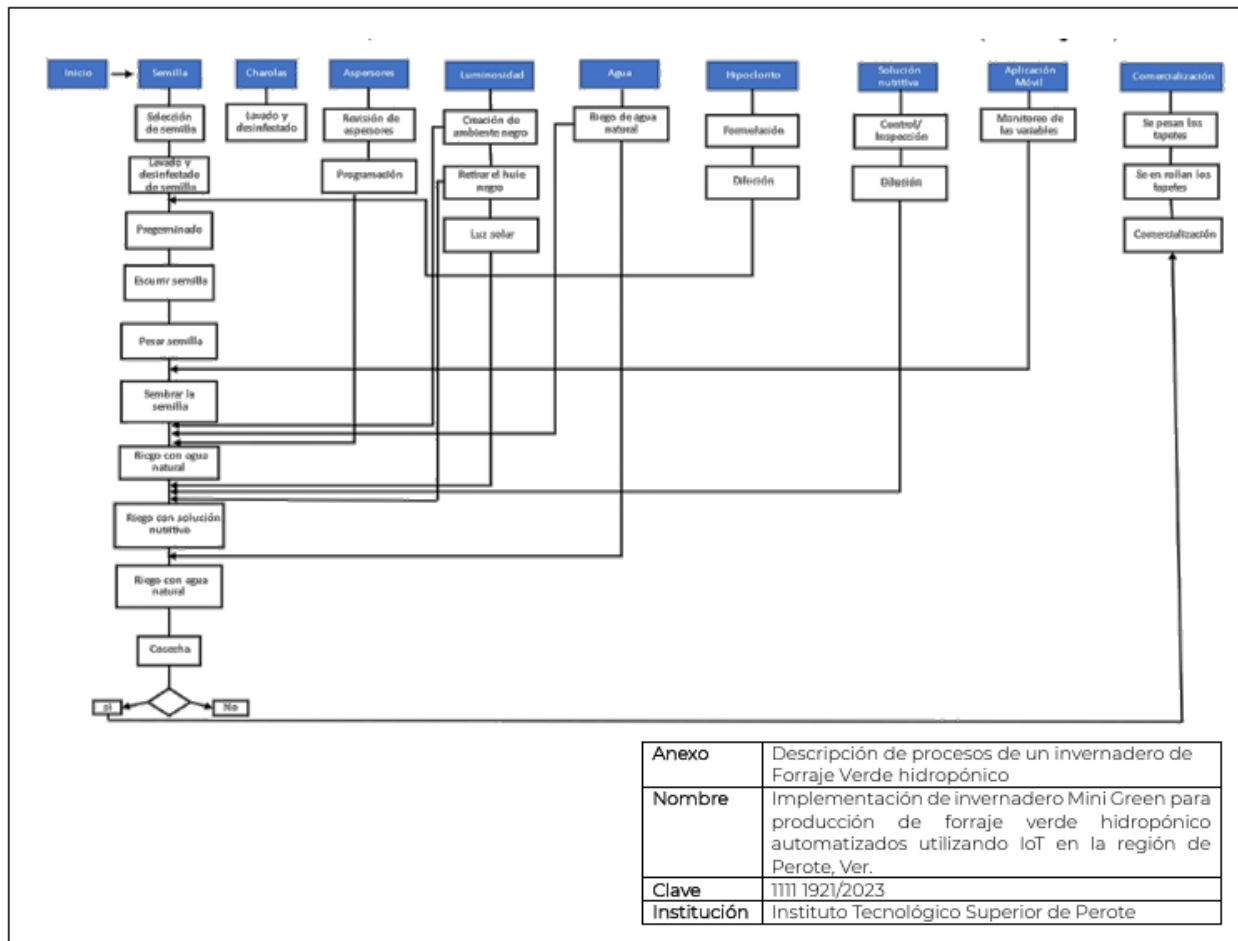


Figura 2 Diagrama de flujo

Nota: Elaboración propia. Proceso de cultivo de forraje verde hidropónico.

Se detallan las razones por las cuales es crucial contar con un diagrama de flujo en este ámbito:

1. Claridad en el Proceso de Cultivo

El diagrama de flujo proporciona una representación visual de las etapas del cultivo de FVH, lo que permite a los productores y operarios entender rápidamente cada fase del proceso, desde la preparación de la semilla y la siembra hasta la cosecha. Al visualizar cada paso, se reduce la

ambigüedad y se facilita la capacitación de nuevos empleados, asegurando que todos sigan el mismo procedimiento.

2. Estandarización de Procedimientos

La estandarización es clave para garantizar la consistencia y calidad en la producción de FVH. Un diagrama de flujo permite establecer un protocolo claro y replicable que todos los productores pueden seguir. Esto no solo mejora la calidad del forraje, sino que también minimiza la variabilidad en la producción, lo que es fundamental para el éxito comercial.

3. Identificación de Etapas Críticas

Al detallar cada etapa del cultivo en un diagrama de flujo, se pueden identificar puntos críticos donde pueden surgir problemas o donde se requiere un control más estricto. Por ejemplo, se pueden señalar momentos clave como la preparación de la solución nutritiva, el control de la temperatura y la humedad, o el monitoreo del crecimiento de las plantas. Esto permite a los productores enfocarse en áreas que requieren atención especial, mejorando así la eficiencia general del proceso.

4. Facilitación de la Mejora Continua

Un diagrama de flujo no es un documento estático; puede ser actualizado y revisado conforme se introduzcan nuevas técnicas o se identifiquen áreas de mejora. Al tener un esquema visual del proceso, los productores pueden analizar y ajustar el flujo de trabajo, implementando cambios que optimicen la producción. Esto fomenta una cultura de mejora continua, esencial en la agricultura moderna.

5. Mejora en la Toma de Decisiones

Contar con un diagrama de flujo permite a los productores visualizar de manera clara las relaciones entre las diferentes etapas del proceso. Esta visibilidad ayuda en la toma de decisiones informadas, ya que se puede evaluar cómo un cambio en una etapa puede afectar a otras. Por ejemplo, ajustar el tiempo de riego puede impactar directamente en el crecimiento del forraje y su calidad.

6. Comunicación Efectiva

Un diagrama de flujo sirve como un lenguaje común entre todos los involucrados en el proceso de cultivo, desde los gerentes hasta los operarios. Al proporcionar un esquema visual del proceso, se facilita la comunicación y el entendimiento, lo que reduce la posibilidad de errores y malentendidos en la ejecución de las tareas.

Un diagrama de flujo es una herramienta esencial para conocer y estandarizar las etapas del cultivo de forraje verde hidropónico. Su capacidad para proporcionar claridad, facilitar la estandarización, identificar etapas críticas, promover la mejora continua, mejorar la toma de decisiones y fomentar la comunicación efectiva lo convierte en un recurso invaluable para los productores. Al implementar un

diagrama de flujo en el proceso de cultivo de FVH, se pueden alcanzar niveles más altos de eficiencia y calidad, contribuyendo así al éxito y sostenibilidad de la producción agrícola.

Desarrollar un manual de procedimientos mediante la normatividad nacional vigente.

A continuación, se presenta de manera sintetizada la lista de los procedimientos que contiene el manual de procedimientos realizado para la obtención, estandarización y optimización de los procesos en el cultivo de forraje verde hidropónico (Tabla 1). Se elaboró conforme a las disposiciones establecidas por la normatividad vigente siguiendo la estructura con base a la norma ISO 10013:2021, con el objetivo de garantizar la transparencia, eficiencia y uniformidad en los procesos que se ejecutan dentro del cultivo de FVH. Este documento busca ser una guía práctica y estructurada que permita a cada uno de los miembros del equipo desarrollar sus actividades con apego a los lineamientos legales y administrativos que rigen en el país.

Este manual no solo facilita el entendimiento de las responsabilidades individuales y colectivas, sino que también busca optimizar los recursos, mejorar la calidad en los servicios y productos, así como fortalecer el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales. Cada procedimiento ha sido diseñado con una visión estratégica que promueve la sostenibilidad y el crecimiento, alineado con las mejores prácticas.

Finalmente, se destaca que este documento está sujeto a revisiones periódicas, con el fin de actualizarlo conforme a las reformas legales, avances tecnológicos y cambios en los procesos productivos.

Tabla 1 Lista de procedimientos de procesos de cultivo de FVH.

Numero	Código	Proceso	Descripción
1	INVRO-FVH-SMLLA	Selección de semilla	Se selecciona la semilla que se utilizara para la producción de FVH
2	INVRO-FVH-LDSAC	Lavado y desinfectado de semilla (agua con cloro)	Lavar la semilla con el propósito de retirar toda aquella impureza que flota y desinfectarla para eliminar el hongo que contenga la semilla.
3	INVRO-FVH-RSCPR	Remojar semilla con cal (pregerminado)	Se remoja la semilla en agua de cal 12 horas con el propósito de hacer el pregerminado, evitando que la formación de hongos durante la producción.
4	INVRO-FVH-INSP	Inspección	Verificar que se expulsan todas aquellas impurezas que tiene la semilla.
5	INVRO-FVH-LDSCH	Lavado y desinfectado de charolas	Se lavarán y desinfectarán cada una de las charolas para retirar el residuo del sustrato de la cosecha anterior.
6	INVRO-FVH-ACDCS	Acomodo de charolas	Se acomodarán las charolas en el lugar que les corresponda y de la forma correcta.
7	INVRO-FVH-RVDAS	Revisión de aspersores	Se revisará cada una de los aspersores, con el propósito de verificar que todos funcionen, rieguen la misma cantidad y evitar que haya rezago en el crecimiento de la planta.
8	INVRO-FVH-ECSEL	Escurrir semilla	Escurrir la semilla para eliminar el exceso de agua y al momento de pesar el kilogramo de semilla sea exacto.

9	INVRO-FVH-PESEM	Pesar la semilla	Se pesará la semilla, con el objetivo de que cada una de las charolas contengan la misma cantidad de semilla.
10	INVRO-FVH-SSCHS	Sembrar semilla en las charolas	Una vez que tenemos la cantidad de semilla pesada, está se sembrará y se esparcirá en las charolas.
11	INVRO-FVH-INSP2	Inspección	Inspeccionar visualmente que cada una de las charolas contengan la misma cantidad y estén bien colocadas
12	INVRO-FVH-CAOG	Creación de ambiente obscuro (germinación)	Se cubren los estantes con hule negro, esto con el objetivo de mantener en obscuro la semilla y estimular el desarrollo precoz de la planta.
13	INVRO-FVH-INSP3	Inspección	Inspeccionar que el hule cubra todo el estante y que las charolas estén en total oscuridad y de la misma manera verificara que les entre la misma oxigenación
14	INVRO-FVH-PNDAS	Programación de aspersores	Programar el temporizador para que riegue la semilla constantemente, con el fin de mantener la humedad adecuada.
15	INVRO-FVH-RCAN	Riego natural	La semilla se regará con agua natural, con la finalidad de que la planta se desarrolle en tiempo y forma esto será por 5 días.
16	INVRO-FVH-INSP4	Inspección	La semilla se regará con agua natural, con la finalidad de que la planta se desarrolle en tiempo y forma
17	INVRO-FVH-MVICA	Monitoreo de las variables que intervienen en la cosecha	Se verificarán las condiciones climáticas que intervienen en la producción de FVH a través de La aplicación móvil diseñada para el invernadero
18	INVRO-FVH-SRHN	Se retira el hule negro	Después de 5 días se retira el hule negro, permitiéndole a la planta recibir la luminosidad.
19	INVRO-FVH-INSP5	Inspección	Verificar que todas las charolas, haya germinado
20	INVRO-FVH-LMDAD	Luminosidad	Una vez pasado los 5 día de oscuridad, la planta se someterá a la luz solar para terminar su reproducción
21	INVRO-FVH-RCSNV	Riego con la solución nutritiva	A partir del sexto día, el riego será con el nutriente, esto con el objetivo de prevenir alguna infección de hongo y así mismo teniendo un forraje proteínico
22	INVRO-FVH-RCAN2	Riego con agua natural 2	Se regará la planta por 2 día con la finalidad de eliminar el exceso de sales
23	INVRO-FVH-INSP5	Inspección	Inspeccionar que el tapete se haya desarrollado completamente
24	INVRO-FVH-CODFJ	Cosecha del forraje	Se recoge cada uno de los tapetes a los 15 días, con el propósito de evitar la creación de plaga y de que se seque.
25	INVRO-FVH-MADPL	Medir la altura de la planta	Se mide la altura de la planta, para verificar que alcanzo la estatura adecuada
26	INVRO-FVH-PCTFV	Pesar cada tapete de forraje verde	Se pesa cada uno de los tapetes con el propósito de saber cuántos kilos de forraje verde se comercializará.
27	INVRO-FVH-ERTTS	Enrollar tapetes	Se enrollará cada uno de los tapetes con la finalidad de tener el manejo correcto sobre ellos
28	INVRO-FVH-CMLZN	Comercialización	Se comercializará el forraje, con el propósito de tener una remuneración económica.

Nota: Elaboración propia. Procedimientos que describe cada uno de los procesos en el cultivo de FVH.

Así mismo se adjunta un solo procedimiento como evidencia de la estructura de acuerdo a normativa.

	Manual de procedimientos Producción de forraje verde hidropónico	Fecha		
		Código	P1-INVRO-FVH-SMLLA	
	SELECCIÓN DE SEMILLA		Revisión	
			Página	1347/65
Base legal	ISO 9001:2015-ISO 10013:2021			

1. Propósito

Establecer el procedimiento en el área del invernadero de FVH. Con la finalidad de manejar y verificar la semilla que se utilizara para la producción de FVH, solicitando las bolsas de semilla a tiempo.

2. Referencia

Revisar el instructivo de trabajo (Ver IT1-INVRO-FVH-SDSLLA)

NOM-002-SAG/FITO-2015, Establecen las características y especificaciones que deben reunir las etiquetas de certificación de la calidad de las semillas para siembra.

3. Alcance

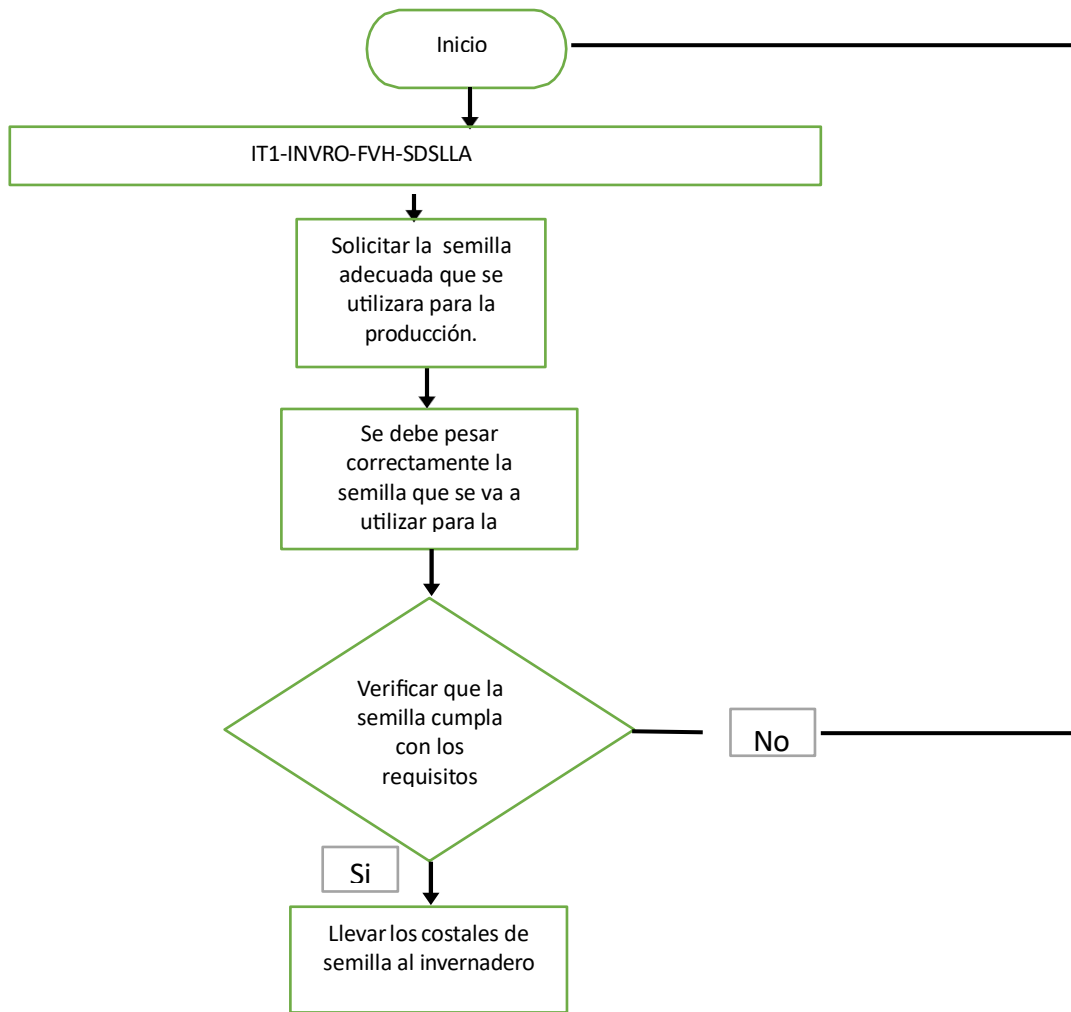
Selección de semilla, con la finalidad de que se cumpla con las características requeridas.

4. Procedimiento

4.1 Descripción de actividades

Elaboró: Kevin Eduardo Mota Aguilar María Guadalupe Landa Marín		Revisó: Ing. Daniel Pello Parra	Aprobó: Ing. Daniel Pello Parra Lic. Alberto Ceballos
Paso Núm.	Responsable	Actividades	
1	Persona a cargo del invernadero	Revisar instructivo de trabajo (IT1-INVRO-FVH- SDSLLA)	
2	Persona a cargo del invernadero	Solicitar la semilla adecuada que se utilizara para la producción	
3	Persona responsable de entregar la semilla	Debe pesar correctamente la semilla que se va a utilizar para la producción de FVH.	
4	Persona a cargo del invernadero	Verificar que la semilla cumpla con los requisitos solicitados.	
5	Persona a cargo del invernadero	Llevar los costales de semilla al invernadero	

5. Diagrama de flujo



<p>Elaboró: Kevin Eduardo Mota Aguilar María Guadalupe Landa Marín</p>	<p>Revisó: Ing. Daniel Pello Parra</p>	<p>Aprobó: Ing. Daniel Pello Parra Lic. Alberto Ceballos</p>
--	--	--

Discusión

El análisis de la implementación de un manual estandarizado para la producción de forraje verde hidropónico (FVH) en pequeños y medianos productores agropecuarios arrojó resultados significativos en tres áreas clave: eficiencia productiva, sostenibilidad y calidad del forraje.

1. Impacto en la Eficiencia Productiva:

La adopción de procedimientos estandarizados mejoró considerablemente la eficiencia en el proceso de producción. Los productores que siguieron el manual lograron optimizar el uso del tiempo y recursos, lo que se tradujo en:

- Reducción del tiempo de producción: Se logró una reducción promedio del 15% en los tiempos de crecimiento y cosecha del FVH, gracias a la implementación de tiempos precisos en las fases de siembra, germinación y crecimiento.
- Aumento en la producción: La aplicación de técnicas estandarizadas permitió un incremento del 20% en la cantidad de forraje producido por metro cuadrado. Esto se debe a una optimización en el manejo de la densidad de siembra y a la correcta distribución de nutrientes y luz.
- Consistencia en la producción: Se observó una uniformidad en los lotes de FVH producidos, reduciendo la variabilidad que se presentaba anteriormente entre cosechas, lo que permitió una planificación más eficiente para los productores.

2. Impacto en la Sostenibilidad:

Uno de los objetivos clave del manual fue la promoción de prácticas sostenibles, lo cual tuvo un impacto directo en el uso de recursos:

- Ahorro significativo de agua: La estandarización del riego y el uso de soluciones nutritivas permitieron una disminución del 30% en el consumo de agua en comparación con métodos no estandarizados. Este ahorro fue particularmente beneficioso en regiones con escasez hídrica.
- Optimización del uso de insumos: El manual proporcionó instrucciones detalladas para la preparación y dosificación de soluciones nutritivas, lo que resultó en un 10% de ahorro en insumos, reduciendo los costos y el impacto ambiental asociado al uso excesivo de productos químicos.
- Uso eficiente de energía: Al ajustar los tiempos de iluminación y mantener un control más preciso sobre las condiciones de temperatura y humedad, se logró un ahorro del 12% en el consumo de energía necesario para mantener el sistema de FVH.

3. Impacto en la Calidad del Forraje:

La calidad del forraje producido bajo los procedimientos estandarizados también mostró mejoras significativas:

- Reducción de contaminantes: Se observó una disminución en la presencia de hongos y bacterias en el forraje gracias al control riguroso de las condiciones de producción, contribuyendo a una mayor seguridad alimentaria para los animales.

- Mayor frescura y duración: El FVH estandarizado presentó un período de conservación mayor, manteniéndose fresco por más tiempo debido al control adecuado de humedad y condiciones ambientales durante la cosecha.

Conclusión

El estudio permitió importantes hallazgos sobre la producción de forraje verde hidropónico (FVH). Primero, se identificó técnicas altamente eficientes y sostenibles, como la optimización de la densidad de siembra, el uso preciso de soluciones nutritivas y un control estricto de las condiciones ambientales. Estas técnicas no solo maximizan el uso de recursos, sino que también reducen el consumo de agua y energía, haciéndolas especialmente viables para zonas con limitaciones hídricas.

En segundo lugar, la estandarización del proceso de producción ha demostrado ser una herramienta crucial para mejorar tanto la calidad como la cantidad del FVH. Al establecer protocolos claros y replicables, los productores lograron obtener un forraje más nutritivo, con mayor uniformidad y un incremento significativo en la producción por metro cuadrado. Esto facilita la planificación y garantiza un suministro continuo y de calidad a lo largo del año.

Finalmente, la implementación de un manual de procedimientos estandarizados tuvo un impacto directo en la reducción de los costos de producción y en el uso eficiente de los recursos. Al minimizar el desperdicio de insumos, reducir el tiempo de producción y optimizar el uso del agua y energía, los pequeños y medianos productores pudieron hacer más sostenible y rentable su actividad. En resumen, la estandarización no solo mejora los resultados productivos, sino que también promueve una agricultura más sostenible y competitiva.

Referencias

- Castellanos, J. (2018). Impacto del forraje verde hidropónico en la productividad ganadera y su eficiencia en el uso de recursos. Editorial Agropecuaria.
- Gómez, L., Pérez, M., & Ramírez, S. (2020). El forraje verde hidropónico como alternativa sostenible para zonas áridas: Un enfoque sobre calidad nutricional y sostenibilidad agrícola. *Journal of Sustainable Agriculture*, 15(3), 45-62. <https://doi.org/10.1000/josa.2020.00345>
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements*. International Organization for Standardization.
- ISO. (2021). *ISO 10013:2021. Quality management systems — Guidance for documented information*. International Organization for Standardization.
- Niebel A. F. (2009). *Métodos estándares diseño*. Mc. Graw-Hill

Rodríguez. V. J. (2002). Estudio de sistemas y procedimientos administrativos. International Thompson Editores.

IMPACTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CULTIVO DE PAPAYA MARADOL EN LA MIXTECA POBLANA

FORTUNATO JIMÉNEZ CRUZ¹

FREDY MERA ZÚÑIGA²

SALVADOR VÁZQUEZ MARTÍNEZ³

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar el desempeño de productores de papaya Maradol e identificar los factores que favorecieron o limitaron el uso de tecnología, para diseñar estrategias en el Programa de Desarrollo Regional del cultivo de papaya en la Mixteca Poblana. Se realizó un recorrido en 11 municipios para identificar productores con tres o más años de experiencia. La unidad de estudio fue un productor por municipio, la información se obtuvo mediante entrevistas y observación directa. La interpretación de la información se llevó a cabo mediante el análisis de correspondencias múltiples. Se constató que los productores les faltan conocimientos para el manejo agronómico del cultivo y se identificaron debilidades en el uso y conservación de recursos naturales como la semilla, el agua y el suelo, asociadas a desconocimientos técnicos y marginación social. El nivel de formación académica y la edad del productor fueron las variables de mayor preponderancia, en la identificación de tipologías de productores de papaya en la Mixteca y en el compromiso en las acciones del Programa. Se concluye que es necesario mejorar el desempeño productivo en la Mixteca, como vía para contribuir, en la mejora de la calidad de vida y reducir la migración.

Palabras clave: Papaya, Mixteca Poblana, Tipologías, Diagnóstico

Abstract

The objective of the study was to characterize the performance of Maradol papaya producers and identify the factors that favored or limited the use of technology, in order to design strategies in the Regional Development Program for papaya cultivation in the Mixteca Poblana. A survey was conducted in 11 municipalities to identify producers with three or more years of experience. The study unit was one producer per municipality, and information was obtained through interviews and direct observation. The interpretation of the information was carried out through multiple correspondence analysis. It was found that producers lack knowledge for the agronomic management of the crop and weaknesses were identified in the use and conservation of natural resources such as seeds, water and soil, associated with technical ignorance and social marginalization. The level of academic training and the age of the

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tecomatlán, fortunato.jc@tecomatlan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tecomatlán, fredy.mz@tecomatlan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tecomatlán, salvador.vm@tecomatlan.tecnm.mx

producer were the most important variables in the identification of typologies of papaya producers in the Mixteca and in the commitment to the Program's actions. It is concluded that it is necessary to improve productive performance in the Mixteca, as a way to contribute to improving the quality of life and reducing migration.

Keywords: Papaya, Mixteca Poblana, Typologies, Diagnosis

Introducción

La Mixteca Poblana es una amplia y heterogénea zona ubicada al sur del Estado de Puebla, México y constituye un curioso escenario cultural, económico y político, cuyo rasgo principal es la presencia del pueblo mixteco, su ocupante histórico, de acuerdo con SEMARNAT (2000); Álvarez-Gaxiola et al. (2007) y Hernández et al. (2009). Como área geográfica, se ubica en la convergencia de dos de los sistemas montañosos propios de la orografía del país: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, lo que condiciona que su topografía sea irregular, accidentada y que los suelos presenten notable grado de pendiente. Aspecto este que ha influido notablemente sobre el desarrollo de la Mixteca, por las dificultades que da lugar en términos de comunicación y transporte [0,07 km carretera/km² de superficie; apenas un tercio de la media nacional] y que, conjugado con factores de índole sociopolítica, la ha convertido en una región rezagada y marginada, tanto a nivel de Estado, como respecto al resto del país, de acuerdo con los elementos aportados por Ortiz y Rivera et al. (2010).

La agricultura es la actividad socioeconómica en que se apoyan muchas poblaciones de la región pero por las condiciones adversas ~naturales y sociales~ que el sector agrario enfrenta en México en general y en la Mixteca Poblana en particular ~Nava-Tablada y Marroni (2003); INEGI (2005); Hernández et al. (2011)~ muchas de estas comunidades han quedado desarticuladas y se han convertido en fuente de mano de obra no calificada o en generadoras de emigrantes, tanto al interior como hacia el exterior del país. Esta situación ha conducido a la implementación, en la Mixteca Poblana, de iniciativas de reanimación socioeconómica, de diversa índole en cuanto a enfoque de trabajo, objetivos a lograr y grupos sociales involucrados. Una de ellas se orientó, tomando como antecedente que el cultivo de papaya es parte de la tradición agraria en la región, hacia la introducción de la tecnología cubana de cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) 'Maradol Roja', como forma contribuyente a la mejora del desempeño de la agricultura local.

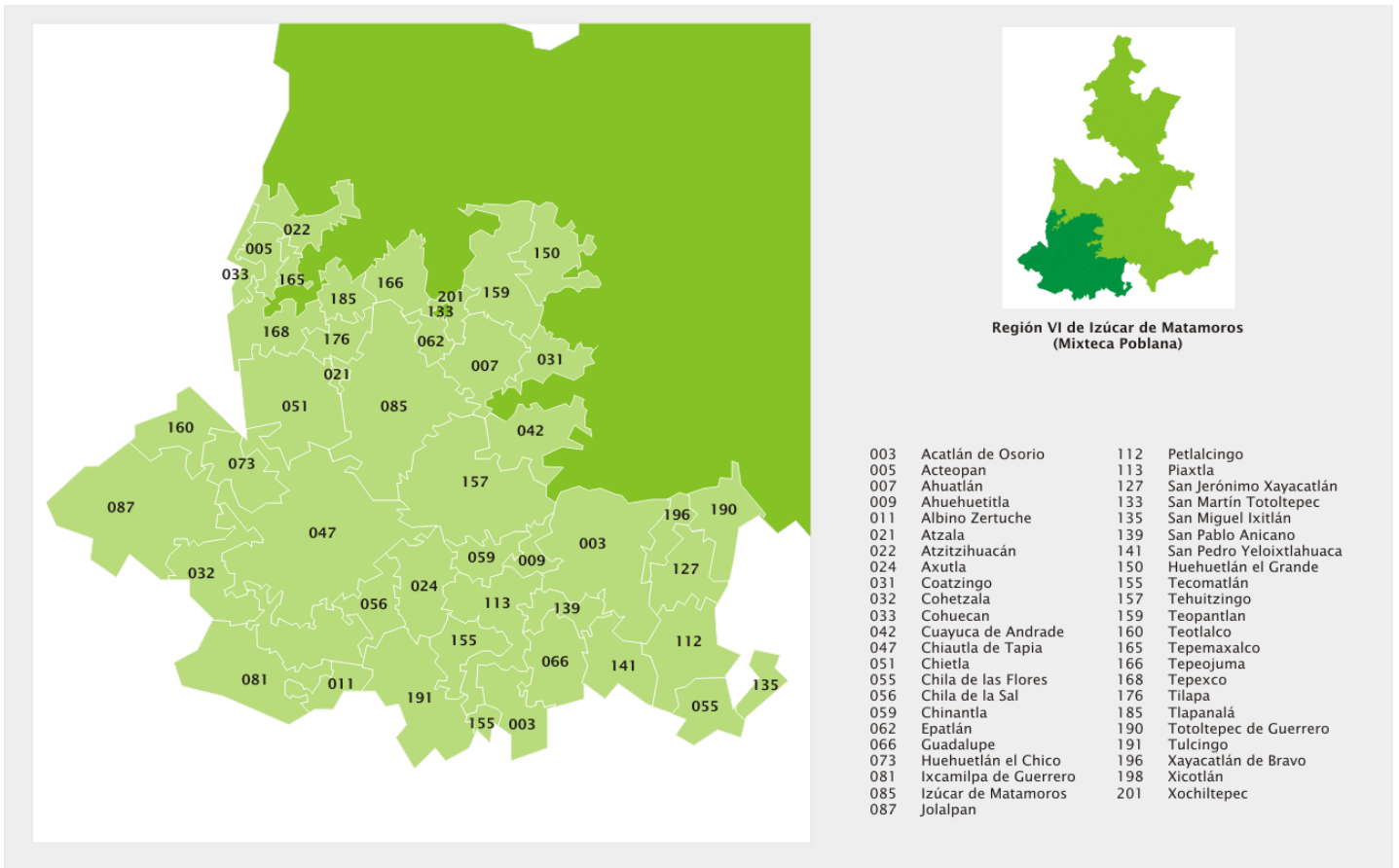
Sin embargo, la propia situación de la población Mixteca, al momento de poner en marcha el Programa de desarrollo regional del cultivo de papaya Maradol en la Mixteca Poblana, [bajo patrocinio de la Fundación PRODUCE PUEBLA, A. C. y la Secretaría de Desarrollo del Estado, con asesoría del INIFAT ~Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt",

del Ministerio de la Agricultura de Cuba~ y participación del Instituto Tecnológico de Tecomatlán] obligaba a tomar en cuenta las características de los productores, como un insumo de trabajo útil al cumplimiento de los objetivos del citado programa, de acuerdo a los criterios de Álvarez-Gaxiola et al. (2007). Dufumier (1990) y Bellon (2002) han planteado que el campesinado no constituye un conjunto homogéneo y que resulta conveniente definir alternativas y soluciones apropiadas a las diferentes categorías de productores, que se puedan identificar en un ambiente o región determinados. En tanto, Guarnan y Lerdón (1999) y Riffo y Lerdón (2005) han ratificado desde sus aportes, similar punto de vista, en cuanto a que la identificación o caracterización de las tipologías de productores existentes en un escenario agroproductivo dado constituye un paso de singular importancia, al momento de concebir y ejecutar intervenciones dirigidas, a la mejora socioeconómica de los agricultores. En atención a esa concepción, que se identifica con los preceptos de la extensión agraria (Acosta Alcolea, 2009), se trabajó con el objetivo de tipificar a los productores de papaya presentes en la Mixteca Poblana, al momento de concebir la estrategia de difusión en dicho territorio, de la tecnología cubana de cultivo de papaya 'Maradol Roja'.

Materiales y métodos

Se estableció como premisa de trabajo, la pertinencia de acometer la reconversión agroproductiva de la región, a partir de la puesta en uso de nuevas agrotecnologías, como base para el tránsito desde una agricultura de subsistencia, a formas sostenibles de producción agraria, con el correspondiente impacto en la calidad de vida en la Mixteca (Álvarez-Gaxiola et al., 2007). Se recorrió el territorio para diagnosticar la producción de *Carica papaya* L. en el mismo y seleccionar productores con posibilidades de contribuir con su participación, a la ejecución del programa de introducción concebido.

Figura 1. Mapa de la Mixteca Poblana con su ubicación dentro del Estado de Puebla y la localización de los nueve municipios con actividad de producción papayera.



Los productores, seleccionados entre aquellos que acumulaban no menos de cinco campañas consecutivas de cultivo, se distribuyen porcentualmente entre los municipios. Estos se pueden considerar representativos de la situación actual de la agricultura en dicha región; de la distribución del tipo principal de vegetación que presenta la Mixteca Poblana ~selva baja caducifolia; Sbc~; del patrón de uso actual del suelo y de la afectación de dicho bien natural por la erosión hídrica, según lo documentado en la caracterización hecha por Ortiz y Rivera et al. (2010). Se acopió, mediante encuestas, entrevistas y observación participante, (PROINPA, 2001; Geilfus, 2002) información enfocada a aspectos de índole socioeconómica (edad, sexo, nivel de escolarización terminado, número de hijos, experiencia en el manejo agronómico de *Carica papaya* L., nivel de ingresos derivados del cultivo de la especie, tipo de productor), de tipo tecnológico (tipo de semilla utilizada, obtención y manejo de la semilla; densidad de plantación; altura de plántulas al trasplante, rendimientos, incidencia de plagas) y relacionados con la conservación de bienes naturales (forma de riego, aplicación de prácticas agroecológicas de manejo agronómico), de acuerdo con el agrupamiento que hacen Ríos et al. (2004), en estudios similares. Para su interpretación, las respuestas se refirieron en cada caso, al porcentaje sobre el total de encuestados, asociado a cada respuesta posible. Las entrevistas también sirvieron para identificar, en el grupo inicial de 50 productores, a quienes mostraron motivación ante el lanzamiento, del ya citado Programa de desarrollo regional del cultivo de papaya

Maradol en la Mixteca Poblana. Con este nuevo grupo resultante integrado por 37 personas y partiendo de la información obtenida durante el diagnóstico, se realizó la identificación de tipologías de productores, mediante análisis factorial de correspondencias múltiples y empleo del método de Ward para la conglomeración, según las pautas metodológicas de Berdegué y Escobar, (1990); Guarnan y Lerdón, (1999) y Quero (2010) y con empleo del programa IBM SPSS Statistics 20, en ambiente Windows. Las variables procesadas y sus modalidades fueron las siguientes: Sexo (masculino y femenino); Edad (hasta 30 años; entre 31 y 50 años y más de 50 años); Nivel de estudios (primaria; secundaria básica; bachiller o técnico medio y universitario); Paternidad (sin hijos; entre uno y tres hijos y más de cuatro hijos); Ingresos derivados del cultivo de papaya (altos; medios y bajos); Conocimientos sobre la especie y su manejo agronómico (conocedor y no conocedor); Experiencia en empleo de prácticas de manejo agroecológico (tiene y no tiene); Forma de ocupación y uso de la tierra (propietario y rentero); Tipo de productor (asociado e independiente); Asistencia técnica externa (recibe y no recibe); Condición migratoria (migrante y no migrante) y Rendimiento agrícola (bajo y muy bajo).

Resultados y discusión

Respecto al total de productores ~12 % de mujeres~, su caracterización arrojó un interesante resultado, a los efectos de los aspectos técnicos, sociales y económicos que según FAO/PASOLAC (2005) y Ocampo Ledesma, Palacios y Reyes (2012), se deben tomar en consideración, en procesos participativos de gestión de conocimientos, como el planteado para difundir la tecnología cubana de cultivo de papaya 'Maradol Roja', en la Mixteca Poblana (Tabla 1). Como se observa, apenas el 16 % obtenía rendimientos superiores a las 50 toneladas por hectárea como estándares de la papaya a nivel mundial. Esa información no obstante, se contradice con el hecho de que el 90 % de los identificados declaró cultivar papaya variedad Maradol, para la que los rendimientos se cifran en el orden de las 120 toneladas por hectárea, según Rodríguez et al. (2006) y CORSPAC (2012): tal contradicción es explicable si se toma en cuenta otra información derivada de las encuestas y que indica que en ningún caso se empleaba semilla de origen cubano, lo que niega la posibilidad de que realmente se empleara auténtica semilla de papaya variedad Maradol en las siembras y sí guarda relación con los rendimientos obtenidos.

Tabla 1.- Información sobre el cultivo de papaya en la Mixteca Poblana

Variable	Porcentajes de productores
% que declara sembrar papaya variedad 'Maradol'	90
% que conoce el origen de la semilla que siembra	90
% que utiliza semilla de origen cubano	0
% que planta posturas de 20 cm	74
% que planta posturas de 30 cm	26
% que planta 600 plantas/ha	6

% que planta 900 plantas/ha	2
% que planta 1100 plantas/ha	92
% que aplica portadores de materia orgánica	14
% con rendimientos inferiores a 40 t/ha	8
% con rendimientos entre 40 y 50 t/ha	76
% con rendimientos superiores a 50 t/ha	16

También ilustra ~la gran mayoría de los encuestados declaró conocer el origen de la semilla que empleaba~ vulnerabilidades existentes en la región, en cuanto al correcto manejo agronómico de los recursos fitogenéticos, toda vez que, como práctica, en ocasiones los productores obtenían y conservaban la semilla a utilizar y también, respecto al accionar de comercializadores técnicamente no confiables. Ambas situaciones expresan características desfavorables de la Mixteca Poblana en tanto agroecosistema, algo ya comentado por Álvarez-Gaxiola et al. (2007) y Ortiz y Rivera et al. (2010).

También se supo que en todas las plantaciones hubo ocurrencia en mayor o menor medida, de deformación de frutos, lo que constituye evidencia de la mala calidad de la semilla empleada, ya sea por su procedencia o por errores cometidos durante su obtención, manejo y uso, según el mismo autor. No se constató existencia de conocimientos sobre el manejo agronómico de las plantaciones, ante la incidencia de plagas, ya sea en cuanto a control de insectos o respecto a medidas que permitiesen reducir sus efectos negativos. Así, fue posible identificar no pocos casos en que, por desconocimiento de la condición de hospedero que tiene la calabaza, para el virus de la mancha anular de la papaya (Butani y Jotwani, 1983), se sembró la hortaliza intercalada con la fruta, lo que provocó la infestación de las plantaciones y la necesidad de su demolición parcial o total.

En cuanto a la preservación de recursos naturales, el riego por canales construidos junto a las hileras de plantas ~localmente llamado riego rodado~ favorecía, dada la topografía de la región, la erosión hídrica de los suelos y la pérdida de agua, al extremo de que algunos productores declararon que en ocasiones, se interrumpía el ciclo de cultivo, por el agotamiento del vital recurso. Lo discutido hasta aquí permite decir que en la situación que caracterizaba a la producción de papaya en la Mixteca Poblana al momento de iniciar el Programa de desarrollo regional del cultivo de papaya Maradol, no se reconocían los requisitos establecidos por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Puebla/Fundación PRODUCE A. C. (2004), para la identificación de una cadena agroalimentaria. Esa situación es congruente con la realidad mexicana actual, en la que la agricultura, como práctica socioeconómica y sostén comunitario, también está afectada (Aguayo, 2003; Álvarez-Gaxiola et al., 2007). No es difícil reconocer que las dificultades existentes, se relacionaban estrechamente con demandas de conocimiento, cuya satisfacción debía tomar en cuenta, tanto las características de cada agroecosistema, como la disposición o interés de cada productor participante en el diagnóstico, a participar en futuras acciones para la superación de la situación descrita, (Ojeda, 2000 y Prins, 2005).

Consultados los miembros del grupo hasta aquí caracterizado, sobre el interés en acceder a la tecnología cubana de producción de papaya 'Maradol Roja', se obtuvo la respuesta afirmativa de 37 de sus integrantes. Entre los que no se incorporaron, también hubo quienes abandonaron el territorio, precisamente a causa de la precariedad de su situación económica, lo que era congruente con la situación de descapitalización de la agricultura en la Mixteca Poblana en ese momento, ya comentada por Nava-Tablada y Marroni (2003) e INEGI (2005), entre otros autores. No obstante, cualquier análisis objetivo de la situación implicaba reconocer que aún en este grupo más reducido, no había uniformidad en cuanto a la manifestación de cada uno de los factores y aspectos, abordados en las diversas actividades de captura de información, llevadas a cabo. En consecuencia, la tipificación de estos productores resultaba ser un insumo de trabajo, pertinente y válido para el diseño de las acciones de capacitación y transferencia de tecnología requeridas por el Programa. Este es un insumo informativo de notable importancia para las acciones de extensión agraria y educación popular, sobre las que, de acuerdo con Romero y Hernández (2004); Chica (2005); Martín, Ríos y Ortiz (2006) y Morros (2004), se debe trabajar para la obtención de resultados satisfactorios, en la construcción alternativa de conocimientos en la esfera agroproductiva.

TIPOLOGÍA I

Productores de ambos sexos, de entre 31 y 50 años de edad y en todos los casos, con instrucción superior. La mayoría tiene entre uno y tres hijos, conoce sobre manejo agronómico de la papaya y sobre prácticas de tipo agroecológico. Todos obtienen ingresos altos con su accionar agrícola y están asociados de alguna forma, para el desempeño de sus funciones, aunque no reciben asistencia técnica. Sin embargo, de forma mayoritaria rentan la tierra que hacen producir y obtienen rendimientos bajos, aunque estables. Son migrantes. Comprende diez productores que se distribuyen entre los municipios de Chiautla de Tapia, Tehuitzingo y Teotlalco.

TIPOLOGÍA II

Productores masculinos de hasta cincuenta años de edad ~dos grupos etarios~, con instrucción a nivel de bachillerato o técnico medio y en algunos casos, universitaria. También tienen entre uno y tres hijos y perciben ingresos bajos y medios, como resultado de sus producciones de papaya. No poseen conocimientos amplios sobre la especie ni sobre prácticas de manejo agroecológico y en su mayoría son propietarios de la tierra que trabajan y no están asociados. No reciben asistencia técnica y sus rendimientos agrícolas son muy bajos. La mayoría de los integrantes de este grupo es migrante. Incluye a nueve productores radicados entre los municipios Chietla, Coatzingo, San Pedro de Yeloixtlahuaca, Teohuitzingo, Teotlalco y Tulcingo de Valle.

TIPOLOGÍA III

Productores de ambos sexos, casi todos entre los 31 y 50 años de edad y con instrucción a nivel de secundaria básica. La mayoría tiene más de cuatro hijos y su desempeño como papayeros arroja bajos ingresos. La mayoría es propietaria de las tierras en que trabaja y conoce sobre papaya y prácticas agroecológicas.

Se dividen a partes iguales entre asociados e independientes y en ningún caso reciben asistencia técnica. Los rendimientos agrícolas que obtienen son bajos y muy bajos. Todos son migrantes. Los ocho productores que la representan, se encuentran entre los municipios de Chietla, Coatzingo, Teotlalco y Tulcingo de Valle.

TIPOLOGÍA IV

Grupo formado en casi su totalidad por hombres; todos los integrantes tienen más de 50 años, más de cuatro hijos e instrucción primaria. La mayoría tiene conocimientos sobre el cultivo y sobre prácticas agroecológicas, pero percibe bajos ingresos por sus producciones. Casi todos rentan la tierra y pocos están asociados. Sólo en algunos casos reciben asistencia técnica y mayoritariamente alcanzan rendimientos bajos. Casi todos son migrantes. Sus diez integrantes se localizan entre los municipios de Coatzingo, Huehuetlan, Tehuitzingo, Teotlalco y Tulcingo de Valle. Fue posible constatar que sólo el municipio de Teotlalco tenía productores de todas las tipologías; con productores que pertenecían a tres de las cuatro tipologías identificadas, le siguieron los municipios de Coatzingo, Tehuitzingo y Tulcingo de Valle. Estos resultados ratifican los criterios de autores como Dufumier (1990); Vera et al. (2003); Cabrera et al. (2004) y Leos-Rodríguez et al. (2008), quienes coinciden en la necesidad de seleccionar alternativas y soluciones, apropiadas a los rasgos distintivos de los diversos grupos existentes entre agricultores y entre comunidades campesinas, como paso previo para la implementación exitosa de acciones de capacitación, comprometidas con la mejora de su calidad de vida. En igual sentido, los trabajos de Sagastume et al. (2006) y Gallusser (2008) adelantan conclusión semejante, al ponderar las causas del fracaso de programas de transferencia tecnológica y de capacitación, ejecutados en escenarios latinoamericanos. No es erróneo considerar, a partir de las tipologías identificadas y tomando en cuenta que como factor común de las mismas aparecen la insuficiente respuesta productiva y la condición de migrante de los productores ~esto último, más que un rasgo propio del sector agrario lo es de la sociedad mexicana en general~, que el aumento de la producción y de su calidad y la estimulación del sentido de pertenencia mediante la mejora de calidad de vida de los agricultores tienen que estar al centro, de cualquier plan de desarrollo agrario concebido para la Mixteca Poblana. A no dudarlo, en el escenario cambiante de la agricultura, en el que cada vez más urge la necesidad de poner en práctica estrategias comprometidas con la sostenibilidad

alimentaria de la población, los estudios de tipificación de productores y sistemas agroproductivos constituyen ya, una importante herramienta de trabajo.

Conclusiones

La producción de papaya al momento de concebirse el Programa de desarrollo regional del cultivo de papaya Maradol en la Mixteca Poblana, se caracterizaba por insuficiencias tecnológicas en el manejo de las plantaciones y por el escaso rendimiento socioeconómico de su desempeño. La edad de los productores y su nivel de escolarización resultaron ser los aspectos básicos para su tipificación, entre otras variables de carácter socioeconómico, tecnológico y de manejo de recursos naturales, propias de la producción papayera. Fueron identificadas cuatro tipologías de productores de papaya en la Mixteca Poblana, al momento de iniciar las acciones del Programa de desarrollo regional del cultivo de papaya Maradol en el territorio. En los municipios de Coatzingo, Tehuitzingo, Teotlalco y Tulcingo de Valle, se localizó la mayor parte de las tipologías identificadas. Un empoderamiento de los productores, que se exprese en el aumento de los rendimientos agrícolas, la mejora de su calidad de vida y una mayor permanencia en el territorio, se derivan como principales metas a alcanzar, a partir de la identificación de tipologías de productores papayeros en la Mixteca Poblana.

Referencias

- Acosta Alcolea, G. (2009): Percepción y manejo de la biodiversidad por los actores sociales del paisaje natural protegido 'Gran Piedra' en Santiago de Cuba. Tesis en opción al título académico de Máster en Extensión Agraria. –La Habana: UNAH.
- Aguayo, Q. S. (2003): México a la mano. Guía elemental para entender a nuestro país. –México, D. F.: Hechos Confiables/Editorial Grijalbo.
- Álvarez-Gaxiola, J. F. et al (2007): Seguridad alimentaria: importancia, estrategias y experiencias. (Jiménez Merino, F. A. (coordinador)) –Puebla, México: SDR Pue., y Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, 249 pp. ISBN: 968-839-539-0.
- Bellón, M. R. (2002): Métodos de investigación participativa para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores. --México, D.F.: CIMMYT, ISBN: 970-648-097-8.
- Berdegú, J. A. y G. Escobar. (1990): Efectos de la metodología de tipificación en la investigación de sistemas de producción. En: Tipificación de sistemas de producción agrícola (G. Escobar y J. Berdegú/editores). pp. 251-266 --Santiago de Chile: Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), ISBN 956.7110-01-07.

- Butani, D. K. and M. G. Jotwani. (1983): Insects as a limiting factor in vegetable production. *Pesticides* 17(9): 6-15.
- Cabrera, D. V. et al. (2004): Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documentos de Trabajo: Producción Animal y Gestión DT 1, Vol. 1 –Universidad de Córdoba, Argentina: Departamento de Producción Animal, ISSN: 1698- 4226.
- Chica, N. (2005): Sistematización de experiencias de transferencia de tecnología agrícola y organización comunitaria en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis en opción al título académico de Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. –Turrialba, Costa Rica: CATIE [Programa de educación para el desarrollo y la conservación].
- CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA y FUNDACIÓN PRODUCE PUEBLA. (2004): Cadenas agroalimentarias: el papel estratégico de la tecnología y su prospectiva en el estado de Puebla. –Puebla, Pue.: Fundación PRODUCE, A. C.
- CORPORATIVO DE SERVICIOS PROFESIONALES EN ADMINISTRACIÓN Y CONSULTORÍA, (CORSPAC) S. A. de C. V. (2009): Informe estudio de mercado para la comercialización de la papaya en el municipio de Acapulco. En: http://www.corspac.com/5_informe_estudio_mercado_papaya_2009.pdf (agosto 2012).
- Dufumier, M. (1990): La importancia de la tipología de las unidades de producción agrícolas en el análisis– diagnóstico de realidades agrarias. –Francia: Instituto Nacional Agronómico-Paris Grignon (INAP), 17 pp.
- FAO/PASOLAC. (2005): Enfoques de extensión rural participativos y su contribución al desarrollo rural sostenible y a la seguridad alimentaria. –Honduras: Litografía López.
- FUNDACIÓN PROINPA. (2001): Pautas para facilitadores de Escuelas de Campo de Agricultores -- Cochabamba, Bolivia: PROINPA.
- Gallisser, S. (2008): Estudio comparativo sobre programas de extensión agraria en el Departamento de San Martín, Perú. En: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/12973.pdf> (agosto 2012).
- Geilfus, F. (2002): 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación --San José, COSTA Rica: IICA. ISBN13: 99923-7727-5
- Guarnan, J. y J. Lerdón. (1999): Caracterización y tipificación de agricultores usuarios del Centro de Gestión Empresarial de Paillaco. *Agro sur*, 27 (2), Valdivia, junio, ISSN: 0304-8802.
- Hernández, Griselda M. et al. (2009): Influencia de la cosmovisión del pueblo mixteco de Pinotepa de Don Luis, Oaxaca, México, en el uso y el manejo del caracol púrpura *Plicopurpura pansa* (Gould 1853). *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas* (XV) 29 junio-sin mes: 11-36.

- Hernández, J. E. et al. (2011): Caracterización socioeconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la Mixteca poblana. *Archivos de Zootecnia*, 60 (230): 175-182.
- INEGI. (2005): *La migración en Puebla --Puebla, México: Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática*. ISBN: 970-13-4493-6.
- Leos- Rodríguez, J. et al. (2008): Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 5 (2): 13-30, julio-diciembre.
- Martin, Lucy, H. Ríos y R. Ortiz. (2006): Fitomejoramiento participativo: ¿quién enseña a quién? En: *Fitomejoramiento participativo. Los agricultores mejoran los cultivos* (H. Ríos; M. M. Hernández y J. C. Rosas/ eds.) pp. 15-28. –La Habana: Ediciones INCA. ISBN: 959-7023-33-4.
- Morros, María E. et al. (2004): El manejo de los suelos y el agua: una acción colectiva. *INIA Divulga 3* (septiembre-diciembre): 34-40.
- Nava-Tablada, M. E. y M. Marroni. (2003): El impacto de la migración en la actividad agropecuaria de Petlalcingo, Puebla. *Agrociencia*, 37: 657-664.
- Ocampo-Ledesma, J; Ma. Isabel Palacios y Rosaura Reyes. (2012): Los fracasos de la transferencia de tecnología agrícola. En: http://www.ocyt.org.co/esocite/Ponencias_ESOCITEPDF/CIV2MEX058.pdf.
- Ojeda, E. L. A. (2000): *Innovación tecnológica interactiva: Bases y perspectivas en México: estudio en la cuenca del Papaloapan. Tesis en opción a Doctorado en Ciencias Agrarias. –Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.*
- Ortiz y Rivera, G. A. et al. (2010): *Criterios básicos para la definición del manejo sostenible de plantas nativas en la Mixteca Poblana. Guía para el establecimiento, manejo y aprovechamiento integral y sostenible de plantas nativas en la Mixteca Baja Poblana. –Puebla, México: Fondo Mixto CONACYT, 111 pp. ISBN: 978-607-95533-0-2.*
- Prins, C. (2005): *Procesos de innovación rural en América Central: reflexiones y aprendizajes. Serie Técnica Informe Técnico, N° 337. –Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Departamento de Recursos Naturales.*
- Quero, M. (2010): *Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach* *Telos*, vol. 12, núm. 2, mayo-agosto, pp. 248-252.
- Riffo, M. y J. Lerdón (2005): *Caracterización y tipificación del sector proveedor de lupino blanco (Lupinus albus L.) de la empresa «Productos Nutritivos AVELUP Ltda.» en la IX región, mediante análisis multivariado. Agro sur*, 33 (2): 29-42.

- Ríos, G., G. et al. (2004): Zonificación, caracterización y tipificación de los sistemas de producción de lulo (*Solanum quitoense* Lam) en el Eje Cafetero. Revista CORPOICA 5(1) octubre: 22-30.
- Rodríguez, A. et al. (2006): Potencial agroproductivo de la papaya Maradol en la Mixteca Poblana. – Puebla, México: FUPPUE, 120 pp. Romero, María Isabel y Carmen N. Hernández. (2004): Modalidad diferente de formación en educación popular. –La Habana: Editorial Caminos.
- Sagastume, N. et al. (2006): Guía para la elaboración de estudios de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelos y agua. Unidades de Apoyo del PASOLAC en Honduras, Nicaragua y El Salvador. Documento No. 499, Serie Técnica 7/2006. –Tegucigalpa, Honduras: PASOLAC, 29 pp. ISBN: 99926-37-09-9.
- SEMARNAT. (2000): Logros y retos para el desarrollo sustentable 1994-2000. –Puebla, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Vera, Beatriz et al. (2003) Tipologías que caracterizan a un grupo de microempresas en la ciudad de Valdivia, Chile. Agro sur, 31 (1) Valdivia, enero. ISSN 0304-8802.

REPRODUCCION DE PLANTULAS DE CACAO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

DENISSE ALEJANDRA DIAZ ROMO¹

ENRIQUE HIPÓLITO ROMERO²

VERÓNICA ROMO LÓPEZ³

MARCO ANTONIO DIAZ RAMOS⁴

Resumen

En el presente proyecto se centró la finalidad de reproducir plántulas de cacao para el establecimiento de sistemas agroforestales además de analizar el proceso de germinación y desarrollo de semillas de cacao con el objetivo de mejorar la implementación efectiva de sistemas agroforestales.

El cacao es un cultivo de importancia económica y social en muchas regiones tropicales, contribuyendo significativamente a la industria del chocolate y al sustento de comunidades agrícolas. El establecimiento de sistemas agroforestales emerge como una estrategia prometedora para integrar la producción de cacao con la conservación del medio ambiente, buscando optimizar la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas agrícolas. La reproducción eficiente de plántulas de cacao desempeña un papel crucial en el éxito de estos sistemas agroforestales. La germinación y el desarrollo temprano de las plántulas son etapas fundamentales que impactan directamente en la productividad y la viabilidad a largo plazo de los cultivos de cacao. Sin embargo, factores diversos, que van desde condiciones ambientales hasta prácticas de manejo, pueden influir en la tasa de germinación y madurez de las plántulas, presentando desafíos que requieren una comprensión profunda.

Los resultados destacan desafíos en la reproducción de plántulas de cacao, subrayando la importancia de abordar factores que afectan la tasa de germinación y madurez. Esta podría influir en la productividad agrícola y la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agroforestales.

La investigación identificó la necesidad de considerar cuidadosamente variables como condiciones ambientales, calidad de las semillas y prácticas de manejo. Se sugiere que futuras investigaciones exploren estrategias para mejorar la reproducción, incluyendo ajustes en las prácticas de siembra, tratamiento de semillas y optimización de las condiciones ambientales.

Palabras clave: Cacao, Reproducción de Plántulas, Sistemas Agroforestales.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Dealdiro2504@gmail.com

² Universidad Veracruzana

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Veroromo.lopez@hotmail.com

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, marco.dr@ugalvan.tecnm.mx

Abstract

This project focuses on reproducing cocoa seedlings for the establishment of agroforestry systems, as well as analyzing the germination and development process of cocoa seeds with the aim of improving the effective implementation of agroforestry systems.

Cocoa is a crop of economic and social importance in many tropical regions, contributing significantly to the chocolate industry and the livelihood of farming communities. The establishment of agroforestry systems emerges as a promising strategy to integrate cocoa production with environmental conservation, seeking to optimize the sustainability and resilience of agricultural systems. Efficient reproduction of cocoa seedlings plays a crucial role in the success of these agroforestry systems. Germination and early seedling development are critical stages that directly impact the productivity and long-term viability of cocoa crops. However, various factors, ranging from environmental conditions to management practices, can influence the germination rate and maturity of seedlings, presenting challenges that require in-depth understanding.

The results highlight challenges in cacao seedling reproduction, underlining the importance of addressing factors that affect germination and maturity rates. This could influence agricultural productivity and the long-term sustainability of agroforestry systems.

The research identified the need to carefully consider variables such as environmental conditions, seed quality and management practices. Future research is suggested to explore strategies to improve reproduction, including adjustments in planting practices, seed treatment and optimization of environmental conditions.

Keywords: Cocoa, Seedling Reproduction, Agroforestry Systems.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de importancia económica y social en muchas regiones tropicales, contribuyendo significativamente a la industria del chocolate y al sustento de comunidades agrícolas. El establecimiento de sistemas agroforestales emerge como una estrategia prometedora para integrar la producción de cacao con la conservación del medio ambiente, buscando optimizar la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas agrícolas.

La reproducción eficiente de plántulas de cacao desempeña un papel crucial en el éxito de estos sistemas agroforestales. La germinación y el desarrollo temprano de las plántulas son etapas fundamentales que impactan directamente en la productividad y la viabilidad a largo plazo de los cultivos de cacao. Sin embargo, factores diversos, que van desde condiciones ambientales hasta prácticas de manejo, pueden influir en la tasa de germinación y madurez de las plántulas, presentando

desafíos que requieren una comprensión profunda. En este contexto, la presente investigación se enfoca en analizar la reproducción de plántulas de cacao con el objetivo de identificar los factores que afectan la germinación y el desarrollo de las mismas en el contexto de sistemas agroforestales. A través de un estudio meticuloso que abarca desde la selección de semillas hasta la madurez de las plántulas, buscamos arrojar luz sobre los procesos clave que determinan el éxito de la reproducción y, por ende, la implementación efectiva de sistemas agroforestales de cacao.

Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al conocimiento científico en el campo de la agroforestería y la producción de cacao, sino que también proporcionarán información valiosa para agricultores, técnicos y formuladores de políticas interesados en optimizar las prácticas de reproducción para el establecimiento sostenible de sistemas agroforestales. En última instancia, esta investigación busca promover la convergencia entre la producción agrícola y la conservación ambiental, impulsando prácticas agrícolas más resilientes y sostenibles en el cultivo del cacao.

Marco teórico y conceptual

Cacao.

Descrita en 1737 por Linnaeus quien propuso el nombre *Theobroma* (palabra griega que significa “alimento de los dioses”).

Sin embargo, la palabra cacao deriva del maya cacau, donde cac significa rojo y cau significa fuerza y fuego.

Sistemas agroforestales.

Árboles y arbustos con cultivos o sistemas de producción animal para obtener beneficios ambientales, económicos y sociales de forma ecológicamente sustentable (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

Varietales

Conjunto de todas las características olfativas, gustativas y de color típicas de una determinada variedad (Essl, 2022).

Cacaotal

Terreno poblado de cacaos. (Real Academia Española, RAE, 2022)

Mazorca

El fruto del cacao, *Theobroma cacao* L., denominado comúnmente mazorca, consiste en una cáscara relativamente gruesa que encierra un número muy diverso de semillas, entre 20 y 50, dispuestas normalmente en cinco hileras y sumergidas en una pulpa mucilaginosa de color blanco y sabor azucarado (Braudeau, 1970).

Plántula

Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas. (Conesa, 2009).

Fertilizante

Los fertilizantes son uno de los insumos agrícolas indispensables para que los cultivos tengan un mayor rendimiento (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

Semilla

Parte del fruto de las fanerógamas, que contiene el embrión de una futura planta, protegido por una testa, derivada de los tegumentos del primordio seminal (RAE, 2023).

Mucílago

Sustancia viscosa, de mayor o menor transparencia, que se halla en ciertas partes de algunos vegetales, o se prepara disolviendo en agua materias gomosas (RAE, 2017).

Germinación

Se llama germinación al conjunto de procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comienza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma, independiente del alimento almacenado en la semilla (De La Guarda, 1993).

Marco referencial

Mesoamérica es un área de gran biodiversidad biológica, el centro de domesticación de muchas especies y uno de los sitios donde mejor evidencia existe sobre la domesticación de árboles en el trópico americano. (Ogata et al., 1999; Ogata, 2002)

La domesticación de árboles tropicales en esta área ha producido uno de los sistemas agroforestales más exitosos del neotrópico, caracterizado por la transformación del bosque natural en donde la estructura y composición de especies ha sido modificada para reunir propósitos específicos (Wiersum, 1998)

Una de las especies más importantes en este proceso de modificación del bosque es *Theobroma cacao* L (Malvaceae). El cacao mexicano fue domesticado desde hace por lo menos 2,500 años (Hurst et al., 2002) y desde que llegó a Europa (en barras de chocolate) ha sido reconocido por su alta calidad. Sin embargo, la producción de cacao en México es escasa. En el año 2002 la producción ocupaba el penúltimo lugar a nivel mundial. Aunado a esta escasa producción, en 2005 apareció una enfermedad conocida como Moniliasis y desde entonces la producción ha caído hasta un 90% (Ogata et al., 1999; Ogata, 2002)

Theobroma Cacao L. Es una especie de sombra que se distribuye naturalmente desde Sudamérica hasta la parte central de México. (Cuatrecasas, 1964)

Gran parte de lo que conocemos del cacao en Mesoamérica de épocas prehispánicas se debe a la cultura Maya, especialmente durante el periodo clásico (250-909 d. C.)

El cacao tan importante para la cultura Maya que era utilizado como moneda y por tal motivo, beber chocolate representaba un lujo sólo para las élites. Y así fue representada por los mayas en una serie de vasijas pintadas o grabadas halladas en las tumbas de la nobleza que gobernó los distintos reinos Mayas.

En 1531 la producción de cacao en México comenzó a documentarse gracias a la llegada de los españoles en 1519 (Paso y Troncoso, 1905). Entre 1531 y 1544 dicha documentación fue elaborada en una serie de reportes de los 907 pueblos en México. Denominando a los Estados de Chiapas y Tabasco como los principales productores de cacao, a pesar que “La Chinantla” (Estado de Oaxaca) es de igual mencionado como otro importante sitio productor (Peña 1953, Millon 1955)

Metodología

Recolección de mazorcas y preparación de semillas.

Se recolectaron mazorcas de cacao, con un promedio de semillas cada una antes de la siembra, las semillas se tallaron con aserrín para eliminar el mucílago y se pre-germinaron (hasta el brote de la raíz); se depositaron 250 semillas en bolsas de polietileno de 2 kg de 5 a 8 días.

Embolsado.

Para el llenado de bolsas se usó suelo de textura franca cribado para eliminar terrones, piedras, etc. y se desinfectó con Manzate® en una dosis de 1 kg. en 200 L de agua, con el objetivo de evitar la proliferación de hongos del suelo como Phytium, Phytophthora y Rhizoctonia. Se utilizaron bolsas plásticas de 18 x 30 cm.

Ubicación y establecimiento de vivero.

Se construyó un cobertizo con estructuras de madera de 4.0 m de altura. Los cuales fueron cubiertos con maya sombra para permitir pasar un 50% de luz solar. Las plantas se colocarán en hileras de 4 plantas.

Ferulización.

A partir de los 30 días a los 4.5 meses y con frecuencia de cada 15 días, se aplicaron fertilizantes foliar, a una dosis de 2.5 ml por litro de agua, así mismo se adicionaron 5 g de fertilizante triple 17 por planta, aplicado cada mes.

Resultados

Los resultados de la investigación sobre la reproducción de plántulas de cacao para el establecimiento de sistemas agroforestales son reveladores y proporcionan información crucial para entender el proceso de germinación y desarrollo de las semillas. A continuación, se resumen los hallazgos principales de acuerdo a la figura 1:

1. **Tasa de Germinación:** De las 250 semillas seleccionadas para la germinación, se observa que únicamente el 57%, equivalente a 143 semillas, lograron germinar con éxito. Esta cifra refleja la proporción de semillas que han superado la etapa inicial de germinación.
2. **Tasa de Madurez:** Aunque un porcentaje significativo germinó, solo el 43%, representado por 107 de las semillas, alcanzaron la madurez. Este resultado indica que, a pesar de la germinación inicial, un número considerable de plántulas no logró desarrollarse completamente hasta la etapa de madurez.

Estos resultados sugieren que hay desafíos en el proceso de desarrollo de las plántulas de cacao, y podrían derivarse de diversos factores como condiciones ambientales, calidad de las semillas, prácticas de siembra, entre otros. Es crucial abordar estos desafíos para mejorar la eficacia del establecimiento de sistemas agroforestales de cacao. Se recomienda realizar análisis adicionales para identificar posibles causas de la baja tasa de madurez y proponer estrategias de mejora, visualizar la figura 1.

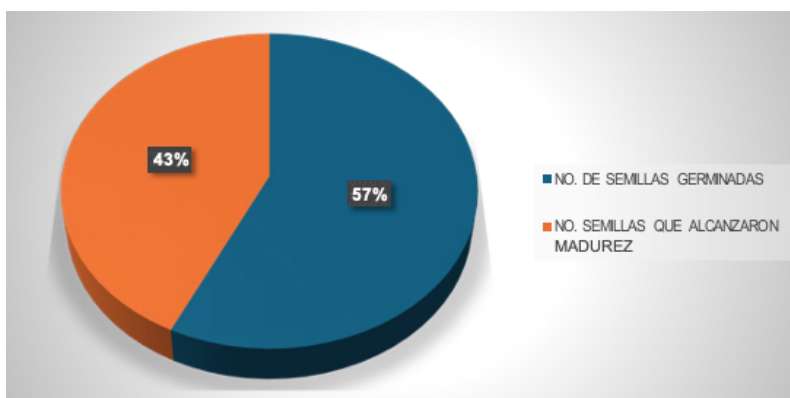


Figura 1. Porcentaje de semillas germinadas y semillas que no alcanzaron la madurez. Fuente: Elaboración propia

Conclusión

En conclusión, el análisis del proyecto sobre la reproducción de plántulas de cacao para el establecimiento de sistemas agroforestales revela resultados significativos. De las 250 semillas seleccionadas para la germinación, se observa que solo el 57%, equivalente a 143 semillas, lograron germinar con éxito. Además, únicamente el 43%, representado por 107 de las semillas, alcanzaron la madurez.

Estos hallazgos indican que existe una tasa de germinación y desarrollo de plántulas que podría considerarse moderada, lo que podría tener implicaciones importantes para el establecimiento eficiente de sistemas agroforestales de cacao. Es crucial comprender los factores que podrían estar influyendo en la baja tasa de germinación y madurez, ya que esto podría afectar directamente la eficacia y sostenibilidad de los sistemas agroforestales.

En futuras investigaciones, sería valioso explorar las condiciones específicas del entorno, la calidad de las semillas, y otros factores que podrían estar afectando el éxito del proceso de germinación y desarrollo de plántulas. Asimismo, se podrían considerar estrategias de mejora, como el ajuste de prácticas de siembra, el tratamiento de semillas, o la optimización de las condiciones ambientales para aumentar la tasa de éxito en la reproducción de plántulas de cacao. Estas acciones podrían contribuir a fortalecer la base para el establecimiento exitoso de sistemas agroforestales, promoviendo la sostenibilidad y la productividad en el cultivo del cacao.

Referencias

- Enríquez G., Paredes A. "El cultivo del cacao", 3era reimpresión EUNED, San José, Costa Rica, (1989), 61 págs. Recuperado el 3 de octubre de 2016 en: https://books.google.com.mx/books?id=3JRfK0v_pYMC&printsec=frontcover&dq=cacao&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=cacao&f=false
- De Medio Ambiente Y Recursos Naturales, S. (s. f.). Monocultivos agrícolas y ganaderos, incompatibles con el entorno s. . . . gob.mx. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/monocultivos-agricolas-y-ganaderos-incompatibles-con-el-entorno-social>
- La producción del cacao en México - la-produccion-del-cacao-en-mexico.pdf. (s/f). Recuperado el 8 de diciembre de 2016 a partir de http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/la-produccion-del-cacao-en-mexico.pdf
- Wordpress (2009), El chocolate, regalo de los dioses aztecas a la humanidad. Recuperado el 5 de octubre de 2016 en: <https://lanaveva.wordpress.com/2009/06/08/el-chocolate-regalo-de-los-dioses-aztecas-a-la-humanidad/>
- Cacao móvil. (s. f.). <https://cacaomovil.com/site/guide/disenio-y-establecimiento-del-cacao/119/produccion-de-cacao>
- Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA 2014). Elaborada en conjunto por la Sagarpa y el Inegi. Boletín de prensa No. 328/15 10 DE AGOSTO DE 2015 AGUASCALIENTES.

- Mercado Mundial para Cacao Amigable con la Biodiversidad.2009. Manual de Oportunidades: Cacao Amigable con la Biodiversidad en América Central.
- GmbH, W. (2017, 20 febrero). Varietal. wein.plus. <https://glossaire.wein.plus/varietal-4>
- Asale, R.-. (s. f.). Cacaotal | Diccionario de la Lengua Española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/cacaotal>
- Castillo, E. (2018). Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) cosechados en Caucagua estado Miranda.Venezuela. <https://www.redalyc.org/journal/3761/376160247008/html/>
- Morfología de las Plantulas.(s. f.). https://www.unavarra.es/herbario/htm/plantula_BAMH_01.htm
- De Agricultura Y Desarrollo Rural, S. (s. f.). ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>
- Asale, R.-. (s. f.-b). Semilla | Diccionario de la Lengua Española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/semilla>
- Asale, R.-. (s. f.-b). Mucílago | Diccionario de la Lengua Española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/muc%C3%ADlago>
- https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf
- Wiersum, K. (1998). The role of Forestry in Rural Development: Regional variations. Research@WUR. <https://research.wur.nl/en/publications/the-role-of-forestry-in-rural-development-regional-variations>
- Cuatrecasas, J. (1964). Cacao and its Allies, a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. <https://repository.si.edu/handle/10088/27110>

Anexos



En la fotografía 1. Se puede apreciar la distribución topológica del policultivo
Fotografía: Denisse Alejandra Díaz Romo



En las fotografías 3-6. Se puede apreciar el desarrollo fenológico del fruto de cacao (mazorca) y la interacción con otras especies.

Fotografías: Denisse Alejandra Díaz Romo



En la fotografía 7. Se puede apreciar la distribución topológica del policultivo y su desarrollo vegetativo
Fotografía: Denisse Alejandra Díaz Romo



En la fotografía 8. Se puede apreciar otras distribuciones topológicas del policultivo y su desarrollo vegetativo

Fotografía: Denisse Alejandra Díaz Romo

AISLAMIENTO Y EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE PULGÓN PLAGA DE HORTALIZAS

FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS¹

JACEL ADAME GARCÍA²

ADRIANA ELENA RIVERA MEZA³

BRENDA COLORADO LÓPEZ⁴

Resumen

En la actualidad la producción de hortalizas enfrenta graves limitaciones debido a plagas tales como los pulgones, esto debido principalmente a la resistencia adquirida de los insectos a los plaguicidas sintéticos, lo cual hace que cada día sean menos sostenibles los cultivos. El objetivo del trabajo fue aislar y evaluar *in vitro* cepas de hongos entomopatógenos para el control de pulgones plagas de hortalizas. Se obtuvieron hongos entomopatógenos de broca del café (*Hypothenemus hampei*). Se aislaron e identificaron seis cepas de *Beauveria bassiana*, ITUG1, ITUG2, ITUG3, ITUG4, ITUG5 e ITUG6, las cuales se evaluaron en pulgones plagas de hortalizas. Las seis cepas presentaron crecimiento en los insectos pulgones *Myzus persicae*; sin embargo, hubo algunas cepas que tuvieron un crecimiento micelial mayor y más rápido. Las cepas del hongo *B. bassiana* ITUG1, ITUG2, e ITUG4 fueron las que mostraron menor crecimiento micelial y tardaron más en invadir al insecto; sin embargo, después de 10 días presentaron una infección total. Las cepas que tuvieron un mayor y más rápido desarrollo sobre los insectos pulgones fueron las cepas ITUG3, ITUG5 e ITUG6. Se concluye que las cepas de *B. bassiana* ITUG5 e ITUG6 pueden ser buenos candidatos para el control biológico de pulgones en hortalizas. Estas cepas fúngicas tienen un potencial para emplearse como ingredientes de nuevos biopesticidas.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, *Myzus persicae*, control biológico, pruebas *in vitro*

Abstract

Currently, vegetable production faces serious limitations due to pests such as aphids, mainly due to the acquired resistance of insects to synthetic pesticides, which makes crops less sustainable every day. The objective of the work was to isolate and evaluate *in vitro* strains of entomopathogenic fungi for the control of aphids, pests of vegetables. Entomopathogenic fungi were obtained from the coffee berry

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, felix.mc@ugalvan.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, adriana.rm@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, l20884868@ugalvan.tecnm.mx

borer (*Hypothenemus hampei*). Six strains of *Beauveria bassiana*, ITUG1, ITUG2, ITUG3, ITUG4, ITUG5 and ITUG6, were isolated and identified, which were evaluated in aphids, pests of vegetables. All six strains showed growth in aphids, *Myzus persicae*; however, there were some strains that had greater and faster mycelial growth. Strains ITUG1, ITUG2, and ITUG4 showed the lowest mycelial growth of the fungus *B. bassiana* and took longer to invade the insect; however, after 10 days they presented a complete infection of the insect. The strains that had the greatest and fastest development on aphid insects were strains ITUG3, ITUG5, and ITUG6. It is concluded that strains of *B. bassiana* ITUG5 and ITUG6 may be good candidates for the biological control of aphids in vegetables. These fungal strains have the potential to be developed as new biopesticides.

Key words: *Beauveria bassiana*, *Myzus persicae*, biological control, in vitro tests

Introducción

En el año 2021 México logró una producción agrícola de aproximadamente 273 millones de toneladas. El estado de Veracruz ocupó el segundo lugar en volumen de producción con 30, 242 609 toneladas y las hortalizas ocuparon el 16.6% en valor de producción (SIAP, 2022). La horticultura en nuestro país es una de las actividades productivas más importantes y con gran capacidad exportadora de sus productos, además de ser valiosa como agricultura de subsistencia y contribuir en la generación de trabajo en el campo. Por volumen de producción, el jitomate, chile verde, cebolla, pepino y calabacita son las principales hortalizas que se cultivan en México, y en conjunto aportan cerca de 4.3 millones de toneladas (SIAP, 2022). En el año 2023 el estado de Veracruz ocupó el 11° lugar en superficie sembrada con jitomate y 5° lugar con chile verde con valores de producción de 33,243.34 ton y 42,222.07 ton, respectivamente (SIAP, 2018). En el estado la producción de hortalizas se realiza principalmente a cielo abierto y aproximadamente 0.105 ha de producción de chile y 9.746 ha de jitomate se realizan en condiciones protegidas (SIAP, 2020).

En la actualidad la producción de vegetales tiene limitaciones graves debido a los insectos plagas, esto principalmente por la producción intensiva de los cultivos a cielo abierto y el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos, lo cual ha hecho que cada día sean menos sostenibles los cultivos o se eleven los costos de producción, afectando la parte económica, ambiental y social de las regiones productoras. Los sistemas de producción en los cultivos varían en cuanto a técnicas de control de plagas (Gutiérrez y Maldonado, 2010; Ruiz et al., 2011; González-Maldonado y García-Gutiérrez, 2012; Murillo-Cuevas et al., 2020). Estos cultivos regularmente se ven afectados por insectos plaga, dentro de los que destacan los áfidos o pulgones (González-Maldonado y García-Gutiérrez, 2012; Castresan et al., 2013; Bravo-Portocarrero et al., 2020).

Los pulgones aumentan rápidamente sus poblaciones y se encuentran principalmente en generaciones superpuestas. Los insecticidas químicos o sintéticos se utilizan como táctica primordial para el control de esta plaga en invernaderos y cultivos extensivos (Ruiz et al., 2011; Hernández et al., 2016).

El uso excesivo de insecticidas químicos en dosis cada vez más altas ha originado resistencia en los insectos plagas, resurgimiento de nuevas plagas y altos costos de insumos (Pérez et al., 2013; Hernández et al., 2016). Los pulgones pueden causar graves daños de forma directa a través de la succión de la savia de las hojas y tallos de las plantas, provocando clorosis, marchitamiento y muerte de las plantas, o pueden provocar afectaciones de forma indirecta transmitiendo virosis a la planta, la cual se enferma y muere. También causan daños al segregarse sustancias ricas en azúcares como desecho, los cuales son medios para la fumagina, hongo que mancha y oscurece las hojas de las plantas, causando problemas de fotosíntesis. Debido a la reproducción partenogenética y los cortos periodos de tiempo de generación del insecto, una población de pulgones puede aumentar rápidamente y alcanzar el estado de plaga.

El manejo de los pulgones plagas se ha hecho principalmente mediante el uso de insecticidas químicos; sin embargo, debido a esta práctica han surgido problemas ambientales y de salud pública (Cantú et al., 2019). Las restricciones ambientales y legales por el uso de insecticidas químicos han llevado a la búsqueda de métodos de control de plagas alternativos de naturaleza biológica o biorracional, incluyendo el uso de entomopatógenos. Los hongos entomopatógenos tienen la capacidad exclusiva de usarse como agentes de control biológico ya que pueden infectar a su huésped directamente a través del tegumento. Estos hongos están ampliamente distribuidos en el mundo y adaptados a agroecosistemas terrestres donde hay insectos u otros artrópodos disponibles (Javed et al., 2019).

Los hongos entomopatógenos, los cuales son amigables con el ambiente y no generan resistencia en las plagas, proporcionan un sustituto a los plaguicidas químicos o sintéticos. Los hongos entomopatógenos son naturales, fáciles de formular, menos tóxicos para los mamíferos, sin actividad residual y con menos posibilidades de desarrollar resistencia en las plagas (García et al., 2008). Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* tienen una amplia gama de huéspedes, están ampliamente distribuidos en todas las regiones del mundo y pueden aislarse fácilmente de insectos y suelo (Freed et al., 2011 y 2012; Ramírez et al., 2013).

Los hongos entomopatógenos son componentes claves en el manejo integrado de plagas y tienen una buena capacidad como agentes de control biológico contra insectos. Los hongos hifomicetos son económicos para la producción en masa, fáciles de almacenar y eficientes en un amplio rango de

temperatura y humedad (Akmal et al., 2013). Para el control de un gran número de plagas agrícolas se están desarrollando hongos entomopatógenos en todo el mundo y algunos ya están disponibles comercialmente para el control biológico de diversas especies de pulgones (Upadhyay, 2003).

Los hongos entomopatógenos que atacan a los pulgones que son plagas de cultivos de hortalizas son agentes importantes para el control biológico y tienen un papel vital en la promoción del manejo integrado de plagas con enfoque biorracional o sostenible. De tal forma que este trabajo tuvo como objetivo obtener y evaluar cepas de hongos entomopatógenos para el control de pulgón plaga de hortalizas.

Materiales y métodos

Se realizaron aislamientos de hongos entomopatógenos obtenidos de manera natural en insectos de broca del café (*Hypothenemus hampei*), extraídos de café de un sitio de la comunidad de Naranjos municipio de Totutla, Veracruz. En el sitio se recolectaron 100 cerezas de café brocadas, las cuales se disectaron para buscar adultos vivos y muertos.

Para el aislamiento de los hongos, los insectos fueron desinfectados superficialmente con hipoclorito de sodio al 0.5% durante 5 min y enjuagados con agua estéril. Se colocaron cinco insectos por cámara húmeda a 25°C y 90% HR durante 8 h para permitir el desarrollo de los hongos. Adicionalmente se sembraron los insectos directamente en medio Agar Sabouraud Dextrosa adicionado con 0.1% de extracto de levadura (ADS+EL) por 8 días, para permitir el desarrollo de los hongos. Una vez que hubo crecimiento fúngico, el hongo se multiplicó en medio Agar Sabouraud Dextrosa adicionado con 0.1% de extracto de levadura (ADS+EL).

Los hongos fueron identificados a nivel género de acuerdo con sus características morfológicas.

Se realizó una caracterización patogénica de los hongos contra broca del café, para lo cual se colocaron 30 ml de agua estéril en un tubo con 7 ml de tween 80, se agitó durante 12 min, posteriormente se tomó de esta solución 1 μ L con una micropipeta y se le agregó a los hongos que estaban en las cajas petri, se raspó todo el micelio y se volvió a regresar a los tubos con una micropipeta, posteriormente las brocas del café (*H. hampei*) se sumergieron en esta solución durante un minuto. Se registró la mortalidad, y tiempo de infección, los insectos muertos se colocaron en cámara húmeda, con la finalidad de obtener esporulación (Vélez-Arango et al., 2001).

Las cepas de los hongos seleccionadas se evaluaron con insectos pulgones *Myzus persicae* plagas de hortalizas en condiciones *in vitro* en el laboratorio, para esto las cepas se desarrollaron en medios de cultivo de Agar Sabouraud Dextrosa adicionado con 0.1% de extracto de levadura. Una vez que los hongos se desarrollaron en medio sólido, se inocularon en un medio líquido de dextrosa y papa. Para

la infestación de los pulgones, estos se desinfectaron superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% y se enjuagaron con agua estéril. Se colocaron cinco insectos en una caja de Petri y se aplicaron 20 μ L de la suspensión fúngica en medio líquido a cada pulgón. Las cajas se mantuvieron en una incubadora a temperaturas entre 25°C y 30°C durante seis días para observar el crecimiento del hongo en los insectos. Se registró el crecimiento fúngico de cada cepa seleccionada y longitud del crecimiento.

Resultados

De las 100 cerezas de café brocadas se obtuvieron 31 insectos vivos del escarabajo plaga broca del café (*H. hampei*). De estos insectos se aislaron 18 cepas de tres géneros de hongos entomopatógenos (Cuadro 1), con micelio en promedio de 2.5 ± 0.4 cm a los seis días de crecimiento.

Hongos identificados	Cantidad de cepas
<i>Lecanicillium lecanii</i>	3
<i>Metarhizium anisopliae</i>	7
<i>Beauveria bassiana</i>	8

Cuadro 1. Hongos entomopatógenos aislados del insecto broca del café (*H. hampei*).

Los hongos entomopatógenos del género *Lecanicillium*, formaron colonias en PDA con coloración blanca y crema en su reverso, además de poseer textura algodonosa. Los conidios presentaron formas elípticas-cilíndricas. Presentó hifas hialinas, con fiálides en grupos de tres. Los conidios son elipsoidales a cilíndricas, emergiendo en el extremo superior de la fiálide (Figura 1) (González et al., 2020).

Los hongos entomopatógenos del género *Metarhizium* en medio PDA presentan un crecimiento de micelio con borde blanco y con grupos de conidióforos que se tornan coloreados al multiplicarse los conidios, con diferentes variaciones de color: de olivo a amarillo verdoso, de olivo a verde, decolorada en el envés, de color miel o amarillo pálido y pigmento amarillo que se difunde en el medio (Figura 2) (Schrank & Vainstein, 2010).

Los hongos entomopatógenos del género *Beauveria*, tienen la apariencia de algodón blanco, cambiando a amarillo mientras se desarrolla y culminando con un color crema polvoriento, colonia blanca y polvoriento inicial (Figura 3). Sus esporas se caracterizaron por ser globosas, hialinas y lisas; con células conidioforas anchas en la parte basal, con un raquis en forma de zig-zag de donde emergen las esporas (Castillo et al., 2012).

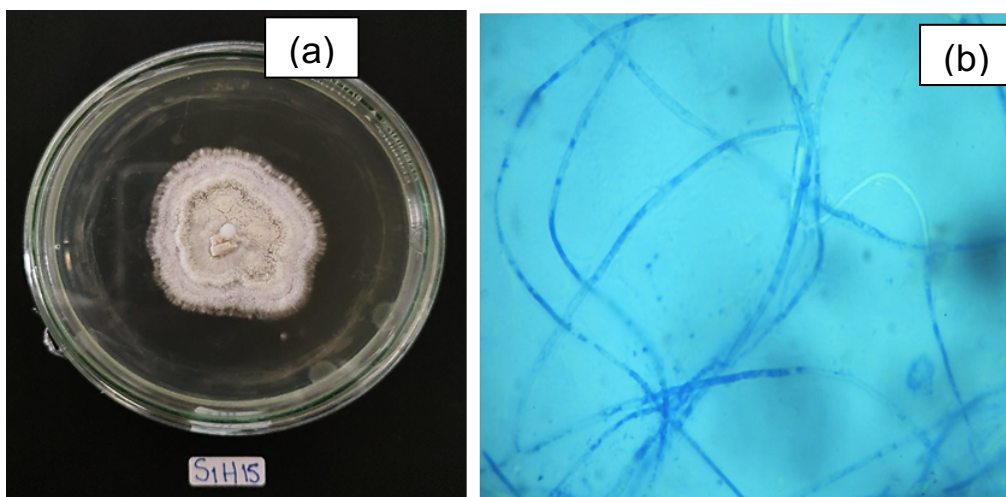


Figura 1. Imagen del hongo del género *Lecanicillium lecanii* en caja de Petri (a) y con microscopio compuesto (b).

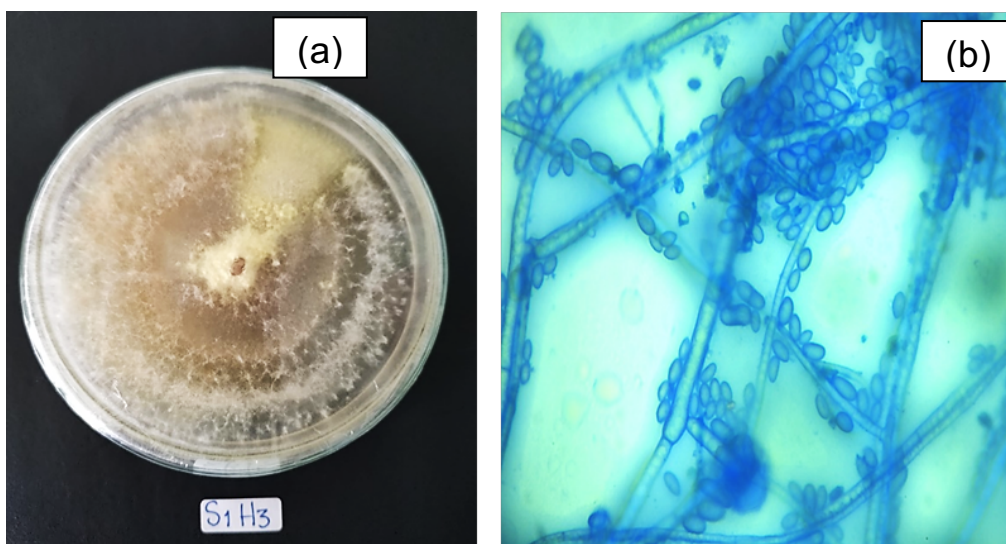


Figura 2. Imagen del hongo del género *Metarhizium anisopliae* en caja de Petri (a) y con microscopio compuesto (b).

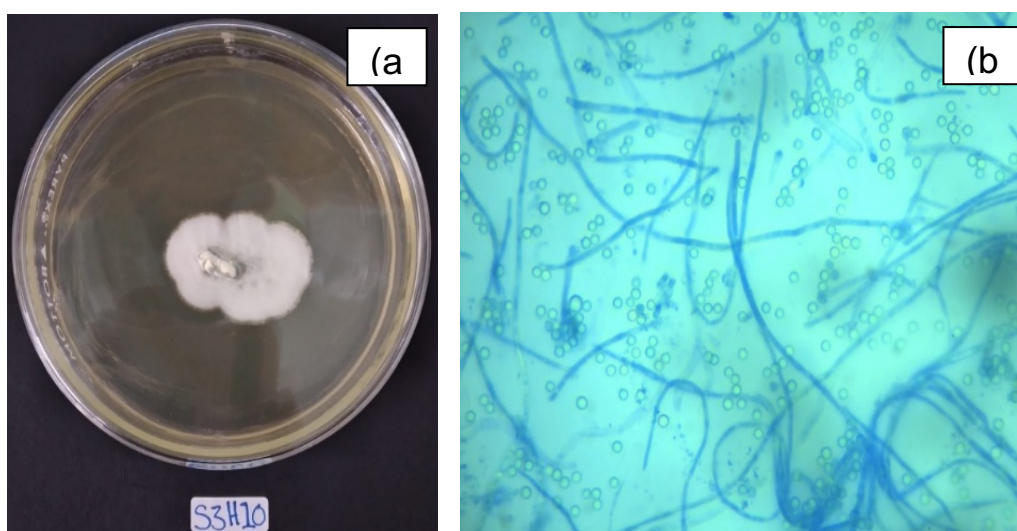


Figura 3. Imagen del hongo del género *Beauveria bassiana* en caja de Petri (a) y con microscopio compuesto (b).

Las cepas de hongos entomopatógenos que infectaron primero a los insectos de la broca del café fueron *B. bassiana* y *M. anisopliae*, los cuales a los tres días después de colocarlos a los insectos en las cámaras húmedas ya tenían esporulación. Para el trabajo con pulgones, únicamente se utilizaron cepas de *B. bassiana*. De las ocho cepas de *B. bassiana*, se seleccionaron seis, ITUG1, ITUG2, ITUG3, ITUG4, ITUG5 e ITUG6, las cuales fueron las mejores en tiempo de infección del insecto broca del café y posteriormente se evaluaron *in vitro* en insectos pulgones plagas de hortalizas de la especie *M. persicae*.

Las seis cepas de *B. bassiana* lograron infectar al pulgón *M. persicae*; sin embargo, hubo algunas cepas que tuvieron un crecimiento micelial mayor y más rápido. Las cepas ITUG1, ITUG2, e ITUG4 fueron las que mostraron menor crecimiento micelial del hongo *B. bassiana* y tardaron más en invadir al insecto; sin embargo, después de 10 días presentaron una infección total del insecto (Figura 4, 5 y 6). Las cepas que tuvieron un mayor desarrollo y más rápido sobre los insectos pulgones fueron las cepas ITUG3, ITUG5 e ITUG6 (Figuras 7, 8 y 9).

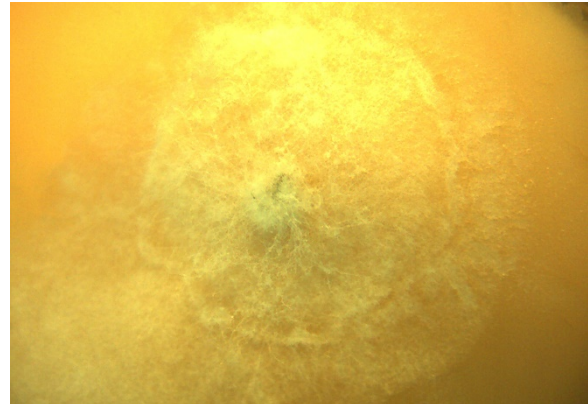
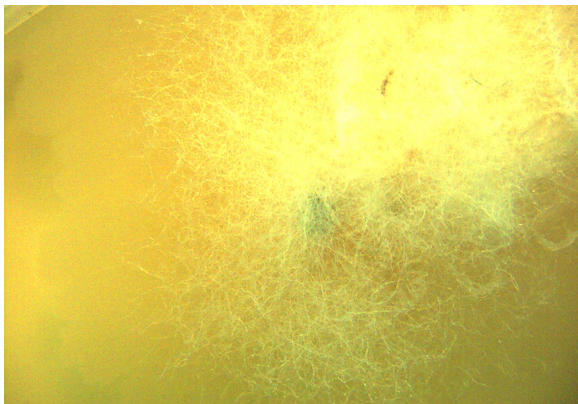


Figura 4. Cepa de *B. bassiana* ITUG1 desarrollado en el insecto pulgón *M. persicae* plaga de hortalizas en condiciones *in vitro*.

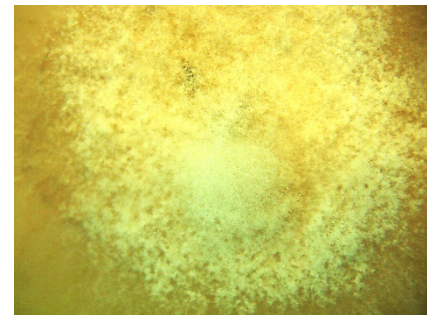
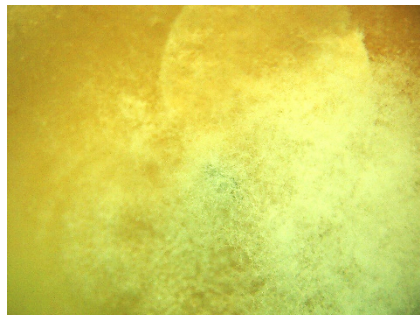


Figura 5. Desarrollo de la cepa de *B. bassiana* ITUG2 el insecto pulgón *M. persicae* plaga de hortalizas en condiciones *in vitro*.

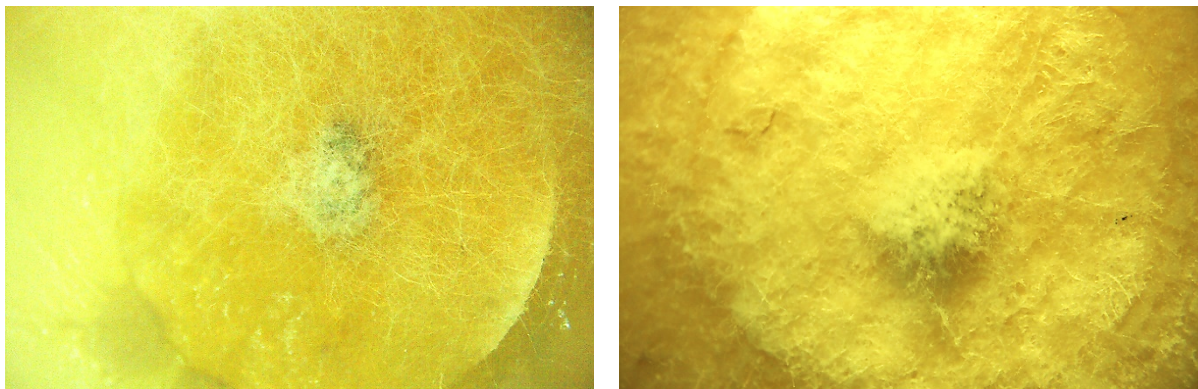


Figura 6. Cepa de *B. bassiana* ITUG4 desarrollado en el insecto pulgón *M. persicae* plaga de hortalizas en condiciones *in vitro*.

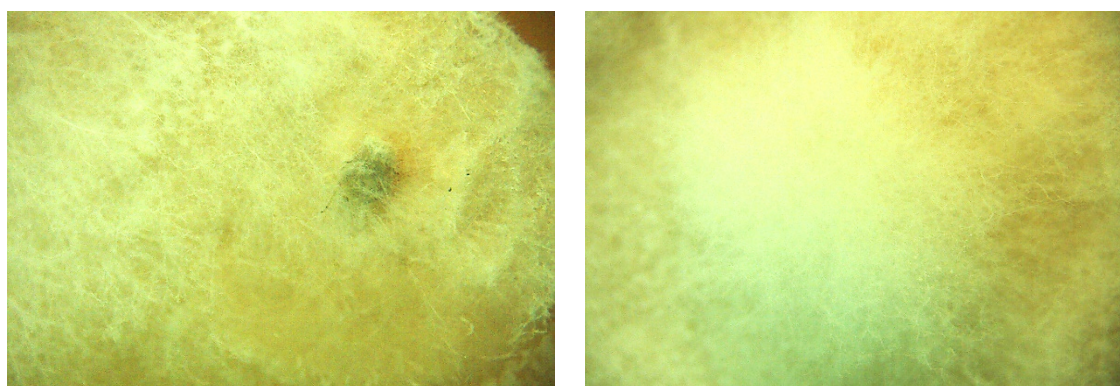


Figura 7. Desarrollo de la cepa ITUG3 de *B. bassiana* en el insecto pulgón *M. persicae* plaga de hortalizas en condiciones *in vitro*.

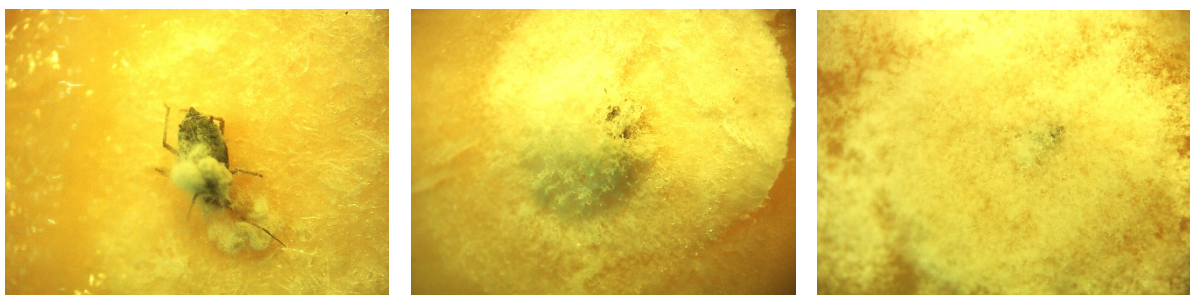


Figura 8. Desarrollo de la cepa ITUG5 de *B. bassiana* en el insecto pulgón *M. persicae* plaga de hortalizas en condiciones *in vitro*.

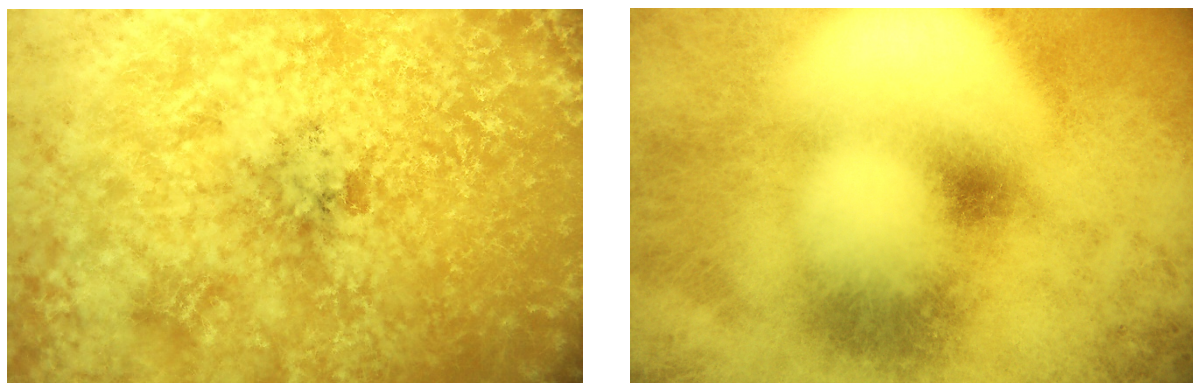


Figura 9. Desarrollo de la cepa ITUG6 de *B. bassiana* el insecto pulgón *M. persicae* plaga de hortalizas en condiciones *in vitro*.

En cuanto a diferencias significativas entre la longitud del crecimiento micelial obtenidas por las cepas de *B. bassiana*, la cepa ITUG6 tuvo en promedio un mayor crecimiento micelial (13 mm) al compararla con las cepas ITUG1, ITUG2 e ITUG4 (Figura 10). El crecimiento micelial de las cepas ITUG3 e ITUG5 sólo fueron significativamente mayores al crecimiento micelial de la cepa ITUG1 (Figura 10).

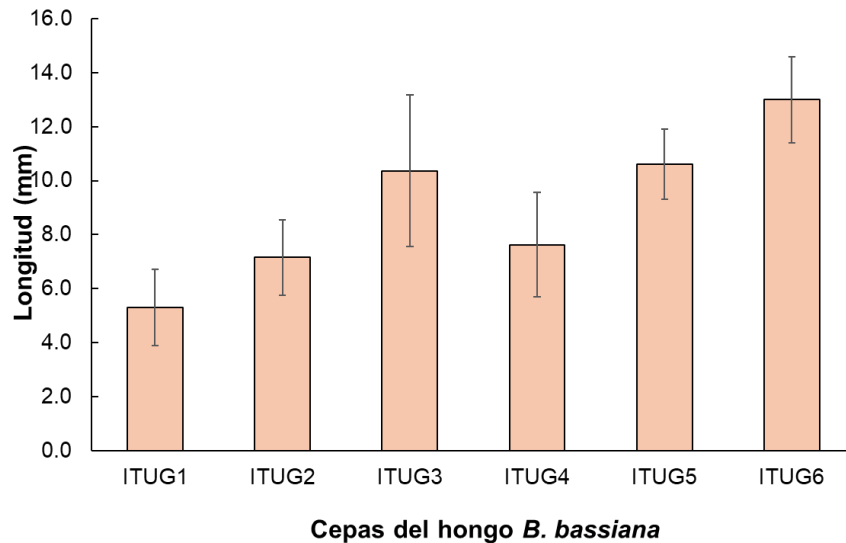


Figura 10. Promedio del desarrollo micelial de cepas del hongo *B. bassiana* en el pulgón plaga de hortalizas *M. persicae* en condiciones in vitro.

Discusión y conclusiones

Con el propósito de generar alternativas tecnológicas de control biológico para los pulgones se ha evaluado la capacidad biocontroladora de hongos entomopatógenos del género *Beauveria*. Por ejemplo, Rojas-Gutiérrez et al. (2017) evaluaron cepas de *Beauveria brongniartii* y *Metarhizium anisopliae* contra el pulgón verde de las solanáceas *Macrosiphum euphorbiae*, donde reportaron que los aislados 2BbVch, 1BbAch y 3BbPtm produjeron más del 50% de mortalidad, indicando que los aislados del género *Beauveria* resultaron ser los mejores.

En el extranjero se han evaluado hongos entomopatógenos como pesticidas microbianos ecológicos para controlar plagas pulgonas de importancia económica y como sustituto de los insecticidas sintéticos convencionales, por ejemplo, en un estudio se evaluó la patogenicidad de cuatro aislados de hongos autóctonos (chinos), *Isaria fumosorosea* (aislado SP-535), *I. fumosorosea* (aislado G-800), *Beauveria bassiana* (aislado Y-132) y *Metarhizium anisopliae* (aislado Qin-13) contra el pulgón verde del duraznero, *Myzus persicae*, reportaron que el aislado de *B. bassiana* (Y-132) causó una mortalidad del 82.21 y 81.10% contra *M. persicae* (Saif-Ur-Rehman et al., 2019).

En otro estudio se evaluó la patogenicidad *in vitro* de dos cepas de *B. bassiana* (BB-72 y BB-252) y una cepa de *Lecanicillium lecanii* (V-4) contra el pulgón verde del duraznero (*M. persicae*), donde reportan que ambas cepas de *B. bassiana* (BB-72 y BB-252) exhibieron una mayor mortalidad de pulgones (hasta 95 y 91%, respectivamente) que la cepa *L. lecanii* (V-4) (87%) en los tres tipos de bioensayos que se realizaron (Nazir et al., 2018).

Además, en otro estudio se evaluaron los efectos de los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, *Verticillium alfalfae* y *Trichoderma viride* y las sustancias activas del dimetoato, sobre la especie de pulgón *Aphis gossypii*, los datos obtenidos fueron una tasa de mortalidad del 100 y el 93 % en MS1 (*B. bassiana*) y MS2 (*V. alfalfae*). En el quinto día de recuento del estudio, las tasas de mortalidad más altas se observaron estadísticamente en el mismo grupo con *B. bassiana*, *T. viride* y dimetoato (Bayındır Erol et al., 2020).

En estos y algunos otros trabajos *in vitro* (Sajid & Zia, 2017) se ha evidenciado el potencial del hongo *B. bassiana* en el control de áfidos o pulgones; sin embargo, al igual que en nuestro caso se han reportado diferencias entre cepas de acuerdo con la eficiencia o virulencia de estos. Lo cual probablemente pueda deberse al mayor o menor grado de compatibilidad hospedero parásito entre el hongo y los pulgones, de ahí la importancia de la evaluación de diferentes cepas, lo cual permitirá garantizar el mejor desempeño en las evaluaciones de campo.

Se concluye que las cepas de *B. bassiana* ITUG5 e ITUG6 pueden ser buenos candidatos para el control biológico de pulgones en hortalizas. Estas cepas fúngicas tienen un potencial para ser desarrolladas como nuevos biopesticidas.

Referencias

- Akmal, M., Freed, S., Malik, M. N., & Gul, H. T. (2013). Efficacy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) against different aphid species under laboratory conditions. *Pakistan journal of Zoology*, 45(1).
- Bravo-Portocarrero, R., Zela Uscamayta, K., & Lima-Medina, I. (2020). Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 61-66.
- Bayındır Erol, A., Abdelaziz, O., Birgücü, A. K., Senoussi, M. M., Oufroukh, A., & Karaca, İ. (2020). Effects of some entomopathogenic fungi on the aphid species, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-4.
- Castillo, C. E., Cañizalez, L. M., Valera, R., Godoy, J. C., Guedez, C., Olivar, R., & Morillo, S. (2012). Caracterización morfológica de *Beauveria bassiana*, aislada de diferentes insectos en Trujillo-Venezuela. *Revista ACADEMIA*, 11(23), 275-281.

- Castresan, J. E., Rosenbaum, J., & González, L. A. (2013). Estudio de la efectividad de tres aceites esenciales para el control de áfidos en pimiento, *Capsicum annuum* L. *Idesia (Arica)*, 31(3), 49-58.
- Cantú, N.P.C., Meza, M.M.M., Valenzuela, Q.A.I., Osorio, R.C., García, Z.G., Grajeda, C.P. y Gutiérrez, C.M de L. (2019). Determinación de plaguicidas organoclorados en hortalizas del sur de Sonora: calidad y seguridad de los alimentos en relación a los límites máximos permitidos. *Biotecnia*. 2, 19-27.
- Freed, S., Feng-Liang, J., Naeem, M., Shun-Xiang, R., & Hussian, M. (2012). Toxicity of proteins secreted by entomopathogenic fungi against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *International journal of agriculture and biology*, 14(2), 291-295.
- Freed, S., Jin, F. L., & Ren, S. X. (2011). Phylogenetics of entomopathogenic fungi isolated from the soils of different ecosystems. *Pakistan J. Zool*, 43(3), 417-425.
- García, M. A. G., García, S. C., Gordillo, J. M. L., & Martínez, R. F. M. (2008). Hongos entomopatógenos como una alternativa en el control biológico. *Kuxulkab'*, 15(27), 25-28.
- González-Dufau, G. I., Santamaría-Guerra, J., Castrejon, K., Sanjur, M., Herrera, I., & Monzón, A. (2020). Caracterización morfológica de *Akanthomyces lecanii* (Hypocreales: Cordycipitaceae): hiperparásito de *Hemileia vastatrix* (Pucciniales: Pucciniaceae). *Ciencia Agropecuaria*, (31), 169-181.
- González-Maldonado, M. B., & García-Gutiérrez, C. (2012). Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3), 31-45.
- Gutiérrez, C. G., & Maldonado, M. B. G. (2010). Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 6(1), 17-22.
- Hernández, H. U. B., Méndez, R. M., Beutelspacher, A. N., Solís, J. D. Á., Dosal, A. T., & Portugal, C. H. (2016). Factores socioeconómicos y tecnológicos en el uso de agroquímicos en tres sistemas agrícolas en Los Altos de Chiapas, México. *Interciencia*, 41(6), 382-392.
- Javed, K., Javed, H., Mukhtar, T., & Qiu, D. (2019). Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Verticillium lecanii* for the management of whitefly and aphid. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 56(3).
- Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Fernández-Viveros, J. A., Villegas Narváez, J., López-Morales, V., ... & Meneses-Márquez, I. (2020). Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en la producción de hortalizas. *Biotecnia*, 22(1), 39-47.

- Nazir, T., Basit, A., Hanan, A., Majeed, M. Z., & Qiu, D. (2018). In vitro pathogenicity of some entomopathogenic fungal strains against green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Agronomy*, 9(1), 7.
- Pérez, M. A., Navarro, H., & Miranda, E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 29, 45-64.
- Ramírez, E. G., Pacheco, R. P., Enríquez, B. L. L., & Marín, L. P. (2013). Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (6), 1129-1138.
- Rojas-Gutiérrez, R. L., Loza-Murguía, M., Vino-Nina, L., & Serrano-Canaviri, T. (2017). Capacidad biocontroladora de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) en el control de pulgones *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(1), 48-68.
- Ruiz Nájera, R. E., Ruiz Nájera, J. A., Guzmán González, S., & Pérez Luna, E. D. J. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 129-137.
- Saif-Ur-Rehman, J. Z., Ahmed, N., Feng, J. N., & Wang, D. (2019). Potential of four entomopathogenic fungi isolates as biological control agents against two aphid species under laboratory conditions. *Pakistan J. Agri. Sci*, 56(2), 421-429.
- Sajid, M., & Zia, K. (2017). In vitro efficacy of biopesticide (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis*) against mustard aphid *Lipaphis erysimi* Kalt. (Hemiptera: Aphididae). *Plant Protection*, 1(2), 85-90.
- SIAP (2023, Agosto 2024). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avance de Siembras y Cosechas, Resumen por estado, 2023. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/
- SIAP (2022, Junio 23). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Prensa. Aumentan volumen y valor de producción del sector agrícola nacional en 2021. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/aumentan-volumen-y-valor-de-produccion-del-sector-agricola-nacional-en-2021>
- SIAP (2020, Noviembre 2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avance de Siembras y Cosechas, Resumen por estado, 2020. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- Schrank, A. y Vainstein, M. H. (2010). Enzimas y toxinas de *Metarhizium anisopliae*. *Toxicón*, 56 (7), 1267-1274.

- Upadhyay, R. K. (Ed.). (2003). *Advances in microbial control of insect pests*. Springer Science & Business Media. 330 P.
- Vélez-Arango, P., Estrada-Valencia, M., González-García, M. T., Valderrama-Fonseca, A. M., & Bustillo-Pardey, A. E. (2001). Caracterización de aislamientos de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. *Manejo Integrado de Plagas*, 62(1), 38-53.

Abordando los desafíos globales desde la pobreza, agua limpia y saneamiento, salud y bienestar para todos, hambre cero, acción por el clima y educación de calidad, la agenda 2030 para el desarrollo sustentable es un plan de acción global adoptado por los miembros de las naciones unidas, colocándolos en 17 objetivos como metas interconectadas basados en principios como la inclusión, la sostenibilidad, la igualdad y promover la equidad en el desarrollo, donde cada uno de los países participantes, son responsables de implementar sus acciones según sus circunstancias, estableciendo metas y revisiones del progreso de cada uno de los objetivos a través de informes periódicos y el intercambio de buenas prácticas. El compromiso con la agenda 2030 es trabajar a largo plazo en busca de la transformación del mundo en un lugar más justo, equitativo y sostenible para las futuras generaciones, fomentando la cooperación global y la responsabilidad compartida.

Los trabajos de investigación interinstitucionales son indispensables para el desarrollo de innovación, trabajando el panorama regional, estatal y nacional impactando los procesos que permitan mejorar la eficacia, la competitividad, la resiliencia a los impactos y la sostenibilidad ambiental.

Tomar en cuenta que todos los ambientes agropecuarios deben ser rentables, mejorando el impacto ocasionados por el clima, las plagas y enfermedades y el mercado, así como incrementar la sostenibilidad ambiental de las áreas agropecuarias buscando propuestas que integren el conocimiento generado a través de la ciencia, tecnología y desarrollo tecnológico sobre los sistemas productivos, así como incluir una gestión agroecológica para aumentar la resiliencia y la rentabilidad.

COORDINADORES:

ADAME GARCÍA JACEL
FERNÁNDEZ VIVEROS JOSÉ ANTONIO
MURILLO CUEVAS FÉLIX DAVID
RIVERA MEZA ADRIANA ELENA

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

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 15 MB

Fecha de aparición 07/11/2024

ISBN 978-607-5893-22-8

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial.