



# Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

## AGROTECNOLOGÍA:

### DESARROLLO Y GESTIÓN DE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES



**Nellybeth Rodríguez Martínez**

**Susana Graciela Sánchez Herrera**

**Alejandro Rodríguez Ortega**

**Alejandro Ventura Maza**

**Brenda Ponce Lira**

**AGROTECNOLOGÍA: DESARROLLO Y GESTION DE SISTEMAS AGROPECUARIOS  
SOSTENIBLES.**

PRIMERA EDICIÓN: 2021

ISBN: 978-607-9260-25-5 E-BOOK

DR 2021. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE FRANCISCO I. MADERO

FRANCISCO I. MADERO, HIDALGO

KILOMETRO 2, CARRERA TEPATEPEC - SAN JUAN TEPA,

FRANCISCO I. MADERO, HIDALGO

## **EDITORES:**

**Nellybeth Rodríguez Martínez.**

*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.*

**Susana Graciela Sánchez Herrera.**

*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.*

**Alejandro Rodríguez Ortega.**

*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.*

**Alejandro Ventura Maza.**

*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.*

**Brenda Ponce Lira.**

*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.*

## **DIRECTORIO:**

**Lic. Omar Fayad Meneses.**

*Gobernador del Estado de Hidalgo.*

**Lic. Simón Vargas Aguilar.**

*Secretario de Gobierno del Estado de Hidalgo.*

**L.A.I. Atilano R. Rodríguez Pérez**

*Secretario de Educación del Estado de Hidalgo*

**Lic. Carlos Muñiz Rodríguez.**

*Secretario de Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo.*

**Ing. Juan Benito Ramírez Romero.**

*Subsecretario de Educación Media Superior y Superior del Estado de Hidalgo.*

**M.E.A.G.E. Pedro Segovia Nuñez.**

*Rector de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.*

**Dra. Julia María Dominguez Soto.**

*Secretaria Académica de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.*

**L. C. Humberto Ángeles Hernández.**

*Secretario Administrativo de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.*

**Ing. Jaime Salinas Pérez.**

*Subdirector de Planeación y Evaluación de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

A todos los que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de esta obra.

*Al grupo Agrosilvopastoril Cabaña Cruxtitla S.P. de R.L. y al I.A.Z. Antonio de la Cruz Moreno, por su contribución con imágenes de portada.*

Diseño de portada: *Lic. Araceli de la Cruz Mendoza.*

## **PREFACIO A LA EDICION DEL LIBRO**

El presente libro es el resultado del trabajo colaborativo que se generó entre los integrantes y colaboradores del cuerpo académico “Sistemas de Producción en Agroforestería”, así como profesores y estudiantes invitados de diversas Instituciones de Educación Superior, cuyo objetivo se basó en fortalecer el quehacer académico de la licenciatura en Agrotecnología y al mismo tiempo, contribuir con los objetivos estratégicos de la Agenda 2030, en los cuales, el desarrollo y gestión de sistemas agropecuarios sostenibles juega un papel importante.

M.C. Nellybeth Rodríguez Martínez

## CONTENIDO

	Página
<b>Elaboración de bloques multinutricionales para la alimentación de rumiantes en la Huasteca Hidalgo</b>	<b>1</b>
<i>José de Jesús Pérez Bautista, Agustín Yimir López Ramos, Juan Miguel López Carrillo, Martín Hernández Mogica, Mateo de La Cruz Hernández, Martín Hernández Hernández, Ramón Méndez Hernández.</i>	
<b>Índice de área foliar y rendimiento de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R y S) con fertirrigación química y orgánica empleando agua residual tratada</b>	<b>7</b>
<i>Eduardo Hernández Sánchez, y Abygail Adarely Martínez Mendoza</i>	
<b>Valoración del ambiente a través de la presencia de lepidópteros en dos ecosistemas (selva media y riparia) en la Huasteca de Hidalgo</b>	<b>13</b>
<i>Agustín Yimir López Ramos, José de Jesús Pérez Bautista, Juan Miguel López Carrillo.</i>	
<b>Gastos de agua en producción traspatio de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), utilizando goteo solar con agua salada mar y riego por rodado</b>	<b>21</b>
<i>Julio Yamil Urias-Ruelas, Yulian de Jesús Arenas-Obeso.</i>	
<b>Rendimiento de maíz (<i>Zea mays</i>) otoño-invierno y primavera-verano aplicando fertilizante orgánico elaborado con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)</b>	<b>24</b>
<i>D. Nuñez-Godinez, J.Y. Urias-Ruelas.</i>	
<b>Determinación de los mecanismos de acción de <i>Trichoderma</i> aislado de suelos del Valle del Mezquital, México</b>	<b>28</b>
<i>Jenny Nyx Peña-Hernández, Cristóbal Delgadillo-Pérez, Nadia Landero-Valenzuela, Denise R. Peña-Hernández.</i>	
<b>Acibenzolar-S-metil: su efecto en la síntesis de fenoles en plantas de frijol y su actividad antimicrobial en contra de <i>Rhizoctonia solani</i></b>	<b>33</b>
<i>Nadia Landero Valenzuela, Rosa Icela Hernández García, Francisco Marcelo Lara Viveros, Alejandro Ventura Maza.</i>	

<b>Coleópteros que se alimentan de la pupa deshidratada del gusano de seda <i>Bombyx mori</i> L. (Lepidoptera: Bombycidae) en el Valle del Mezquital, Hidalgo</b>	<b>41</b>
<i>A. Rodríguez-Ortega, K. Torres-Antonio., J. Callejas Hernández., F.J. Michel Castro, M.G. González-García, L. T. Rodríguez Ortega.</i>	
<b>Valor nutritivo en larvas y pupas de hormiga escamolera (<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr)</b>	<b>49</b>
<i>M.G.González-García, F.J. Michel Castro, A. Rodríguez Ortega, A. Ventura Maza, S.G. Sánchez Herrera, R.G. Ortiz Mena, D.N. Gómez Balbuena, J. Serrano Arellano.</i>	
<b>Determinación de calidad alimenticia en escamoles (<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr) y xamues (<i>Thasus gigas</i> Burm), en el estado de Hidalgo, México</b>	<b>56</b>
<i>F.J. Michel Castro, M.G. González García, A. Rodríguez Ortega, A. Ventura Maza, S.G. Sánchez Herrera, D.N. Gómez Balbuena, R.G. Ortiz-Mena, J., Serrano Arellano.</i>	
<b>Acumulación de metales pesados en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza</b>	<b>64</b>
<i>Yamil Oropeza Arteaga, Brenda Ponce Lira, Susana Graciela Sánchez Herrera, Nellybeth Rodríguez Martínez.</i>	
<b>Evaluación postcosecha de tres variedades de tejocote (<i>Cratogeomys mexicana</i>)</b>	<b>72</b>
<i>Nabor Urbano Rojas, Susana G. Sánchez Herrera, Nellybeth Rodríguez Martínez, Brenda Ponce Lira, Alejandro Rodríguez Ortega.</i>	
<b>Evaluación del Rendimiento de Biomasa en Cultivo de Cempoalxóchitl (<i>Tagetes erecta</i> L.) Bajo Agricultura Convencional en el Valle del Mezquital</b>	<b>79</b>
<i>J. Juárez Pelcastre, A. Rodríguez Ortega, F.M. Lara Viveros, A. Ventura Maza, J. Nieto Aquino, L.T. Rodríguez Ortega.</i>	
<b>La Responsabilidad Social Empresarial en los Invernaderos de Actopan y el Arenal, Hidalgo</b>	<b>85</b>
<i>Diana Hernández Gómez, Zoraida Blancas Olvera, Carlos Mejía Nájera, Álvaro F. Carballo Sánchez.</i>	
<b>Incidencia de Heno motita (<i>Tillandsia recurvata</i>) en 4 variedades de árboles frutales</b>	<b>93</b>
<i>C. P. Alvarado-Aguilar, C. García-Romero, M. A. Juárez Candelaria, A. Rodríguez Ortega.</i>	

<b>Evaluación de un Humedal Artificial de Flujo Superficial para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.</b>	<b>99</b>
<i>Nellybeth Rodríguez Martínez, Ilda Ramírez González, Pedro González José, Susana Graciela Sánchez Herrera, Brenda Ponce Lira.</i>	
<b>Daño causado por Fusarium oxysporum a diferentes cultivos importantes en México</b>	<b>108</b>
<i>Carmen Medina Mendoza, Ernestina Valadez Moctezuma.</i>	
<b>Evaluación del rendimiento de diferentes semillas de maíz en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México</b>	<b>115</b>
<i>Alejandro Ventura Maza, Alejandro Rodríguez Ortega, Francisco Marcelo Lara Viveros, Izcoalt Martínez Sánchez, Filiberto Martínez Lara</i>	
<b>Características físico-químicas del agua para la producción de tilapia (<i>oreochromis niloticus</i>) en condiciones de presa en el rancho UMA “Agua Bendita”</b>	<b>121</b>
<i>Juan Noguez Estrada, Brenda Lizeth Álvarez Peña, Edgar Martínez Juárez, Nellybeth Rodríguez Martínez, Jorge Vargas Monter, Diana María Sifuentes Saucedo.</i>	
<b>Algunos aspectos de la morfología de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) y elotero (<i>Heliothis zea</i>)</b>	<b>133</b>
<i>Olvera Delgadillo E. H., Mendoza Fernandez C. A., Rodriguez Martínez N., Rodríguez Ortega L.T., Ventura Maza A., Rodríguez Ortega A.</i>	
<b>Comparación nutricional del caracol (<i>Helix aspersa</i>) alimentado con alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) y morera (<i>Morus alba</i>)</b>	<b>141</b>
<i>Trejo Francisco I, Rodríguez Ortega A, Sánchez Herrera S, Vargas Monter J., Rodríguez Ortega L.T., Rodríguez Martínez N., Pino Moreno J.M.</i>	
<b>Incremento del peso de capullo de gusanos de seda <i>Bombyx mori</i> l. alimentados con leche</b>	<b>149</b>
<i>Álvarez García O., Rodríguez Martínez N., Callejas Hernández J., Rodríguez Ortega L. T., Pérez Hernández G., Ventura Maza A., Rodríguez Ortega A.</i>	

## Elaboración de bloques multinutricionales para la alimentación de rumiantes en la Huasteca Hidalgo

José de Jesús Pérez Bautista<sup>1\*</sup>, Agustín Yimir López Ramos<sup>1</sup>, Juan Miguel López Carrillo<sup>1</sup>, Martín Hernández Mogica<sup>2</sup>, Mateo de La Cruz Hernández<sup>2</sup>, Martín Hernández Hernández<sup>2</sup>, Ramón Méndez Hernández<sup>3</sup>.

Universidad Politécnica de Huejutla<sup>1</sup>, Instituto Tecnológico de Huejutla de la carrera de Agronomía<sup>2</sup>. Presidente de la Ganadera Local de Huautla<sup>3</sup>

Autor para correspondencia: [jperez@uphuejutla.edu.mx](mailto:jperez@uphuejutla.edu.mx)

---

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad de elaborar bloques multinutricionales (BMN) sustituyendo parcialmente sorgo molido y pasta de soya por follaje de árboles forrajeros. Se utilizaron hojas de *Guazima ulmifolia* Lam, *Pithecellobium dulce*, de Selva mediana subperennifolia en el municipio de Huautla, Hidalgo, entre los meses de agosto y diciembre 2017. Se elaboraron BMN de 2.5 Kg. de peso, con 12% rastrojo de maíz, 40% melaza, 5% urea, 5% cemento, 5% cal, 5% sal mineral, 28% follaje de árboles (Cada tipo de bloque contiene un solo tipo de follaje.). Se analizó el follaje *Guazima ulmifolia* Lam contuvo 15% Proteína cruda (PC) y 68.38% Fibra cruda (FC) y *Pithecellobium dulce* 19% PC y 82.47% FC. Es factible la utilización de follajes arbóreos ya que existe una buena calidad nutricional y los costos para la elaboración de BMN son a bajo costo (MN \$ 6.09 Kg) a diferencia de los bloques de elaboración tradicional.

**Palabras clave:** *Nutrición, arboles forrajeros, poligástricos.*

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the feasibility of elaborating multinutritional blocks (BMN) substituting partially milled sorghum and soybean paste for foliage of forage trees. Leaves of *Guazima ulmifolia* Lam, *Pithecellobium dulce*, from the medium subperennifolia forest in the municipality of Huautla, Hidalgo, were used between the months of August and December 2017. BMN of 2.5 Kg. Of weight were elaborated, with 12% stubble of corn, 40 % molasses, 5% urea, 5% cement, 5% lime, 5% mineral salt, 28% tree foliage (Each type of block contains only one type of foliage.). The foliage *Guazima ulmifolia* Lam was analyzed contained 15% crude protein (PC) and 68.38% crude fiber (FC) and *Pithecellobium dulce* 19% PC and 82.47% FC. The use of arboreal foliage is feasible since there is a good nutritional quality and the costs for the elaboration of BMN are at low cost (MN \$6.09 Kg) unlike the blocks of traditional processing.

**Keywords:** *Nutrition, forage trees, polygastric*

**Cita:** PEREZ BAUTISTA JOSE†, LÓPEZ RAMOS AGUSTÍN. Elaboración de bloques multinutricionales para la alimentación de rumiantes en la Huasteca Hidalgo.

## 1. Introducción

Durante las épocas de sequía e invernal, así como después de la floración, el valor nutrimental de los pastos disminuye, baja su digestibilidad y se acentúa su deficiencia en el contenido de proteína y energía, lo cual, se refleja en un bajo consumo de forraje, se afecta la producción de carne así como la condición corporal y pérdida de peso de los animales (Castillo, 2015).

A lo largo de la etapa fisiológica, es insuficiente poder satisfacer las necesidades nutrimentales, para tener un mejor éxito en la alimentación en los sistemas de producción durante el tiempo de estiaje la baja calidad de forraje y minerales la suministración de nutrientes debe ser apropiado en el momento óptimo (Sánchez y García, 2001).

Los forrajes en nuestros trópicos son muy inadecuados en cierto periodo del año para la sostenibilidad de nuestros sistemas de producción, sobre todo cuando la calidad de forraje afecta. Para poder desarrollar de buena forma, es recomendable realizar cambios, en los cuales el productor sepa interactuar y de ese modo evitar, pérdidas grandes en esas épocas. (Amaro, 2002). Por lo tanto, el objetivo fue evaluar la factibilidad técnica y financiera de la elaboración de bloques multinutricionales a base de follaje de dos árboles forrajeros.

### 1.1 Justificación

El principal problema que atraviesa el productor es la alimentación debido a que no cuenta con los suficientes forrajes para cumplir las necesidades de sus animales, la mayoría de los productores recurren a otras alternativas como el ensilaje, sales minerales, los henos, entre otros, esto se debe a que desconocen mucho sobre los recursos forrajeros de la región.

Ante esta problemática que atraviesa el productor, se ha pretendido aportar una solución, es por ello que se propone como alternativa para

el déficit de alimento y poder mitigar esta situación, la elaboración de los bloques multinutricionales (BMN), ya que aporta muchos nutrientes en este suplemento, esta es una alternativa tecnológica que va dirigida al pequeño y mediano productor, principalmente para la época de escasez, cuando la mayoría de los pastizales en la región, en época de sequía son de baja calidad, esto desfavorece los requerimientos que el animal busca en ello. En consecuencia, los animales no logran desarrollarse y, en algunos casos, ni siquiera logran sobrevivir a los periodos de escasez extrema.

Los BMN son muy comunes en su uso como suplemento para el ganado, debido a que tiene tres componentes para su importante salud productiva y reproductiva, este suplemento contiene energía, proteína y minerales estos tres componentes son esenciales para la vida diaria y el buen funcionamiento del rumen del ganado, esto hace que sea una alternativa muy práctica para suministrarla.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Determinar la característica física-química, y el costo del bloque multinutricional elaborado con especies de árboles tropicales.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las características químicas como la proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), materia seca (MS).
- Evaluar los costos de producción de los BMN elaborados con follaje como fuente de proteína.

## 2. Marco Teórico

De acuerdo con el alemán Ludwing Von Bertalanffy (1976) define el sistema como “El conjunto de recursos, humanos, naturales, financieros y tecnológicos, organizados desde el punto de vista normativo y metodológico para desarrollar las funciones necesarias con el fin de lograr el objetivo propuesto”. Basado en estos principios mencionados los sistemas de producción pecuaria tienen una similitud y lo cual se realiza un manejo holístico, es por ello que este trabajo de investigación se sustenta en esta teoría.

El bloque es un complemento para rumiantes en forma sólida y compactada, que facilita el suministro de nutrientes, energía y sustancias terapéuticas, con un consumo regulado. Además por sus características físicas, facilita su almacenamiento, transporte, distribución y suministro a los animales (ICA, 1990).

La hipótesis de este trabajo de investigación fue al utilizar bloques nutricionales a base de follaje de árboles es aceptada y consumidos por los animales en base a sus características físicas y químicas.

## 3. Metodología

El presente estudio se realizó en el municipio de Huautla del estado de Hidalgo, se encuentra ubicado entre los paralelos 20° 55' y 21° 10' de latitud norte; los meridianos 98° 08' y 98° 21' de longitud oeste; altitud que va entre los 100 y 800 msnm. Con un clima cálido extremoso, con una temperatura media anual de 21° C y una precipitación pluvial anual de 1,725 milímetros (INEGI, 2010).

Los árboles forrajeros utilizados fueron *Guazima ulmifolia* Lam y *Pithecellobium dulce*, se colectaron de manera manual en el mes de

agosto y septiembre de 2017, en diferentes potreros. El follaje se secó a temperatura ambiente (con calor del sol) durante cinco días y una vez seco se molió con un molino manual (rústico).

La elaboración de los BMN se realizó de forma artesanal siguiendo el procedimiento descrito en la referencia (Sansoucy, 1986), utilizando los porcentajes e ingredientes siguientes: 12% rastrojo de maíz, 40% melaza, 5% urea, 5% cemento, 5% cal, 5% sal mineral, 28% follaje de una de las dos especies de árboles utilizados.

Los BMN se elaboraron de la manera siguiente:

- 1) Primero se mezcló la urea, sal mineral hasta tener una homogeneidad en la mezcla.
- 2) Enseguida se agregó rastrojo de maíz, el follaje de árboles y la melaza
- 3) después se le agregó una mezcla de cemento y cal
- 4) Finalmente todos los ingredientes se mezclaron hasta obtener un producto semisólido que fue vaciado y compactado con un pizón de madera, en moldes de material de plástico cilíndrico de 5 L de capacidad. Por último, los bloques se colocaron en un lugar fresco y seco para su secado.

También se determinó los costos de producción por kilogramos de bloque elaborado, utilizando el precio de cada ingrediente y mano de obra. Los datos fueron analizados en una hoja de cálculo Excel, para obtener costos y porcentajes totales.

## 4. Resultados

El procedimiento de la elaboración de los BMN fue de manera artesanal de acuerdo a la metodología (Figura 1), (Sansoucy, 1986).



Figura 1. a) Ingredientes para la elaboración de bloques multinutricionales; b) Mezcla de urea, y sal mineral hasta homogenizar.;c) y d) Agregar rastrojo de maíz, el follaje de árboles y la melaza, una mezcla de cemento y cal;e) los ingredientes se mezclaron hasta obtener un producto semisólido que fue vaciado y compactado, f) los bloques se colocaron en un lugar fresco y seco para su secado.

Los BMN se secaron a los 5 días después de su elaboración. El contenido de proteína (PC) y fibra cruda (FC) de las hojas de los dos árboles se obtuvo a través de un análisis bromatológico obteniendo 15% PC y 19% PC *Pithecellobium dulce*. Estos resultados son similares a lo reportado con existencia de arbóreos forrajero tienen un rango de 14 a 20% PC y son considerados buenos a diferencia de las gramíneas que contienen cantidades inferiores (García *et al.*, 2008). En el contenido de fibra se resultó el 68.38% FC en *Guazuma ulmifolia Lam* y con 82.47% FC *Pithecellobium dulce* respectivamente. El resultados obtenidos en el

análisis de este trabajo difiere a Herrera *et al.*, (2002) reporta rangos de 64.4 y 66.4% en árboles forrajeros de *Guazuma ulmifolia* y *Acacia farneciana*. En ese sentido la utilización de BMN contribuye a la eficiencia del aprovechamiento de los forrajes en tiempo de mayor abundancia (Baldizán *et al.*, 2006) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición química de dos especies de árboles forrajeros utilizados en la elaboración de bloques multinutricionales.

Especie de árbol	Proteína Cruda	Fibra Cruda
<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>	0.15	65.38
<i>Pithecellobium dulce</i>	0.19	82.47

Nota: Estos valores fueron calculados en base a materia seca.

Los bloques elaborados con hojas de *Guazuma ulmifolia Lam.* y *Pithecellobium dulce* se analizó los costos resultando bajos a diferencia de los bloques con ingredientes de pasta de soya y sorgo molido respectivamente. Con el follaje de árboles utilizado el costo para elabora un BMN hecho a base de follaje arbustivo es de MN \$ 6.90 Kg. esto puede mejorar si la elaboración de BMN lo realiza la mano de obra familiar. (Tabla 2 y 3).

**Tabla 2.** Ingredientes, cantidades, porcentaje y costos de los ingredientes para la elaboración de BMN., con follaje de guácima (*Guazuma ulmifolia Lam*).

Ingredientes	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	%
Rastrojo de Maíz	12	2	24	12
Melaza	40	8	320	40
Urea	5	20	100	5
Cemento	5	5	25	5
Cal	5	2	10	5
Sal Mineral	5	6	30	5

Guazuma ulmifolia.	28	0	0	28
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>\$609</b>	<b>100</b>

**Tabla 3.** Ingredientes, cantidades, porcentaje y costos de los ingredientes para la elaboración de BMN., con follaje de Humo (*Pithecellobium dulce*).

Ingredientes	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	%
Rastrojo de Maíz	12	2	24	12
Melaza	40	8	320	40
Urea	5	20	100	14
Cemento	5	5	25	14
Cal	5	2	10	5
Sal Mineral	5	6	30	5
Pithecellobium dulce	28	0	0	10
Mano de Obra		100	100	
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>\$609</b>	<b>100</b>

La elaboración de bloques tradicionales en la utilización de Pasta de soya y sorgo molido son ingredientes que incrementan los costos de producción en la elaboración de BMN. El costo para elaborar un BMN de 1 Kg, hecho a base ingredientes comerciales es de MN \$ 8.61 (Tabla 4).

**Tabla 4.** Ingredientes, cantidades, porcentaje y costos de los ingredientes para la elaboración de BMN., con Pasta de soya y Sorgo molido

Ingredientes	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	%
Rastrojo de Maíz	12	2	24	12
Melaza	40	8	320	40
Urea	5	20	100	5
Cemento	5	5	25	5

Cal	5	2	10	5
Sal Mineral	5	6	30	5
Sorgo Molido	14	6	84	14
Pasta de Soya	14	12	168	14
Mano de Obra		100	100	
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>\$861</b>	<b>100</b>

## 5. Conclusiones

La elaboración de BMN con base a los follajes utilizados en este trabajo resulto ser muy práctico, ya que fueron utilizados de los mismos recursos naturales para su elaboración y por ello no tiene ningún costo para obtenerlas, debido a su consistencia física y calidad, como el contenido de proteína y digestibilidad, resulta ser muy aceptable.

La elaboración de los BMN resulto de muy bajo costo, a comparación con el bloque tradicional, ya que para su elaboración se solo se necesita de los recursos nativos de la región, como el rastrojo de maíz, follaje de árboles como se refleja en el presente trabajo

Una vez obtenido los valores en el análisis bromatológico de los follajes, nos damos cuenta que tiene un potencial forrajero para la alimentación de los rumiantes utilizando en forma de BMN potencialmente para cubrir las necesidades nutricionales que requiere el animal en tiempo de escasez de forraje.

## 6. Referencias

Amaro, G.R. 2002. Guia para la elaboracion de bloques multinutricionales de melaza como suplemento alimenticio en los trópicos. Consultado 10 de septiembre del 2018.

<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jpspui/bitstream/handle/123456789/2853>

Baldizán, A., Domínguez, C., García, D.E., Chacón, E., Aguilar, L., 2006. Metabolitos secundarios y patrón de selección de dieta en el bloque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos. *Zootecnia Tropical*. 24(3):213–232.

Bertalanffy, L.V. 1976. Teoría General de los Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México, DF. pp. 1-24.

Castillo, T. H. 2015. Elaboración de bloques nutricionales para ovinos en pastoreo. Consultado el 22 de septiembre del 2018. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jpspui/bitstream/handle/123456789/1077/595.pdf?sequence=1>

Científica, Maracaibo, Venezuela. 8(5):525–555.

Herrera, P., García, M., Birbe, B., Colmenares, O., Martínez, N. 2002. Aceptabilidad y consumo de bloque multinutricional con follaje de frijol bayo (*Vigna unguiculata walp*) *Revista Científica*. 7(2):494–496.

García, D.E., Medina, G.M., Clavero, T., Cumbria, J. Baldizan, A., Domínguez, C. 2008. Preferencias de árboles forrajeros para cabras en zonas bajas de los andes venezolanos. *Revista*

ICA, Instituto de Ciencia Animal. 1990. Bloques nutricionales para la alimentación animal. Tecnología para la ganadería vacuna (EDICA). La Habana, Cuba.

INEGI. Instituto Nacional Estadística y Geografía. 2010. Consultado 4 de septiembre del 2018. <http://www.inegi.org.mx/>

Sánchez, C. y García, M. 2001. Comparación de características productivas en caprinos con suplementación de bloques multinutricionales. *Zootecnia Tropical*. Venezuela. 19 (3): 393-405.

Sansoucy, R. 1986 Fabricación de bloques de melaza úrea. *Revista Mundial de Zootecnia*. 57: 40–48.

## Índice de área foliar y rendimiento de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y S) con fertirrigación química y orgánica empleando agua residual tratada.

Eduardo Hernández Sánchez, Abygail Adarely Martínez Mendoza.

Universidad Tecnológica Tula-Tepeji

*Autor para correspondencia:* [eduardo.hernandezs@utt.edu.mx](mailto:eduardo.hernandezs@utt.edu.mx), [abygailadarely.martinez@utt.edu.mx](mailto:abygailadarely.martinez@utt.edu.mx)

---

### Resumen

Se realizó un estudio en el Valle del Mezquital Estado de Hidalgo, para determinar el efecto de la fertirrigación química y orgánica en chile manzano (*Capsicum pubescens* R y S) bajo condiciones de invernadero regado con agua residual tratada. Se observó que en suelos con incorporación de materia orgánica, la fertilización química no mejora el crecimiento de la planta y el rendimiento no se asoció al índice de área foliar, además la mayor producción de chile manzano ( $51.04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) se obtuvo solo con la incorporación de estiércol ovino y yeso agrícola al suelo ( $0.04 \text{ m}^3 + 166 \text{ g}$  respectivamente por metro lineal en camas de  $0.8 \text{ m}$ ), por lo que se puede ahorrar el costo por fertilización química.

**Palabras clave:** *Capsicum pubescens*, fertilización, índice de área foliar.

### Abstract

*A study was conducted in the Valle del Mezquital State of Hidalgo, to determine the effect of chemical and organic fertigation in manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R and S) under greenhouse irrigated with treated wastewater. It was observed that in soils with incorporation of organic matter, the chemical fertilization does not improve the growth of the plant and the yield was not associated to the leaf area index, in addition the higher production of manzano hot pepper ( $51.04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) was obtained only with the incorporation of ovine manure and agricultural plaster to the ground ( $0.04 \text{ m}^3 + 166 \text{ g}$  respectively per linear meter in beds of  $0.8 \text{ m}$ ), so that the cost can be saved by chemical fertilization.*

**Keywords:** *Capsicum pubescens*, fertilization, leaf area index.

**Cita:** HERNÁNDEZ SÁNCHEZ EDUARDO†, MARTÍNEZ MENDOZA ABYGAIL. Índice de área foliar y rendimiento de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y S) con fertirrigación química y orgánica empleando agua residual tratada.

---

## 1. Introducción

En la región del Valle del Mezquital, Hidalgo la producción de chile manzano es escasa solo se observa en traspatio y algunos invernaderos pequeños de Actopan, El Arena y Chilcuautla. Por otra parte en el Estado de México, Puebla, Michoacán y Veracruz la producción de chile manzano ha comenzado a repuntar por los beneficios económicos que se obtienen, donde ya se trabaja en invernaderos bajo sistemas intensivos, reportándose buenos dividendos económicos derivado de diferentes factores que encarecen el producto y la aceptación en el mercado (Barrios, 2014).

### 1.1 Justificación

El Valle del Mezquital, Hidalgo es una región agrícola significativa del Estado por su extensión de 100,000 hectáreas regadas con aguas residuales además de su producción de maíz y alfalfa, sin embargo, con el tratamiento de estas aguas los productores deben adecuar sus sistemas de producción, para mantener la competitividad, por lo que es necesario experimentar con cultivos rentables como el chile manzano entre otros.

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo General

Observar el desarrollo de chile manzano bajo condiciones de invernadero con fertilización química y orgánica regado con agua residual tratada.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer curvas de crecimiento de la planta para observar la diferencia entre tratamientos.
- Estimar el índice de área foliar de planta y rendimiento de fruto, para determinar el mejor tratamiento de fertilización.

## 2. Marco Teórico

El chile manzano es originario de Perú y Bolivia, fue introducido a México a principios del siglo XX, crece en altitudes de 1700 a 2599 msnmm. Existe gran diversidad en cuanto a color, forma y tamaño de frutos; por lo común, los amarillos son preferidos sobre los rojos y anaranjados; mientras que los de forma de manzano o cuadrados son más apreciados que los que presentan forma de pera, además los frutos medianos tienen mayor demanda que los grandes. Cabe señalar que en México la producción se caracteriza por ser de temporada, concentrando la cosecha en los meses de julio a diciembre, con ausencia de enero a junio (Gasca, 2011). El chile manzano en el Valle del Mezquital se puede establecer en tres sistemas de producción: 1) En condiciones controladas (invernadero, macro túnel o micro túnel); 2) en un sistema de casa sombra y 3) asociado con un cultivo perenne de porte alto (durazno, aguacate, nogal, etc.). Cada sistema debe adaptarse a las condiciones de manejo de suelos, riego y fertilización, por lo que se emplea la hidroponía o en suelo, con acolchados vegetales y plásticos o sin acolchar, además de fertirriego o fertilización de fondo (Hernández, 2016).

La nutrición de chiles manzanos tiene una relación positiva con el rendimiento de fruto esto lo determinó Medina *et al.*, (2007) al relacionar 15 dosis de fertilización de fondo con la producción de chile en el Estado de Puebla, en

este trabajo destaco la dosis 67-33-133 con rendimiento de 5,805 kg·ha<sup>-1</sup>, así como la de 200-67-133 con producción de 5,374 kg·ha<sup>-1</sup> y el tratamiento de 133-100-133 con 6,081 kg·ha<sup>-1</sup>. Otra alternativa de fertilización es con el empleo de una solución nutritiva que permite el crecimiento eficiente del chile manzano utilizando 100 mL de ácido sulfúrico; 870 g de sulfato de potasio; 1230 g de sulfato de magnesio; 750 g de nitrato de potasio; 1300 g de nitrato de calcio; 50 g de sulfato ferroso; 10 g sulfato de manganeso; 5 g de sulfato de zinc; 5 g de sulfato de cobre y 20 g de bórax por cada 1000 L de solución nutritiva. El suministro debe ser durante los primeros 20 días después del trasplante a una concentración del 50%, durante los siguientes 30 días aplicar al 75%, posteriormente al 100% (Pérez y Castro, 2010).

### 3. Metodología

El ensayo se estableció en el municipio de Tetepango, Hidalgo en un invernadero con plástico lechado (30%) y malla sombra tipo rashell (30%) con sistema de riego por goteo de cintilla a 20 cm entre goteros. La unidad experimental fue de 504 m<sup>2</sup> con 43 matas por tratamiento y 2 plantas por mata distribuidas a 60 cm con tres repeticiones en hileras de 1.5 m (2.2 plantas·m<sup>-2</sup>). Se evaluaron tres tratamientos de fertirrigación al suelo, un hidropónico con sustrato de tezontle rojo y un testigo (Tabla 1). La fuente del lixiviado utilizado en la solución fue un lavado de composta de estiércol ovino con 12.0 mS de C. E. y pH de 8.5. Se empleó un diseño experimental completamente al azar, y se determinó ANOVA y comparación de medias (Tukey 0.05). Antes del establecimiento de los tratamientos se realizó una fertilización de fondo con 0.04 m<sup>3</sup> de estiércol ovino descompuesto más 166 g de yeso agrícola por metro lineal en camas de 0.8 m.

Tabla 1. Tratamientos aplicados en el ensayo

Nutrición	Para 1000 L de solución nutritiva				
	T1	T2	T3	T4	T5
	Testigo	Fertilización química	Fertilización orgánica	Fertilización química + orgánica	Solución hidropónica <sup>a</sup>
M.O. <sup>2</sup>			2750 mL	2750 mL	5500 mL
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O		223.58 g		223.58 g	447.16 g
KNO <sub>3</sub>		191.56 g		191.56 g	383.1 g
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		43 g		43 g	86 g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O		82.15 g		82.15 g	164.3 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>		55.076 g		55.076 g	110.15 g
Fe		1.5 g		1.5 g	3 g
Mn		0.7 g		0.7 g	1.4 g
Zn		0.14 g		0.14 g	0.28 g
B		0.13 g		0.13 g	0.26 g
Cu		0.056 g		0.056 g	0.112 g
Mo		0.052 g		0.052 g	0.104 g

<sup>a</sup>Corresponde a una solución estándar modificada para la producción hidropónica en La Macanera de Uruapan, P. R. de H. L. que ha tenido éxito. <sup>b</sup>Corresponde a líquidos de estiércol ovino.

Se utilizó planta criolla de la región de Coatepec de Harinas Estado de México. Se trasplanto tres meses después de siembra cuando la plántula contaba con 8 a 10 hojas verdaderas (primer semana de marzo). En la fertirrigación se empleó agua residual tratada del canal Tlamaco-Juandhó con tratamiento primario y secundario empleándose coagulante comercial Microflockhgo<sup>®</sup> de la empresa PROBIOQ (0.2 mL·L<sup>-1</sup>) y un filtro de zeolita. El suministro de la solución nutritiva se describe en la figura 1. Todos los tratamientos tuvieron el mismo manejo agronómico solo cambió la fertilización.

			
Crecimiento vegetativo	Rompimiento de floración	Fructificación	Cosecha
0 a 60 días después trasplante	61 a 90 día después trasplante	91 a 150 días después trasplante	151 a 300 días después trasplante
0.6 litros	1 litro	1.2 litros	1.5 litros

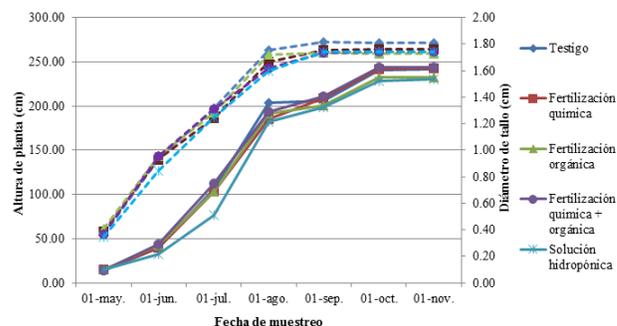
Figura 1. Suministro de fertirrigación por etapa fenológica.

Las variables evaluadas fueron: 1) altura de planta se utilizó una cinta métrica midiendo de la base del tallo al ápice; 2) diámetro de tallo se tomó de la base del tallo empleando un vernier ambas variables se midieron de mayo a noviembre de forma mensual; 3) índice de área foliar (IAF) se midió con un medidor de dosel

vegetal LAI-2200C Li-cor cada dos meses desde el inicio de la cosecha, la observación se realizó en tres puntos de tres hileras de cada uno de los tratamientos, el principio del funcionamiento de este equipo es medir la intensidad lumínica sobre y debajo del dosel del cultivo, considerando el ángulo solar y cielo despejado. El IAF es la expresión numérica adimensional resultado de la división aritmética del área de las hojas de un cultivo expresado en  $m^2$  y el área de suelo sobre el cual se encuentra establecido, igualmente expresado en  $m^2$  y 4) rendimiento se realizó la cosecha de forma mensual considerando el número de frutos y el peso por fecha de cosecha.

#### 4. Resultados

La fertilización química no afectó considerablemente el crecimiento de la planta ya que los tratamientos con fertilización orgánica (T3) y el testigo (T1) a quien solo se le aplicó fertilización orgánica de fondo mostraron crecimiento similar como se observa en la Figura 2, en cuanto a altura (línea continua) y diámetro de tallo (línea discontinua), esto mismo reportó González (2011) en chile manzano con el híbrido intervarietal Puebla x Zongolica quien observó que la combinación de tezontle rojo con lombricomposta en relación 3:1 y 1:1 mostraron el mejor crecimiento 113 cm en altura y 14.2 mm en diámetro y 104 cm de altura y 12 mm de diámetro respectivamente tres meses después del trasplante medidos en la primer bifurcación (entre 15 a 20 cm de la base del tallo).



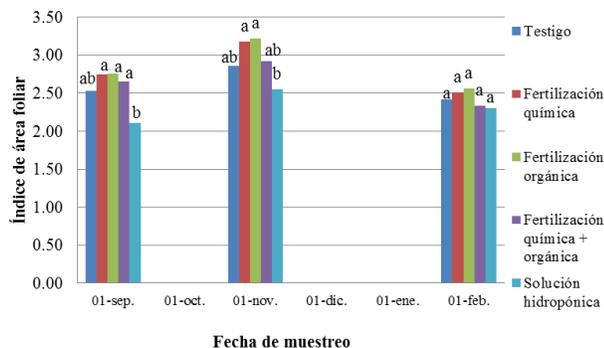
**Figura 2.** Curva de crecimiento de chile manzano con fertilización química y orgánica.

El vigor de la planta en todos los tratamientos fue bueno (Figura 3), con plantas sanas afectadas solo por damping al inicio del crecimiento y por Fusarium en edad avanzada manteniéndose la mortalidad por debajo del 5%.



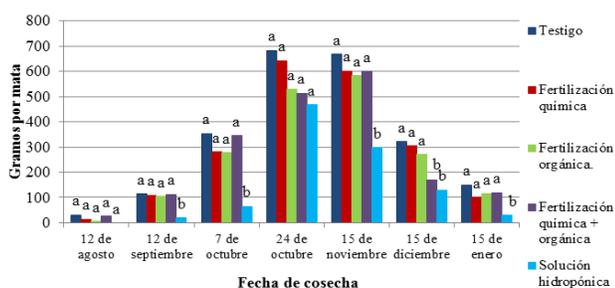
**Figura 3.** Vigor de planta de chile manzano producido en el Valle del Mezquital, Hgo.

Índice de área foliar. Al inicio de la cosecha (12 septiembre) la mayor área foliar se observó en los tratamientos 3, 2 y 4 quienes fueron estadísticamente superiores al tratamiento 5, manteniéndose así el T3 y T2 dos meses después (Figura 4), en plena cosecha, sin que se relacionara esta variable con el rendimiento del fruto ya que los tratamientos con menor área foliar que fueron T5 y T1 mostraron el mayor rendimiento acumulado (2.32 kg.pl-1) y el menor (1.01 kg.pl-1) respectivamente.



**Figura 4.** Índice de área foliar observado en la producción de chile manzano con fertilización química y orgánica.

Rendimiento. El mayor rendimiento de chile manzano se observó en el tratamiento testigo quien solo contó con la fertilización de fondo a base de estiércol ovino y yeso agrícola (Figura 5).



**Figura 5.** Producción de chile manzano por fecha de muestreo.

El tratamiento testigo presento el mejor rendimiento en el acumulado durante el ciclo con  $2.32 \text{ kgpl}^{-1}$  equivalente a  $51.04 \text{ t ha}^{-1}$ . Lo que representó 11.6% más rendimiento que el T2, 18.9% más que el T3 y T4 y 56.5% más que el T5. Observandose que los tratamientos con fertilización a base de fuentes orgánicas presentaron buenos rendimientos. Una tendencia similar observó González (2011) en chile manzano producido en un sustrato a base de lombricomposta y tezontle rojo (1:1) con una solución nutritiva de 435 g de sulfato de potasio, 615 g de sulfato de magnesio, 375 g de nitrato de

potasio, 650 g de nitrato de calcio y 50 mL de ácido fosfórico por cada 1000 L se registro un rendimiento acumulado de  $1.48 \text{ kgpl}^{-1}$  que resulto ser el mejor tratamiento en el ensayo. No obstante que se observó buen rendimiento de fruta en el presente ensayo, la producción está por debajo de la reportada para invernadero en las zonas productivas del Estado de México quienes estiman  $70.6 \text{ t ha}^{-1}$  (Barrios, 2014) lo que se debe al uso de híbridos intervarietales y condiciones climáticas más cálidas que las observadas en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

## 5. Conclusiones

La fertilización química en chile manzano no afectó considerablemente el crecimiento de la planta si se cuenta con suelos con incorporación de materia orgánica.

El índice de área foliar en chile manzano no se relaciona con el rendimiento de fruto.

La mayor producción de chile manzano se obtuvo solo con la incorporación de estiércol ovino y yeso agrícola al suelo, por lo que se puede ahorrar el costo por fertilización química.

Para ser competitivos en chile manzano con productores del estado de México en invernadero se deben hacer ensayos con híbridos intervarietales.

La producción de chile manzano en el Valle del Mezquital bajo invernadero regado con aguas residuales tratadas es una actividad rentable.

## 6. Referencias

Barrios Puente G., L. E. Espinosa Torres, E. Figueroa Hernández y O. Ramírez Abarca. 2014. Evaluación técnica, financiera y comercial de los

sistemas de producción de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P) en México. Análisis económico 71:2019-219.

Gasca Peña R. 2011. Reflectancia en hojas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P) para estimar contenido de nitrógeno. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.

González Jiménez M. A. 2011. Combinación de sustrato y solución nutritiva en chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Tesis maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.

Hernández Sánchez E. 2016. Manual para la producción de chile manzano en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji. ISBN: 978-607-96568-7-4.

Pérez Grajales M. y R. Castro. 2010. El Chile Manzano (Vol. 1). México: Universidad Autónoma de Chapingo. México

Medina Esteban J., F. González Ortiz, F. Enriquez García, P. Zaldivar Martínez, J. R. Tovar Reyes y V. Torres Valencia. 2007. Fertilización y rendimiento de chile cera (*Capsicum pubescens* R y P) en el municipio de Chignautla, Puebla. XII congreso nacional de la sociedad mexicana de ciencias hortícolas. Zacatecas, México. UACH. ISBN: 978-970-43-0202-3.

## Valoración del ambiente a través de la presencia de lepidópteros en dos ecosistemas (selva media y riparía) en la Huasteca de Hidalgo.

Agustín Yimir López Ramos<sup>1\*</sup>, José De Jesús Pérez Bautista<sup>1</sup>, Juan Miguel López Carrillo <sup>1</sup>

Universidad Politécnica de Huejutla

Autor para correspondencia: [ylopez@uphuejutla.edu.mx](mailto:ylopez@uphuejutla.edu.mx)

---

### Resumen

En la actualidad la biodiversidad de las mariposas en México destaca por su heterogeneidad de ecosistemas y esto conlleva a que existan 25,000 o más especies de Lepidópteros. Por ello en el presente estudio se tiene como finalidad conocer las especies del orden Rhopalocera y valorar el impacto al medio por la diversidad y abundancia de sus individuos por unidad de área, además de determinar la abundancia y diversidad estacional de las mariposas diurnas en dos sitios de la huasteca Hidalguense, encontrando 7,671 ejemplares de mariposas diurnas de la superfamilia Papilionoidea en la vegetación de Selva. Para la vegetación Riparía se cuantificaron 6,499 individuos representados en una Super familia y dos familias: Nymphalidae, y Papilionidae. El verano registró la mayor diversidad y abundancia de mariposas diurnas en los dos sitios de investigación. El ecosistema más abundante y diverso en la presencia de Rhopalocera corresponde a Selva Media.

**Palabras clave:** Biodiversidad, Huasteca, Lepidopteros, vegetación.

### Abstract

*Currently, the biodiversity of butterflies in Mexico is notable for its heterogeneity of ecosystems and this implies that there are 25,000 or more species of Lepidoptera. Therefore in the present study is intended to know the species of the order Rhopalocera and assess the impact to the environment by the diversity and abundance of their individuals per unit area, in addition to determining the abundance and seasonal diversity of butterflies daytime in two sites of the Huasteca Hidalgo, Finding 7,671 specimens of diurnal butterflies of the superfamily Papilionoidea in the forest vegetation. For the riparian vegetation, 6,499 individuals were quantified represented in a Super family and two families: Nymphalidae, and Papilionidae. The summer recorded the greatest diversity and abundance of daytime butterflies in the two research sites. The most abundant and diverse ecosystem in the presence of Rhopalocera corresponds to Selva Media.*

**Keywords:** Biodiversity, Huasteca, Lepidopters, vegetation.

**Cita:** LÓPEZ-RAMOS AGUSTÍN†, PÉREZ BAUTISTA JOSE. Valoración del ambiente a través de la presencia de lepidópteros en dos ecosistemas (selva media y riparía) en la Huasteca de Hidalgo

---

## 1. Introducción

El estado de Hidalgo se ubica en la Región centro de la República Mexicana se encuentra a 90 km. al Norte de la Ciudad de México y comprende parte de La Huasteca Mexicana, fisiográficamente se localiza en la Región norte del estado y está representada por la Subprovincia del Carso Huasteco dentro de la Provincia Geológica y Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental (INEGI, 1988). De acuerdo a la clasificación de García (1964) el clima de la Zona de estudio en la Huasteca de Hidalgo corresponde a ACm (Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano). El primer sitio se ubica en la vegetación de Selva mediana subperennifolia, dicho ecosistema se caracteriza por presentar elementos arbóreos de importancia maderable como son: *Enterolobium ciclocarpum*, *Cedrela mexicana*, *Bursera simaruba* y *Cedrela odorata*. El sitio dos se caracteriza por un ecosistema Riparío por lo general las especies vegetales que lo caracterizan están ligadas a las cercanías de los medios acuáticos o suelos muy húmedos las especies principales que dominan en el estrato arbóreo encontramos a *Ceiba Pentandra*, *Enterolobium ciclocarpum* (Rzendowski, 1978).

En la actualidad la biodiversidad se calcula en más de un millón de especies y los insectos contribuyen con el 60 por ciento o más de los organismos vivos. Las mariposas por su parte son el segundo orden en importancia de diversidad, nuestro país destaca por su heterogeneidad de ecosistemas y esto conlleva a que existan 25,000 o más especies de Lepidópteros, siendo mejor conocidas las mariposas diurnas (suborden *Rhopalocera*) (Balcázar, 2000). De la Maza (1987) indica que la diversidad y belleza de las mariposas Mexicanas han sido una gran atracción de científicos especializados en las ciencias naturales, así como curadores de museos y estudiosos de toda clase, por lo que varios

especialistas nacionales y extranjeros han enriquecido sus conocimientos en nuestro país en lo que respecta a la Lepidopterofauna.

Los estudios sobre mariposas en Hidalgo son escasos, por lo que su distribución y aspectos ecológicos son de vital importancia para nuestro país. Unos de los pocos estudios lo realizó De La Maza (1987), en el cual cita a 43 especies de mariposas Mexicanas (37 Papilionoidea y 6 Hesperioidea). Por su parte, Llorente *et al.* (1997) en su obra titulada Papilionidae y Pieridae de México, incluyeron un total de 62 especies (23 Papilionidae y 39 Pieridae) de 43 localidades.

### 1.1 Justificación

Por lo expuesto anteriormente en el presente estudio tiene como finalidad conocer los *Rhopalocera* y valorar el impacto al medio por la diversidad y abundancia de sus individuos por unidad de área, además de determinar la abundancia y diversidad estacional de las mariposas diurnas del sitio de estudio (Figura 1 y 2).



Figura 1. Sitio 1. Vegetación de selva mediana

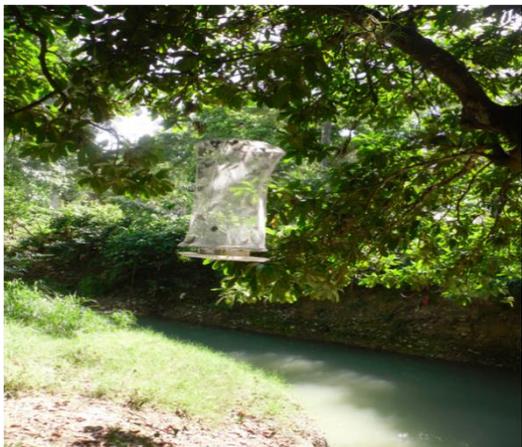


Figura 2. Sitio 2. Vegetación Riparía.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Generar un inventario Lepidoptero- faunístico (Rophalocera), muestreando con trampas de Dosel las cuatro estaciones del año, en vegetación Riparia y selva media

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Estimar la distribución temporal de las especies de mariposas diurnas durante un ciclo anual.
- Establecer la abundancia, similitud, grados de asociación de las mariposas diurnas según el grado de intervención/conservación de los sitios de muestreo.
- Señalar la distribución vertical de las mariposas diurnas según la estratificación vertical de los sitios de muestreo.

## 2. Marco Teórico

### Vegetación

La vegetación característica del área de estudio es la Selva mediana subperennifolia abarcando dos sitios de muestreo selva media y sitio ripario.

#### Selva mediana subperennifolia

Selva media subperennifolia, dicho ecosistema se caracteriza por presentar elementos arbóreos de importancia maderable como son: *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela mexicana*, *Bursera simaruba* y *Cedrela odorata*.

### Riparío

El sitio dos se caracteriza por un ecosistema Riparío, por lo general las especies vegetales que lo caracterizan están ligadas a las cercanías de los medios acuáticos o suelos muy húmedos, entre las especies principales que dominan en el estrato arbóreo se encontró *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum* (Rzendowski, 1978).

### Principales ecosistemas

#### Flora

La flora que caracteriza al municipio de Chalma Veracruz es de tipo Selva mediana. Tiene entre otras cosas: Nopal (*Opuntia sp.*), Encino (*Quercus ssp.*), Huizache (*Acacia tortuosa*), Cedro (*Cedrela odorata*), Aguacate (*Persea americana*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Guacima (*Guazuma ulmifolia*), Limón (*Citrus lemon*), Zapote (*Manilkara zapota*), Pemuche (*Eritrina americana*), Chote (*Parmentiera aculata*), Chaca (*Bursera simaruba*), Lima chichona (*Citrus limetta risso*), Mandarina (*Citrus nobilis*), Mango criollo (*Mangifera indica L.*), Naranja (*Citrus aurantium L.*). (INEGI, 1995).

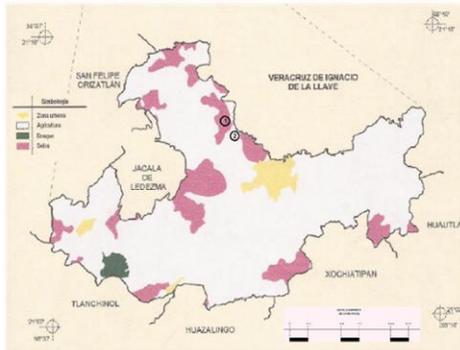
#### Fauna

La fauna que se puede encontrar en este municipio están: la Boa (*Boa constrictor*), Coralillo real (*Lampropeltis triangulum*), Nauyaca o Mahuaquite (*Bothrops asper*), Coralillo (*Micrurus fulvius*). Entre los mamíferos se encuentra: Tigrillo, (*Didelphys virginianus*) Tlacuache, (*Dasyus novemcintus*) Armadillo, (*Tamandua mexicana*) Oso hormiguero, (*Conepatus mesoleucus*) Mapache, (*Mazama americana*) Venado temazate, (*Sus scrofa*) Jabalí, (*Coendou mexicanus*) puercoespín, (*Agouti paca*)

Tepezcuintle, Tuza real, así como otros mamíferos como Conejo, Ratas y Murciélagos (INEGI, 1995).

### 3. Metodología

Localización de los Sitios de muestreo (Figura 3). Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión



**Figura 3.** Vegetación de selva media (1), Vegetación Riparia (2).

#### Método de Colecta Directa en campo:

Para la captura de los Lepidópteros se utiliza equipo entomológico importante sugerido por Gibson, 1958; Rydon, 1964; Beutelspacher, 1980 y de la Maza, 1987, como la red aérea, este material permitió coleccionar ejemplares, que no acostumbran posarse, que tienen un vuelo rápido y recto a mediano o regular altura, una vez capturados es mejor inactivarlos inmediatamente, mediante un apretón en el tórax ya que sus alas son muy frágiles y pueden romperse muy fácilmente (Figura. 4).



**Figura 4.-** Red aérea para la colecta de Lepidópteros

Los ejemplares coleccionados son depositados en sobres de papel glassine, anotando los siguientes datos: número de colecta, fecha de captura, sitio de colecta, hora y tipo de vegetación, lo cual fue

indispensable para llevar un control absoluto de los especímenes obtenidos.

#### Identificación taxonómica

La determinación de los ejemplares coleccionados fue por comparación utilizando guías de campo. Las cuales facilitaban el trabajo para la identificación de los lepidópteros localizados en dicho sitio de muestreo.

#### Montaje

En los momentos de descanso que se tomaban que comprendían de 12:00 hr a las 14:00 hr, que son las horas cuando el sol está más fuerte, se procedía a su montaje, en cuadros de unicel a los cuales se les ponen en uno de sus lados papel bond cuadrículado y encima de este papel encerado para evitar que las alas se desescamen, alfileres entomológicos de acero inoxidable del No. 5, los cuales se introducían en el centro del tórax, para extender las alas se utilizó papel encerado en tiras de diferentes tamaños para inmovilizarlas, fijando las tiras con alfileres de cabeza de diamante (Montaje en empalamiento Figura 5) (Niño, 2009).



**Figura 5.-** Montaje de ejemplares

Para su traslado se utilizó una caja de cartón forrada con mica adherible para evitar que se mojara en caso de lluvia, la cual cuenta con diferentes compartimentos, donde eran colocados los cuadros de unicel con las mariposas montadas, para evitar el maltrato y trasladarlas sin ninguna dificultad (Figura. 6 ) (com. per. Niño, 2009).



**Figura 6.-** Caja de cartón forrada con mica adherible para trasladar los Lepidópteros colectados en campo.

### Conservación

Cuando los Lepidópteros estuvieron totalmente secos, se trasladaron a cajas de almacenamiento para su conservación (Gibson, 1958), asegurándose que cada espécimen lleve la etiqueta con sus respectivos datos, los datos deben ser claros, y el tamaño dependerá de lo grande que sean los ejemplares y que sea lo más legible posible (Figura. 7).



**Figura.7.** Conservación de lepidópteros.

### Trabajo de Campo.

Se realizó un recorrido preliminar, se delimitaron los sitios de muestreo con la ayuda de un GPS Garmin, se marcaron los puntos donde se colocaron las 10 trampas de acuerdo a Van Someren-Rydon (1974) modificadas por Niño y Gálvez, (2010), el transecto que se cubrió es de aproximadamente de dos kilómetros. Las

trampas se ubicaron a una altura de dos metros y se colocó un recipiente con el cebo de frutas. Una vez establecidas las trampas se hicieron dos revisiones y se anotaban las especies y el número de individuos de cada uno por cada trampa, los datos fueron colocados en formatos de campo y éstos procesados en programas de computación.

Se utilizaron cuatro diferentes tipos de cebos naturales., con la finalidad de atraer a los lepidópteros, utilizando una preparación de fruta con cebada.

### Trabajo de Laboratorio.

El montaje de los ejemplares se llevó a cabo utilizando el método de empalamiento (Morón y Terrón, 1988).

La determinación taxonómica se hizo utilizando las guías ilustradas de campo: Glassberg, 2007 y Garwood y Lehman, 2005, principalmente.

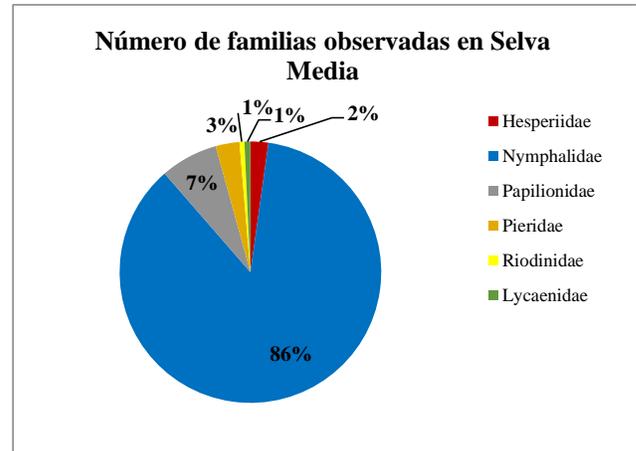
### 4. Resultados

Se realizaron 32 salidas a campo ocho en cada estación del año, se registraron 7,671 ejemplares de mariposas diurnas de la superfamilia Papilionoidea en la vegetación de Selva. Se registran 66 especies de la familia Nymphalidae, las más abundantes fueron: *Morpho helenor montezuma*, *Anaea troglodita aidea*, *Hamadryas februa*, *Taygetis virgilia*, *Temenis laothoe*, *Cissia pompilia*, *Archaeoprepona demophon*, *Adelpha basiloides*, *Hamadryas guatemalena*, *Smyrna blomfildia* y *Catonephele numilia*.

Para la vegetación Riparí se cuantificaron 6,499 individuos representados en una Super familia y dos familias: Nymphalidae, y Papilionidae, para esta área se registran 29 especies, los ejemplares representativos son: *Morpho helenor montezuma*, *Anaea troglodita aidea*, *Hamadryas februa*, *Taygetis virgilia*, *Temenis laothoe*, *Cissia pompilia*, *Archaeoprepona demophon*, *Adelpha basiloides*, *Hamadryas guatemalena*, *Smyrna blomfildia*, *Catonephele numilia*, y *Parides montezuma* (figura 8).



Figura 8. Lepidoptero fauna de la huasteca: A) *Morpho helenor montezuma* ♂, B) *Parides Montezuma*, C) *Hamadryas amphinome*, D) *Eryphanis aesacus*, E) *Consul electra*, F) *Euptoieta hegesia*, G) *Memphis pithyusa* ♀, H) *Smyrna blomfildia* e I) *Taygetis virgilia*.



Grafica 3. Número de familias de Lepidópteros observados en Selva Media durante las estaciones del año.



Grafica 1. Ejemplares observados por estación del año



Gráfica 2: Individuos observados

Tabla 1 Listado de las especies de Lepidópteros diurnos encontrados

NOMBRE EN INGLÉS	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Spot-celled Sister	<i>Adelpha basiloides</i>	Nymphalidae
Gulf Fritillary	<i>Agraulis vanillae</i>	Nymphalidae
Toltec Roadside-skipper	<i>Amblyscirtes tolteca</i>	Hesperiidae
Tropical Leafwing	<i>Anaea troglodyta aidea</i> ♀-♂	Nymphalidae
Banded Peacock	<i>Anartia fatima</i>	Nymphalidae
White Peacock	<i>Anartia jatrophae</i>	Nymphalidae
Delaware Skipper	<i>Anatrytone logan</i>	Hesperiidae
Yellow Angled-sulphur	<i>Anteos maerula</i>	Pieridae
White Angled-sulphur	<i>Anteos clorinde</i>	Pieridae
Great Southern White	<i>Ascia monuste</i> ♀-♂	Pieridae
Palmer's Metalmark	<i>Apodemia palmerii</i>	Riodinidae
Two-barred Flasher	<i>Astrartes fulgerator</i>	Hesperiidae
Polydamas Swallowtail	<i>Battus polydamas</i>	Papilionidae
Pipevine Swallowtail	<i>Battus philenor</i>	Papilionidae
Colima Swallowtail	<i>Battus eracon</i>	Papilionidae
Red Rim	<i>Biblis hyperia</i>	Nymphalidae
Shiny Greenstreak	<i>Chalybs hassan</i>	Lycaenidae
Pompilia Satyr	<i>Cissia pompilia</i>	Nymphalidae
White-crescent Longtail	<i>Codatractus alcaeus</i>	Hesperiidae
Pale Leafwing	<i>Consul electra</i>	Nymphalidae
Tiger Leafwing	<i>Consul fabius</i>	Nymphalidae
Eastern Tailed-blue	<i>Cupido comyntas</i>	Lycaenidae
Salvin's Satyr	<i>Cissia cleophes</i>	Nymphalidae
Soldier	<i>Danaus eresimus</i> ♂	Nymphalidae
Queen	<i>Danaus gilippus</i> ♀	Nymphalidae
Klug's Clearwing	<i>Dircenna klugii</i> ♀-♂	Nymphalidae
Tiger Mimic-white	<i>Dismorphia amphione</i> ♀-♂	Pieridae
Julia	<i>Dryas iulia</i> ♀	Nymphalidae
Small-eyed Sailor	<i>Dynamine artemisia</i> ♀	Nymphalidae
Blue-eyed Sailor	<i>Dynamine dyonis</i> ♀	Nymphalidae
Four-spotted Sailor	<i>Dynamine postverta mexicana</i> ♂	Nymphalidae
Double-eyes Giant-owl	<i>Eryphanis aesacus</i> ♂	Nymphalidae
Reakirt's Blue	<i>Echinargus isola</i>	Lycaenidae
Mexican Cycadian	<i>Eumaeus toxea</i> ♀-♂	Lycaenidae
Mexican Fritillary	<i>Euptoieta hegesia</i>	Nymphalidae
Barred Yellow	<i>Eurema दौरा</i> ♂	Pieridae

Morgane Clearwing	<i>Greta morganea oto</i>	Nymphalidae
Salome Yellow	<i>Eurema salome</i> ♀-♂	Pieridae
Gray Cracker	<i>Hamadryas februa</i>	Nymphalidae
Red cracker	<i>Hamadryas amphinome</i>	Nymphalidae
Guatemalan Cracker	<i>Hamadryas guatemalena</i>	Nymphalidae
Erato Longwing	<i>Heliconius erato</i>	Nymphalidae
Zebra Longwing	<i>Heliconius charithonia</i>	Nymphalidae
Veined White-skipper	<i>Heliopetes arsalte</i>	Hesperiidae
Ruby-spotted Swallowtail	<i>Heraclides anchisiades</i>	Papilionidae
Common Buckeye	<i>Junonia coenia</i>	Nymphalidae
Thoas Swallowtail	<i>Heraclides thoas</i>	Papilionidae
Ruddy Daggerwing	<i>Marpesia petreus</i>	Nymphalidae
Many-banded Daggerwing	<i>Marpesia chiron</i>	Nymphalidae
Pale-spotted Leafwing	<i>Memphis pithyusa</i> ♀-♂	Nymphalidae
Red-bordered Pixie	<i>Melanis pixie</i>	Riodinidae
Common Maestra	<i>Mestra dorcas amymone</i>	Nymphalidae
Common Morpho	<i>Morpho helenor montezuma</i> ♀-♂	Nymphalidae
Whitened bluewing	<i>Myscelia cyaniris</i> ♀-♂	Nymphalidae
Mexican bluewing	<i>Myscelia ethusa</i> ♀-♂	Nymphalidae
Paula Clearwing	<i>Oleria paula</i> ♀-♂	Nymphalidae
Montezuma Cattleheart	<i>Parides montezuma</i>	Papilionidae
Two-banded Satyr	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	Nymphalidae
Orange-barred Sulphur	<i>Phoebis philea</i> ♀-♂	Pieridae
Dark Kite-swallowtail	<i>Protographium philolaus</i> ♂	Papilionidae
Long-tailed Kite-swallowtail	<i>Protographium epidaus</i>	Papilionidae
Damo Hairstreak	<i>Pseudolycaena damo</i> ♀-♂	Lycaenidae
Common Jewelmark	<i>Sarota chrysus</i>	Riodinidae
Arcius Swordtail	<i>Rhetus arcius</i> ♂	Riodinidae
Malachite	<i>Siproeta stelenes</i>	Nymphalidae
Rusty-tipped Page	<i>Siproeta epaphus</i>	Nymphalidae
Blomfield's Beauty	<i>Smyrna blomfieldia</i> ♀-♂	Nymphalidae
Pearly-gray Hairstreak	<i>Strephonota tephraeus</i>	Lycaenidae
Tailed Satyr	<i>Taygetis virgilia</i>	Nymphalidae
Jalapus Cloudywing	<i>Thessia jalapus</i>	Hesperiidae
Banner Metalmark	<i>Thisbe lycorias</i>	Riodinidae
Brown Longtail	<i>Urbanus procne</i>	Hesperiidae
Dorantes Longtail	<i>Urbanus dorantes</i>	Hesperiidae
Tanna Longtail	<i>Urbanus tanna</i>	Hesperiidae
Long-tailed Skipper	<i>Urbanus proteus</i>	Hesperiidae
Southern Dogface	<i>zerene cesonia</i> ♂	Pieridae
Teelus Longtail	<i>Urbanus teelus</i>	Hesperiidae

## 5. Conclusiones

La familia Nymphalidae es la más abundante y diversa en las dos áreas de estudio. El verano registró la mayor diversidad y abundancia de mariposas diurnas en los dos sitios de investigación. El ecosistema más abundante y diverso en la presencia de *Rhopalocera* corresponde a Selva Media.

## 6. Referencias

- Bizuet, Y., A. Luis y J. Llorente. 2001 Mariposas del Parque Nacional el Chico, Hidalgo, y sus relaciones biogeográficas con cinco zonas aledañas al Valle de México (Lepidoptera: Papilionoidea). SHILAP Revista Lepidopterologica, 29 (114): 145-159.
- Cabezas, M. F. 2003. Introducción a la entomología. Editorial trillas. México. 148 p.
- Campos-Villanueva, A., L. Cortes Arriaga., P. Dávila-Aranda., A. García-Mendoza., J. Reyes-Santiago., G. Toriz-Acosta., L. Torres-Colín y R. Torres-Colín. 1992. Ins. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Botánica. 18: 11-19.
- Cervantes, F. A., S. Ramírez-Vite y N. Ramírez-Vite. 2002. Mamíferos pequeños de los alrededores del poblado de Tlanchinol, Hidalgo. México. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Aut. México, Ser. Zoología. 73: 225-237.
- De la Maza, R. R. 1987. Mariposas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 302 p.
- Delgado, L. y J. Márquez. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los Coleópteros Scarabaeoidea (insecta) del estado de Hidalgo, México. Acta Zoológica Mexicana. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México. 22: 57-108.
- Gibson, W. W. 1958. Como hacer una colección útil de insectos. Folleto Misceláneo No. 8. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Oficina de Estudios Especiales. México. 73 p.

Halffter, G. y E. Ecurra. 1992. *¿Qué es la biodiversidad?* En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica. G. Halffter (compilador). Publicación especial de Acta Zoológica Mexicana. México, D. F. 3-24 pp.

INEGI. 1992. Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México 136 p.

Koleff, O. P y J. Llorente, B. 1999. *Aspectos de administración de las colecciones de Historia Natural*. En: Herramientas prácticas para el ejercicio de la taxonomía zoológica. N.

Papavero y J. Llorente (compiladores). Ediciones Científicas universitarias. México, D, F. 31-45 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México. 432 p.

## Gastos de agua en producción traspatio de sandía (*Citrullus lanatus*), utilizando goteo solar con agua salada mar y riego por rodado.

Urias-Ruelas Julio Yamil.<sup>1</sup> Arenas-Obeso Yulian De Jesús<sup>2</sup>

Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura Sinaloa.

Universidad Politécnica de Huejutla<sup>1</sup>, Instituto Tecnológico de Huejutla de la carrera de Agronomía<sup>2</sup>.

Autor para correspondencia: [160060086@upve.edu.mx](mailto:160060086@upve.edu.mx), [julio.urias@upve.edu.mx](mailto:julio.urias@upve.edu.mx)

---

### Resumen

El presente proyecto se realizó en el municipio de Angostura, Sinaloa, buscando una alternativa en la producción traspatio sin gastar agua potable y aprovechando el agua del mar, debido a la cercanía del municipio con las costas del océano pacífico, tomando en consideración que en estas zonas la producción agrícola solo se lleva a cabo por temporales. Se trabajó con un cultivo traspatio de sandía y se aplicó un sistema de riego llamado goteo solar o kondeskompressor, que consiste en aprovechar el agua del mar como medio de riego, comparándolo con un riego por rodado con agua potable, comparando los gastos de agua por cada uno de los riegos, y evaluando el desarrollo de las plantas en cada uno de los riegos, con la finalidad de aprobar el uso del agua de mar en la producción agrícola. Los resultados en la evaluación demostraron que utilizando un sistema de riego por goteo solar se gastaron 22 litros de agua en la producción de 14 plantas de sandía, mientras que en el riego por rodado se gastaron 10000 L, además que en el riego por rodado solo se aprovecha el 10% del agua potable y un 90% se pierde por evapotranspiración, y en el riego por goteo solar se aprovecha un 96% del agua utilizada.

**Palabras clave:** *Evapotranspiración, Goteo solar, escases de agua.*

### Abstract

The present project was carried out in the municipality of Angostura, Sinaloa, looking for an alternative in the backyard production without spending drinking water and taking advantage of the sea water, due to the proximity of the municipality to the coasts of the Pacific Ocean, taking into account that in these agricultural production areas are only carried out by temporary. We worked with a backyard watermelon crop and applied an irrigation system called solar drip or kondeskompressor, which consists of taking advantage of the sea water as a means of irrigation, comparing it with irrigation by rolling with drinking water, comparing the water costs by each one of the risks, and evaluating the development of the plants in each one of the irrigations, with the purpose of approving the use of the sea water in the agricultural production. The results of the evaluation showed that 22 liters of water were used in the production of 14 watermelon plants using a solar drip irrigation system, while 10,000 liters were used in irrigation by rolling, and in irrigation by rolling only 10% of the drinking water is used and 90% is lost through evapotranspiration, and 96% of the water used is used in drip irrigation.

**Keywords:** *Evapotranspiration, solar dripping, water scarcity*

**Cita:** URIAS-RUELAS JULIO YAMIL† ARENAS-OBESO YULIAN DE JESÚS· Gastos de agua en producción traspatio de sandía (*Citrullus lanatus*), utilizando goteo solar con agua salada mar y riego por rodado.

---

## 1. Introducción

El agua es el líquido vital e indispensable para mantener el orden y la vida en nuestro planeta, en la actualidad, más de 80 países que albergan a 40% de la población mundial sufren una escasez grave de agua, y es alarmante la situación debido a que no existe proceso de producción que no dependa directa o indirectamente del agua, Todos los productos y benefactores humanos están en relación directa con el agua. El agua es indispensable; no tiene sustituto y no se conoce forma de vida que prescindiera de ella. Bosques, ciudades, polos, zonas industriales, pastizales, plantíos, bebés, bacterias, ballenas, aviones y cohetes, todos, de una manera u otra, necesitan el agua, es evidente que, en este tema, no sólo preocupa el bienestar de los sistemas naturales sino también el desarrollo adecuado y con justicia de las personas. La problemática no sólo es en el nivel nacional; el agua de todo el mundo enfrenta una amenaza ambiental alarmante: el cambio climático.

### 1.1 Justificación

El estado de Sinaloa ocupa los primeros lugares de producción agrícola en México, sus terrenos son ricos en macronutrientes, y los sistemas de conducción de agua se encuentran bien estructurados, sin embargo cuando con muchos terrenos de producción de temporal, debido a que se encuentran cerca de la costa y no se logra llegar el agua para su riego. En el municipio de Angstura, se cuenta con 3 localidades donde su principal actividad económica es la pesca, y no se puede trabajar la agricultura, por la falta de agua, por lo cual en el presente proyecto de investigación se busca una alternativa de riego, la cual implica utilizar agua salada en la producción traspatio, aprovechando el inmenso

recurso hídrico del mar y ahorrando agua potable que puede ser aprovechada en otros usos.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar y comparar los gastos de agua en la producción traspatio de sandía, utilizando un riego por rodado y un riego por goteo solar con agua salada, para conocer su factibilidad en la producción de huertos traspatio en el Valle del Évora.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Utilizar agua salada en la producción agrícola traspatio de sandía.

Comparar gastos de agua de un sistema de riego por goteo y un riego por rodado.

Buscar una alternativa de producción traspatio aprovechando el recurso hídrico del mar.

## 2. Marco Teórico

El goteo solar es también llamado kondeskompressor, y es una técnica de riego utilizada para lograr el máximo aprovechamiento del agua, utilizando recursos diferentes como aguas negras, contaminadas o agua de mar, con la energía solar, mediante un proceso de destilado y movimiento del agua (Florian 2015). Siguiendo esta técnica se pretende utilizar agua de mar para la producción traspatio, ya que este sistema permite dar a la tierra una cantidad proporcional a la cantidad de sal, equilibrando así la evapotranspiración de la región con la necesidad hídrica de los cultivos.

## 3. Metodología

Se acondiciono un huerto traspatio para la siembra de sandía, utilizando un testigo (riego por rodado), un riego por goteo solar con botellas de plástico recogidas de las calles de las comunidades acondicionadas como goteros, se colocaron 4 goteros en un diámetro de 35 cm alrededor de la semilla (zona radicular) en 14 muestras con paja de frijol en el surco y en 14 muestras sin paja en el surco, esta prueba es para medir la evapotranspiración del terreno y aprovechar aún más el recurso hídrico

#### **4. Resultados**

En el riego por rodado en el primer mes se gastaron 10000 L de agua potable mientras que en el riego por goteo solar con agua salada se utilizaron 22 L de agua salada, además la germinación se mostró más acelerada en las camas cubiertas por paja de frijol que en las camas descubiertas.

Al realizar la comparación entre el testigo (riego por rodado) y las muestras (riego por goteo solar) se puede apreciar que la diferencia de gastos es abismal, mientras que la muestra gasto 22 litros de agua salada, el testigo gastaba alrededor de los 10000 litros de agua potable, misma que pudo ser utilizada en un hogar, en alimentación, en nutrición o como recurso hídrico de algún proceso de producción, del total de agua gastada en la producción de las 14 plantas testigo solo el 10 % es aprovechada por la planta, mientras que el 90% restante se pierde por evaporación del suelo o transpiración de la planta. El gasto presentado de agua salada no representa una merma en los recursos ya que el agua salada representa aproximadamente el 96.5% del total del recurso hídrico del planeta. Utilizar agua salada no afecto en crecimiento, desarrollo o en el sabor del fruto, debido a que el método aplicado permite que los sólidos y sales

disueltas en el agua salada queden depositados en el gotero plástico.

#### **5. Conclusiones**

Es posible utilizar el agua salada o aguas residuales en riegos de cultivos mediante un riego por goteo solar y es una opción viable en la actualidad, que debe ser tomada en cuenta principalmente para los estados que presentan escases de agua, ya que es una realidad, una crisis que nos coloca un reto fundamental, lograr que los recursos naturales sean un medio sustentable para las actuales y futuras generaciones, y nos toca a nosotros hacer algo para buscar la solución a este problema. de esta forma no se estaría gastando el agua potable, ya que se presenta una escasez real y nos corresponde a nosotros hacer algo para resolver este problema.

#### **6. Agradecimientos**

Este proyecto de investigación se realizó gracias a la Universidad Politécnica del Valle del Évora utilizando parte de su terreno para la experimentación y a las personas que permitieron aplicar el sistema de riego en sus hogares.

#### **7. Referencias**

CONAGUA 2018. En [www.gob.mx/conagua](http://www.gob.mx/conagua)

Florián-Lascano L. (2015). Riego por goteo solar (kondescompressor). Subgerencia de competitividad agraria. Trujillo, Perú.

## Rendimiento de maíz (*Zea mays*) otoño-invierno y primavera-verano aplicando fertilizante orgánico elaborado con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

Nuñez- Godinez D<sup>1</sup>, J.Y. Urias- Ruelas.<sup>1</sup>

Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura Sinaloa.

Autor para correspondencia: [julio.urias@upve.edu.mx](mailto:julio.urias@upve.edu.mx), [170070042@upve.edu.mx](mailto:170070042@upve.edu.mx)

---

### Resumen

En el valle del Évora Sinaloa, la aplicación de productos orgánicos en la producción agrícola no es una opción aceptable, debido a que los agroquímicos tienen resultados favorables en los rendimientos agrícolas. En este trabajo de investigación se presenta una alternativa para los agricultores, usando un fertilizante orgánico elaborado con lombriz roja californiana a base de estiércol de ovinos, harina de roca, y desechos orgánicos (frutas y verduras), obteniendo un lixiviado enriquecido, el cual presenta niveles de los macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, más elevados que los fertilizantes químicos utilizados en la región. Se ha trabajado en la aplicación con mezclas de fertilizante orgánico-químico con el fin de evaluar la producción de maíz en dos ciclos agrícolas diferentes, el ciclo otoño-invierno (OI) y primavera-verano (PV). Los resultados obtenidos en el primer ciclo evaluado arrojaron un 22.83% de aumento, mientras que el segundo ciclo evaluado, en el cual se disminuyó el contenido de fertilizante químico y se aumentó el lixiviado orgánico, la producción aumentó en un 30.01%, estos aumentos en la producción están haciendo que más productores se interesen por aplicar compuestos orgánicos en sus cultivos, lo que tiene como resultado un mejoramiento en la producción y la recuperación de las condiciones óptimas de los terrenos y la disminución de la contaminación por residuos químicos en la producción agrícola.

**Palabras clave:** Lixiviado, fertilizante orgánico, lombricomposta.

### Abstract

In the Évora valley, Sinaloa, the application of organic products in agricultural production is not an acceptable option, because agrochemicals have favorable results in agricultural yields. This research paper presents an alternative for farmers, which is an organic fertilizer made with California red worm based on sheep manure, rock meal, and organic waste (fruits and vegetables), obtaining an enriched leach, the which presents levels of the macronutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium, higher than the chemical fertilizers used in the region. We have worked on the application with mixtures of organic-chemical fertilizer in order to evaluate the production of maize in two different agricultural cycles, the autumn-winter (OI) and spring-summer (PV) cycle. The results obtained in the first cycle evaluated showed a 22.83% increase, while the second cycle evaluated, in which the content of chemical fertilizer was decreased and the organic leachate was increased, the production increased by 30.01%, these increases in the production is causing more producers to be interested in applying organic compounds in their crops, which results in an improvement in the production and recovery of the optimal conditions of the land and the reduction of contamination by chemical residues in agricultural production.

**Keywords:** Leached, organic fertilizer, vermicompost.

**Cita:** NUÑEZ-GODINEZ D†, URIAS-RUELAS J.Y. Rendimiento de maíz (*Zea mays*) otoño-invierno y primavera-verano aplicando fertilizante orgánico elaborado con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

---

## 1. Introducción

En la actualidad, el uso excesivo de los agroquímicos en la agricultura de Sinaloa genera grandes inversiones en el establecimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* var. blanco), además de poner en riesgo la salud de los consumidores y del medio ambiente por la alta toxicidad de los productos utilizados. El sustituir los fertilizantes y pesticidas químicos por productos orgánicos en la producción agrícola mejorará la calidad, rendimiento de los productos y economía de los productores. La producción de fertilizantes orgánicos es un tema con baja aceptación por los productores agrícolas, debido a la falta de resultados rápidos, los productores prefieren seguir utilizando productos químicos tradicionales para buscar el mejoramiento de sus rendimientos sin tomar en cuenta que son más caros y afectan a su economía, por otra parte, estos productos degradan los suelos de cultivo y dañan a la biodiversidad de la región en que son utilizados. Cambiar la cultura agrícola de una zona es complicado, debido a que se carece de investigación que pueda mostrar resultados, además de las empresas que se encuentran controlando el mercado de agroquímicos.

### 1.1 Justificación

La contaminación en terrenos agrícolas viene en aumen constante por el uso desmedido de agroquímicos en la búsqueda del mejoramiento de los rendimientos, la eliminación de plagas, protección de cultivos o el enriquecimiento nutricional de los terrenos. El Valle del Évora es una de las principales zonas agrícolas del estado de Sinaloa, por sus condiciones climáticas le permite a los agricultores tener cultivos en todas las estaciones del año, que van desde hortalizas, gramíneas y leguminosas. La cultura de los agricultores en la región es de utilizar elevados niveles de agroquímicos, por lo que utilizar un

compuesto orgánico para el mejoramiento de su rendimiento y producción se toma como un tabú. La presente investigación pretende demostrar que la aplicación de un compuesto orgánico en la producción de maíz es viable para mejorar el rendimiento, y el contenido nutricional del terreno, al mismo tiempo disminuir la contaminación ambiental y cambiar la cultura de los productores sobre el uso de productos orgánicos.

#### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar el rendimiento de maíz blanco en el ciclo otoño-invierno (OI) 2017 y del ciclo Primavera-Verano 2018, aplicando fertilizante orgánico elaborado con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en sustitución de fertilizante químico.

#### 1.2.2 Objetivos específicos

Elaborar fertilizante orgánico utilizando lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) como productor.

Evaluar el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del fertilizante orgánico.

Aplicar fertilizante orgánico en mezcla con fertilizante químico en un cultivo de maíz blanco (OI), y evaluar el rendimiento.

Aplicar fertilizante orgánico en mayor parte en mezcla con fertilizante químico en un cultivo de maíz blanco (PV), y evaluar el rendimiento.

## 2. Marco Teórico

La producción de fertilizantes orgánicos es un tema con baja aceptación por los productores agrícolas, debido a la falta de resultados rápidos, los productores prefieren seguir utilizando productos químicos tradicionales para buscar el mejoramiento de sus rendimientos sin tomar en

cuenta que son más caros y afectan a su economía, por otra parte, estos productos degradan los suelos de cultivo y dañan a la biodiversidad de la región en que son utilizados, por estas razones, se debe buscar una alternativa de utilizar productos naturales que sean desechos en una región, en la producción agrícola por lo cual es necesario someterlos a un tratamiento de compostaje, con el cual se pueda reducir el riesgo de contaminación, y al mismo tiempo se pueda obtener un producto 100% orgánico útil en la agricultura (Rodríguez-Salinas, Córdova y Vázquez, 2006) (citado por Vega, 2015).

El proceso de compostaje es una opción para el tratamiento de residuos, donde el material orgánico libre de sustancias químicas (desechos de cocina, mermas de frutas y hortalizas, o industria de alimentos), es sometido a una degradación bioquímica, la cual provoca cambios físicos en dicho material, dando como resultado un material con altos niveles de nutrientes que ayudan a enriquecer las propiedades del suelo y favorecen el desarrollo de las plantas (O’Ryan-Herrera y Riffo-Prado, 2007). Por lo cual se pretende seguir esta teoría en el proyecto de investigación

### 3. Metodología

Se elaboró fertilizante orgánico a base de estiércol recogido de corrales, y desechos de frutas y hortalizas de los mercados locales, utilizando lombriz roja californiana como productor de dicho fertilizante, se aplicó una dosis de 48 L.ha<sup>-1</sup> de lixiviado a un cultivo de 10 ha. de maíz (4050 Dekalb) en el ciclo OI durante su producción, aplicándolo mediante fertirrigación en cada auxilio, en sustitución de 45 k.ha<sup>-1</sup> amoníaco (NH<sub>3</sub>) y 30 k.ha<sup>-1</sup> de fertilizante químico granulado “triple 16”, se evaluó el rendimiento por hectárea y se comparó

con los rendimientos obtenidos en el ciclo anterior bajo las mismas condiciones.

### 4. Resultados

El cultivo OI 2017, se obtuvieron 119.76 Toneladas de maíz en las 10 has. del cultivo que recibió solo fertilizante orgánico, mientras que el cultivo con fertilizante sintético registro una producción de 97.5 toneladas en la misma superficie, en el cultivo PV 2018 se obtuvieron 134.56 Toneladas en 10 has.

El rendimiento del cultivo de maíz al cual se le aplicó solamente fertilizante orgánico del ciclo OI 2017 es superior en un 22.83%, al cultivo de maíz que recibió fertilizantes químicos, el rendimiento del cultivo de maíz del ciclo PV 2018 aumento en un 38.01% con respecto al testigo, este aumento en la producción indica que es factible utilizar fertilizantes orgánicos en la producción agrícola para mejorar los rendimientos de producción, ayudar en la economía del agricultor y mejorar las condiciones del suelo, la evaluación de los rendimientos lleva 2 años comparándose y a medida que se le da seguimiento en la aplicación de fertilizantes orgánicos se puede observar que los rendimientos de producción mejoran.

### 5. Conclusiones

El uso de fertilizantes inorgánicos a nivel mundial, aumenta año tras año a la par de su costo. Hace 30 años, México producía los fertilizantes químicos que usaba, sin embargo, ahora se importan más de la mitad del total consumido. Por eso se propone la producción y comercialización de fertilizantes orgánicos para el aumento de rendimientos, disminución de costos de producción y disminuir el daño ambiental como una solución a esta problemática. En el estado de Sinaloa se cuenta

con desperdicios vegetales que pueden ser aprovechados para producir un fertilizante orgánico que sea aplicable en la producción agrícola, ahorrando dinero para hacer económicamente más factible la producción, además mejorar la calidad y rendimiento de los productos como granos y hortalizas, ayudando al suelo a recuperar sus condiciones óptimas de nutrientes sin dañar su biodiversidad.

## **6. Agradecimientos**

Este proyecto de investigación se realizó gracias a la Universidad Politécnica del Valle del Évora, al apoyo de los mercados locales que brindaron la materia prima, y al Sr. Jesús Hernández Verdugo por la disponibilidad de su cultivo.

## **7. Referencias**

O'Ryan-Herrera y Riffo-Prado. 2007. El compostaje y su utilización en la agricultura. Santiago, Chile. 36 pp.

Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez. 2006. Manual de compostaje municipal. 1ª. Edición. México. 102 pp.

Vega G. K. V. 2015. Elaboración de composta a partir de residuos de pescado, utilizando el método de pilas con aireación mecánica. Tesis de Maestría, aprobada por la coordinación del aseguramiento de la calidad y aprovechamiento de recursos naturales. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

## Determinación de los mecanismos de acción de *Trichoderma* aislado de suelos del Valle del Mezquital, México.

Jenny Nyx Peña-Hernández<sup>1</sup>, Cristóbal Delgadillo-Pérez<sup>1</sup>, Nadia Landero-Valenzuela<sup>2</sup>, Denise R. Peña-Hernández<sup>1</sup>

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero<sup>1</sup>; Catedras CONACyT<sup>2</sup>.

Autor para correspondencia: [nlandero@upfim.edu.mx](mailto:nlandero@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

Se realizó una prueba experimental *in-vitro* de tres cepas de hongo *Trichoderma sp* aislado de diferentes suelos para analizar los principios de acción antagonista que manifiesta frente *Botrytis sp*. Se utilizaron 3 diferentes cepas de *T. sp* y 3 pruebas antagonistas independientes: efecto por metabolitos volátiles (MV), metabolitos solubles (MS) y ataque por competencia (AC). El diseño fue al azar con 3 repeticiones: MV+ Cepa 1, MV+ Cepa 2, MV+ Cepa 3, (MS+ Cepa 1) + (MS+ Cepa 2) + (MS+ Cepa 3) y (AC+ Cepa 1), (AC+ Cepa 2), (AC+ Cepa 3). La unidad experimental fue una placa cilíndrica de medio de cultivo con *Botrytis sp* aislado de fresa con 3 repeticiones y un testigo por tratamiento. Los ensayos de MS con el tratamiento 3 arrojaron los mayores resultados en la inhibición del patógeno, respecto a la variable relacionada con el crecimiento micelial. La presencia de MV en el medio de cultivo PDA desempeña una función restrictiva para desarrollo del microorganismo indeseado aunque el periodo de tiempo se prolongó 72 hrs. más sobre la media prevista. Se concluye que el uso de *T. sp* resulta una opción sustentable en el manejo biológico de microorganismos fitopatógenos.

**Palabras clave:** Antagonismo fitopatógeno, *Botrytis sp*, *in-vitro*

### Abstract

An experimental *in-vitro* test was carried out on three strains of the fungus *Trichoderma sp*, which was previously isolated from different soils, in order to analyze the different principles of antagonistic action that manifests *Botrytis sp*. The determination was used 3 different strains of *T. sp* and made 3 independent antagonistic tests such as: effect by volatile metabolites (MV), soluble metabolites (MS) and attack by competition (AC). The design was completely random, with 3 repetitions: MV+ Cep 1, MV+ Cep 2, MV+ Cep 3, (MS+ Cep 1) + (MS+ Cep 2) + (MS+ Cep 3) and (AC+ Cep 1), (AC+ Cep 2), (AC+ Cep 3). The experimental unit was a cylindrical plate of culture medium with *Botrytis sp* isolated from strawberry fruits with 3 replications and one control per treatment. MS treatments with strain 3 yielded the highest results in the inhibition of the pathogen, with respect to the variable related to mycelial growth. The presence of MV in the PDA culture medium also performed a restrictive function for development of the undesired microorganism although the time period lasted 72 hrs more on the expected average. It is concluded that the use of *T. sp* a sustainable option in the biological management of phytopathogenic microorganisms.

**Keywords:** Phytopathogenic antagonism, *Botrytis sp*, *in-vitro*

**Cita:** JENNY NYX PEÑA-HERNÁNDEZ†, CRISTÓBAL DELGADILLO. Determinación de los mecanismos de acción de *Trichoderma* aislado de suelos del Valle del Mezquital, México.

---

## 1. Introducción

Incesantemente se buscan eficaces alternativas al control químico para el manejo de fitopatógenos que afectan los cultivos agrícolas de relevancia económica en México principalmente. Efectivamente, en los últimos años, los productos hortofrutícolas se han visto afectados por problemas fitosanitarios que disminuyen su rendimiento; entre ellos se encuentra la pudrición del fruto o moho gris, ocasionado por el hongo *Botrytis sp.* Este padecimiento perjudica de forma notable en el cultivo, debido a que necrosa los tallos, momifica, cripa y descompone los frutos maduros e inmaduros. El patógeno infecta más de 200 especies vegetales distintas, en las cuales causa serias pérdidas financieras antes y después de la recolección (Jarvis 1977). Dentro de las opciones consideradas se encuentra el control biológico de enfermedades destaca la implementación de microorganismos antagonistas benéficos, que contrarrestan los efectos de la patología sin causar daño al medio ambiente ni a la salud humana.

## 2. Metodología

### 2.1 Delimitación de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación partir del estudio del hongo antagonista y las pruebas in vitro se llevaron a cabo en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, dentro del programa de Posgrado en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable, durante el tercer cuatrimestre 2018.

### 2.2 Preparación de medios de cultivo

Una vez planteados la totalidad de pruebas y los tratamientos con sus repeticiones y testigos correspondientes se procedió a calcular la cantidad exacta de medio de cultivo,

específicamente agar dextrosa papa Marca. BD Bioxon (450gr) con la balanza granataria marca. OHAUS y se apoyó de material de cristalería diverso. El proceso de esterilización se llevó a cabo a 121°C durante 20 minutos en una autoclave automática marca Felisa modelo 398. Después se realizó una técnica simple de vertido de agar en placas Petri estériles desechables y con ello se garantizó la correcta preparación de medio en condiciones completamente. En seguida que solidificó el medio se almacenaron las cajas a 4 °C dentro de un refrigerador marca Frigidaire modelo FRTIOK4DN6 quedando de esta manera listas para la siembra.

### 2.3 Pruebas de antagonismo *in vitro*

La evaluación de la capacidad antagónica de efectuó de forma distinta en cada tratamiento. Para el análisis de metabolitos volátiles se diseñó una cámara formada por la unión de dos cajas de Petri de polietileno (8,8 cm de diámetro) inoculadas a destiempo por separado con microorganismos diferentes, en la primera se sembró al centro un disco de 1 cm de diámetro de *T. sp* aislado sobre DPA 72 hrs. a 29 °C antes de la transferencia del patógeno en otra caja Petri con el mismo medio de cultivo, luego se sobrepusieron ambas bases de las cajas Petri, colocando en posición inferior a la placa con *Botritis sp.*

Respecto a la valoración de metabolitos solubles (MS) inicialmente se sembró meticulosamente *T. sp* sobre una cubierta de polietileno permeable colocada encima del medio de cultivo Agar Papa Dextrosa en condiciones de incubación iguales al tratamiento MV, transcurridas 48 hrs se retiró el microorganismo eliminando cuidadosamente con ello la cubierta plástica, para rescatar únicamente los productos de metabolismo secundario generados e impregnados en el medio, entonces se inoculó al centro de la placa

una porción del patógeno apoyándose de un sacadocado.

En cuanto a la prueba de ataque por competencia se empleó la técnica Ridell para identificación y observación de hongos microcultivos, en la cual se coloca un soporte metálico recubierto con aluminio debajo de un portaobjetos al interior de una caja Petri y encima se posiciona un disco de medio PDA y se realiza una siembra de tipo dual, en donde en polos opuestos se transfieren ambos hongos, se coloca una fuente de humedad en la base interna de la caja y se tapa con la contraparte de otra caja Petri. Cabe mencionar que se apoyó de una campana de flujo laminar horizontal marca TecnoLab, modelo: CFH para efectuar las labores de siembra planteadas. Todas las cajas permanecieron unidas con un película plástica comercial semejante al Parafilm® a 29 ° C durante 16 días dentro de una incubadora marca Sheldon Manufacturing Inc. Se realizaron mediciones y observaciones a las 24 hrs posteriores de la siembra y el ensayo de realizó por triplicado. En las mismas condiciones se cultivó *Botritis sp* como testigo para cada tratamiento.

#### 2.4 Medición de cambios en el crecimiento de microorganismos

Para el análisis de los cambios observados en el crecimiento de los microorganismos se midieron los halos de crecimiento y realizó un registro de las diferencias morfológicas y colorimétricas presentados durante el crecimiento de los hongos fitopatógenos a las 48 hrs de incubación respectivamente.

Adicionalmente para la apreciación de los efectos de competencia entre los microorganismos se ejecutó una fijación de los mismos con formaldehído al 40% justo en el momento de su acercamiento y se observaron a

detalle las estructuras correspondientes con un microscopio compuesto.

### 3. Resultados

#### 3.1 Evaluación de la actividad antifúngica

Mediante la cámara de ensayo propuesta, fue posible evidenciar el efecto de los MV liberados por *T. sp* en el crecimiento y morfología de *Botritis sp*, debido a que el desarrollo del micelio se despreció completamente en cada una de las cepas utilizadas y en prácticamente todas las repeticiones. Además las mediciones del halo de crecimiento del patógeno registraron una tendencia de desarrollo mínima, sobre todo en bajo los efectos de la cepa 3. En la tabla 1, se presenta una comparación del tamaño del halo de crecimiento que manifestó el patógeno en las diferentes cepas empleadas, el registro en centímetros según la media semanal arroja un efecto similar para los tratamientos 1 y 2.

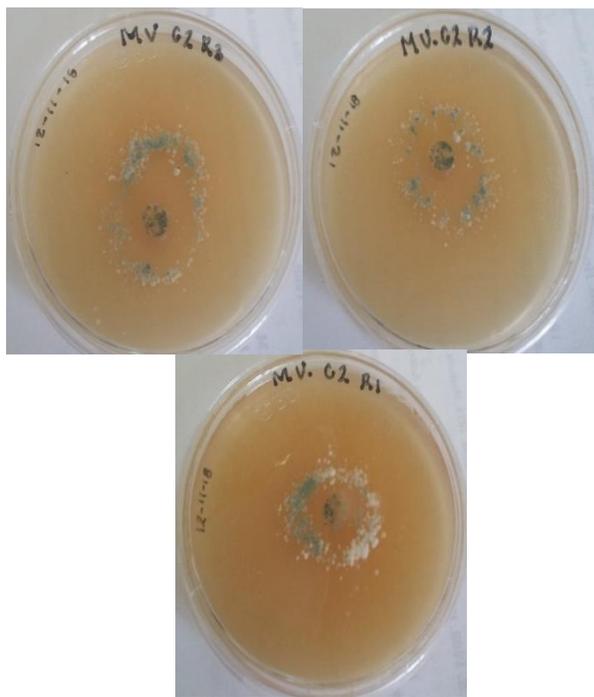
**Tabla 1.** Resultados de la medición de halos de crecimiento de *Botritis sp* frente a los MV de *T.sp*.

Semana	Halos de Crecimiento			
	Cepa 1	Cepa 2	Cepa 3	Testigo
1	1.5	1.9	1.3	2.8
2	2.7	2.4	2.1	3.4
<b>Media</b>	<b>2.1</b>	<b>2.15</b>	<b>1.7</b>	<b>6.2</b>

Estas observaciones cualitativas y cuantitativas del comportamiento de *B. sp* frente a MV liberados por *T. sp* coinciden con las reportadas en otros estudios en los cuales se establece una inhibición del crecimiento de hongos causantes de la pudrición de la madera frente a MV liberados por especies del género *Trichoderma* (Bruce *et al.*, 2000; Humpris *et al.*, 2002).

Para el caso de los ensayos de exposición del patógeno a la acción antagónica de *T. sp* mediante los metabolitos solubles en este último libera, se observó un efecto de inhibición menor

en el tratamiento 1, debido a que alrededor del día 10 presentó micelio de color blancuzco en un 50% del perímetro del halo de crecimiento contribuyendo en la longitud registrada (Figura 1). Con relación a ello, la tabla 2, concentra los valores de media de crecimiento en dos intervalos de 8 días registrando un mayor crecimiento del microorganismo fitopatógeno en el tratamiento 3.



**Figura 1.** Halo de crecimiento de *B. sp.*, MV, transcurridos los primeros 8 días del ensayo.

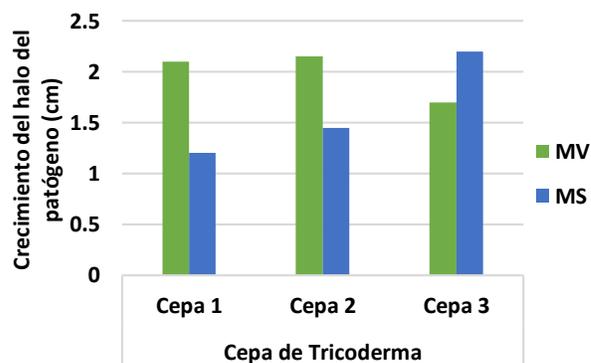
**Tabla 2.** Resultados de la medición de halos de crecimiento de *Botrytis sp* frente a los MS de *T.sp.*

Semana	Halos de Crecimiento por acción de MV y M			
	Cepa 1	Cepa 2	Cepa 3	Testigo
1	1	1.3	0.8	1.7
2	1.4	1.6	1.4	2.2
<b>Media</b>	1.2	1.45	2.2	1.95

Cabe mencionar que la carga microbiana de *T. sp* valorada cualitativamente al transcurrido el

periodo de tiempo señalado para alcanzar la etapa estacional dentro de la curva de crecimiento y generar metabolitos secundarios solubles fue aceptable para el medio de cultivo PDA, lo cual concuerda con Tronsom y Harman (1992) demostraron que la producción de metabolitos y biomasa típicos de *T. sp*, está estrechamente relacionada con la composición del medio donde se desarrolla, en otras palabras, de los nutrientes disponibles y no tanto de la concentración de la siembra.

Respecto a las lecturas numéricas obtenidas de los halos de crecimiento de *B. sp* bajo las pruebas de metabolitos volátiles y solubles, el tratamiento representado por la cepa número tres aparentemente reportó menor eficacia para la acción antagonista por compuestos volátiles y sin embargo los mejores resultados de inhibición del patógeno en componentes solubles, tal como se describe en la Figura 2.

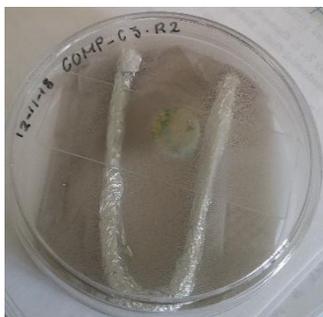


**Figura 2.** Comparación del efecto de inhibición en el crecimiento del halo de *B. sp* S.

Para las pruebas de ataque por competencia se llevó a cabo un registro de la distancia comprendida entre los puntos de siembra de los microorganismos en el transcurso de los días (Figura 3), obteniéndose una mayor velocidad de acercamiento en el tratamiento 3 a razón de 1 mm cada 24 horas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Resultados de la distancia de acercamiento (cm) entre *B. sp* y *T. sp* por acción

Semana	Distancia de acercamiento (cm) de <i>B. sp</i> y <i>T. sp</i>		
	Cepa 1	Cepa 2	Cepa 3
1	0.6	0.8	0.9
2	0.1	0.05	0.05
<b>Vel. Media</b>	0.03/día	0.05/día	0.1/día



**Figura 3.** Distancia de acercamiento entre *B. sp* y *T. sp*.

Los resultados obtenidos podrían atribuirse a la acción combinada ejercida por *T. sp* sobre el patógeno, mediante la competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos, enzimas hidrolíticas, y micoparasitismo (Stefanova *et al.*, 1999). Al mismo tiempo las enzimas hidrolíticas son causas sustanciales que facilitan la competencia por sustrato y el ataque directo a un amplio ámbito de hongos fitopatógenos (Jensen y Wolffhechel, 1995).

#### 4. Conclusiones

Para las condiciones edáficas del Valle del Mezquital, Hidalgo, se concluye que las diferentes cepas aisladas de *T. sp*, demostraron un efecto notable en la actividad antagonista contra *B. sp*, en los tres mecanismos de acción estudiados, destacando la participación de la cepa 3, obtenida del suelo de cultivo de morera para los efectos de inhibición de metabolitos volátiles, solubles y ataque por competencia. De

esta manera puede ser considerada como una opción viable y sustentable alterna al uso de agroquímicos para el manejo de enfermedades de plantas ocasionadas por *B. sp*

#### 5. Referencias

Humphris S.N., A. Bruce, E. Buultjens and R.E. Wheatley. 2002. The effects of volatile microbial secondary metabolites on protein synthesis in *Serpula lacrymans*. FEMS Microbiology Letters, 210(2), 215–219.

Jensen D.F. and H. Wolffhechel. 1995. Biological control: benefits and risks: plant and microbial biotechnology research: the use of fungi, particularly *Trichoderma spp.*, and *Gliocladium spp.*, to control root rot and damping-off diseases. MT Heikki and JM Lynch. Cambridge, Reino Unido. Cambridge University Press. 303 p.

Stefanova M, A. Leiva, L. Larrinaga y M. Coronado. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma spp.*, para el control de hongos fitopatógenos del suelo (en línea). Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. 16:509-516. Consultado 1 de mar. 2008. Disponible en [http://www.revfacagronluz.org.ve/v16\\_5/v165z006.html](http://www.revfacagronluz.org.ve/v16_5/v165z006.html).

Tronsmo A. and G.E. Harman. 1992. Coproduction of chitinolytic enzymes and biomass for biological control by *Trichoderma harzianum* on media containing chitin. Biological Control, 2, 272-27.

## Acibenzolar-S-metil: su efecto en la síntesis de fenoles en plantas de frijol y su actividad antimicrobial en contra de *Rhizoctonia solani*

Nadia Landero Valenzuela, Rosa Icela Hernández García, Francisco Marcelo Lara Viveros, Alejandro Ventura Maza

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

Autor para correspondencia: nlandero@upfim.edu.mx, [fmlara@upfim.edu.mx](mailto:fmlara@upfim.edu.mx), [aventura@upfim.edu.mx](mailto:aventura@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

Las enfermedades de la raíz en el cultivo de frijol (*P. vulgaris*) se encuentran asociadas a la presencia de hongos que habitan en el suelo, como *R. solani*. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de acibenzolar-s-metil en la síntesis de fenoles y acción antimicrobial en contra de *R. solani*. Se establecieron dos experimentos, el primero para evaluar las concentraciones de fenoles en nueve tratamientos de hoja de frijol asperjados con acibenzolar-s-metil a concentraciones de 0, 0.1 y 0.2 mM de, se colectaron hojas a las 4, 8 y 11 horas después de la aplicación. En el segundo experimento se evaluó la acción antimicrobial de los extractos de hojas de frijol después de ser asperjadas con acibenzolar-s-metil, en el desarrollo *in vitro* de *R. solani*, se establecieron 13 tratamientos. Para ello se colectaron hojas a las 4, 8 y 11 horas después de la aplicación de acibenzolar-s-metil, a concentraciones de 3 y 4 %, se mezclaron con medio de cultivo PDA, las placas fueron inoculadas con *R. solani*, se midió crecimiento micelial. Los resultados obtenidos mostraron que la mayor concentración de fenoles se presentó en el tratamiento colectado 4 horas después de la aplicación de acibenzolar-s-metil a concentración de 0.2 mM. Para el segundo experimento el mejor tratamiento fue el colectado 8 horas después de la aplicación de acibenzolar-s-metil a 0.2 mM de extracto a 3%. Se determina que la concentración 0.2 mM de acibenzolar-s metil brinda un mayor efecto en la inducción de síntesis de fenoles y en la inhibición de de *R. solani in vitro*.

**Palabras clave:** mecanismo de defensa, acibenzolar-s-metil, *Rhizoctonia solani*

### Abstract

Root diseases in bean crop (*P. vulgaris*) are associated with the presence of fungi that inhabit the soil, among which *R. solani*. The goal of this study was to evaluate the effect of acibenzolar-s-methyl in the synthesis of phenols and antimicrobial action against *R. solani*. Two experiments were established, the first one to evaluate the concentrations of phenols in nine treatments of bean leaf sprayed with acibenzolar-s-methyl at concentrations of 0, 0.1 and 0.2 mM, then leaves were collected at 4, 8 and 11 hours after the application. In the second experiment, the antimicrobial action of the bean leaf extracts was evaluated after being sprayed with acibenzolar-s-methyl, in the *in vitro* development of *R. solani*, 13 treatments were established. Then leaves were collected at 4, 8 and 11 hours after the application, the extracts were prepared at concentrations of 3 and 4%, were mixed with PDA culture medium, the plates were inoculated with *R. solani* and mycelial growth of this one was measured. The results obtained showed that the highest concentration of phenols was present in the treatment collected 4 hours after the application of acibenzolar-s-methyl at a concentration of 0.2 mM. For the second experiment it was shown that the best treatment was that collected 8 hours after the application of acibenzolar-s-methyl at 0.2 mM with an extract of 3%. It is determined that the 0.2 mM concentration of acibenzolar-s methyl provides a greater effect in the induction of phenol synthesis and in the inhibition of *R. solani in vitro*.

**Keywords:** defense mechanism, acibenzolar-s-methyl, *Rhizoctonia solani*

---

**Cita:** NADIA LANDERO VALENZUELA†, ROSA ICELA HERNÁNDEZ GARCÍA. Acibenzolar-S-metil: su efecto en la síntesis de fenoles en plantas de frijol y su actividad antimicrobial en contra de *Rhizoctonia solani*

---

## 1. Introducción

Uno de los principales problemas que presenta el cultivo de frijol en gran parte del país son las enfermedades como la pudrición de raíz causada por hongos de suelo que constituyen un grupo importante de microorganismos entre los que se encuentra la especie *Rhizoctonia solani* Kühn, causante de grandes afectaciones en numerosos cultivos, entre los que se destaca el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

Actualmente existen alternativas de manejo preventivo a enfermedades que son más amigables con el medio ambiente y con la salud humana, basadas en los trabajos sobre respuestas inductoras a las enfermedades en las plantas desarrollados por Ray y Beauverie a comienzos del siglo XX, los cuales demostraban que existía la posibilidad de que las plantas puedan protegerse del ataque de microorganismos patógenos mediante la activación de sus mecanismos de defensa (Gómez & Reis, 2011). El concepto de activador desde el inicio, fue utilizado para moléculas capaces de inducir la síntesis de fitoalexinas en la planta, en ausencia del patógeno. En la actualidad, esta definición, se ha generalizado y aceptado para cualquier molécula química que pueda estimular mecanismos de defensa o asociados con la respuesta de defensa en las plantas. Estas moléculas activadoras hacen referencia a un amplio ámbito de compuestos, los cuales pueden ser derivados a partir de plagas, de plantas u de otros microorganismos, así como a partir de preparados biológicos de origen vegetal o de análogos producidos sintéticamente. Las moléculas activadoras no deben ser tomadas como sustitutos de fungicidas, sino como, una alternativa adicional dentro de una estrategia de manejo integrado (Riveros, 2001).

La aplicación de productos químicos sintéticos también puede activar procesos fisiológicos y bioquímicos propios de la planta y evitar o reducir el progreso de enfermedades. Entre estos compuestos destaca el acibenzolar S-metil (Cosme, Guzmán, Islas, Torres, & Pérez, 2015).

### 1.1 Justificación

En México como en gran parte del mundo, el uso de plaguicidas es la práctica más comúnmente utilizada, ya que son productos químicos de gran influencia en la agricultura para proteger a los cultivos contra insectos, hongos, malezas y otras plagas. Sin embargo, los plaguicidas también son potencialmente tóxicos para los seres humanos. Pueden tener efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias en los sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso (OMS, 2016).

El uso cotidiano de esos químicos contribuye a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas, los recursos naturales, y afecta la salud de las comunidades rurales y de los consumidores urbanos. La búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica, practicada en las últimas décadas, ha dejado un saldo a nivel mundial de contaminación y envenenamiento donde el pretendido remedio universal ha resultado ser peor que la enfermedad (del Puerto, Suárez, & Palacio, 2014).

Por ello la búsqueda de nuevas alternativas hacia una agricultura con características amigables para el ambiente y la salud humana es necesaria y urgente.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de Acibenzolar-s-metil como activador exógeno para la inducción de síntesis de fenoles en plantas de frijol (*P. vulgaris*) y la actividad antimicrobial en contra de *R. solani*.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Determinar con base a lecturas de absorbancia mediante espectrofotómetro UV-Vis, el tiempo en que se registra la mayor concentración de fenoles en plantas de frijol (*P. vulgaris*) después de haber sido asperjadas con acibenzolar-s-metil.

- Evaluar el efecto del extracto de frijol previamente asperjado con acibenzolar-s-metil en el crecimiento micelial de *R. solani*.

## 2. Marco Teórico

### 2.1 Importancia de *Phaseolus vulgaris*

El frijol es la leguminosa de mayor importancia en el consumo humano a nivel mundial, mismo que se realiza principalmente en los países en desarrollo, aunque en muchos de éstos el consumo se ha reducido en años recientes, al sustituirlo por otros productos (FIRA, 2015).

En México el cultivo de frijol es la segunda actividad agrícola más importante después del maíz. Su nivel de producción y consumo en el escenario mundial lo ubican en la quinta y tercera posición, produciendo y consumiendo en promedio 1.1 millones de toneladas anuales (Martínez, Ávila, & Pat, 2011).

El frijol es definido en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS, 2001) como un producto básico y estratégico para el país, sembrándose en todas las regiones agrícolas, y ocupa el segundo lugar en superficie a nivel

nacional, con un promedio de 1.6 millones de hectáreas cosechadas, una producción de 1.1 millones de toneladas y un valor de 10.2 miles de millones de pesos, es decir, el 3.1% del valor de la producción agrícola para 2010 (SE, 2012).

### 2.2 *Rhizoctonia solani*

*R. solani* es uno de los hongos fitopatógenos más importantes del suelo. Este hongo fue descrito por Julius Kühn en 1858, sobre tubérculos de papa y se caracteriza por ser un patógeno muy destructivo, versátil y altamente variable. *R. solani* como especie presenta un amplio rango de hospedantes, ya que afecta las raíces, tallos tubérculos, cormos y otros órganos de las plantas que se desarrollan en el suelo. Es un habitante común de la mayoría de los suelos e inverna en forma de micelio melanizado o esclerocios en el suelo distribuyéndose de manera heterogénea principalmente entre los primeros 15 a 20 cm de profundidad. También sobrevive en plantas perennes infectadas o en órganos de propagación, incluso también puede encontrarse en semillas. *R. solani* se disemina mediante el agua de lluvia o riego, suelo y a través de los órganos infectados (Ochoa, 2008).

El patógeno es capaz de infectar la semilla antes de la germinación, produciendo la destrucción de la misma. Las lesiones iniciales en plantas jóvenes aparecen en la base del tallo produciendo canchales, lesiones hundidas de color café-rojizo. La temperatura óptima para *R. solani* es de 18°C, favoreciéndole condiciones de alta humedad de suelo y ambiente. El porcentaje de plantas infectadas depende de la temperatura, mientras que el tamaño de lesiones está determinado principalmente por la humedad del suelo (Zuñiga, 2006).

### 2.3 Metabolitos secundarios sintetizados en el frijol

Las fitoalexinas, metabolitos secundarios de bajo peso molecular con actividad antimicrobiana, son de naturaleza química diversa, principalmente isoflavonoides en leguminosas que se sintetizan en las plantas después de una infección microbiana o estrés abiótico. La síntesis se puede disparar por la acción de factores como elicitores o inductores, tanto exógenos, producidos por patógenos, agentes químicos, daños mecánicos, como endógenos, producidos en respuesta a determinadas situaciones de estrés. Se han identificado principalmente en dicotiledóneas y existen pocos reportes de su presencia en monocotiledóneas y gimnospermas. En leguminosas como el frijón, se han descrito cerca de 16 tipos diferentes, las más conocidas son faseolina, faseolidina, faseolinisoflavona y kievitona. La mayoría de las fitoalexinas reportadas se encuentran entre los compuestos fenólicos derivados de flavonoides, derivados de la ruta biosintética de los fenilpropanoides, la cual proviene de la ruta de silicato resultante de la ruta de las pentosas fosfato (Torres, 2010).

### 3. Metodología

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las inmediaciones de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, ubicada a  $20^{\circ}13'31.9''$  N y  $99^{\circ}05'20.8''$  W en el municipio de Tepatepec, Hidalgo, (figura1) la fase de establecimiento del cultivo se realizó mediante sistema controlado (invernadero) mientras que la fase in vitro se desarrolló en el laboratorio de Microbiología Agrícola, ambos ubicados dentro de la institución.



$20^{\circ}13'31.9''$  N,  $99^{\circ}05'20.8''$  W

Figura 1. Ubicación del sitio de estudio

#### 3.1 Material vegetal

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizó la variedad de frijón Negro Michigan, obtenida de la cosecha anterior de un cultivo ubicado en el municipio de San Salvador Hidalgo.

#### 3.2 Material fúngico

Una cepa de *R. solani* fue aislada de raíces de frijón con síntomas característicos del patógeno en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Para la reproducción de dicho material se utilizaron cajas de Petri con medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar).

#### 3.3 Bioensayo 1: Fenoles en plantas de frijón

Se prepararon concentraciones de Acibenzolar-s-metil a 0.1 y 0.2 mM. Las plantas consideradas para el experimento (45 en total, 15 por tratamiento, se contó con un testigo) fueron asperjadas con las concentraciones mencionadas. Posteriormente se hicieron colecta de hojas a las 4, 8 y 11 horas. Se hicieron

diluciones con etanol 1:4 (p/v) para cada uno de los tratamientos en las diferentes horas de colecta. Las diluciones obtenidas fueron almacenadas en tubos de ensayo cubiertos con papel aluminio para evitar la desnaturalización de compuestos. Se tomaron lecturas en espectrofotómetro de UV-visible a fin de conocer las concentraciones de fenoles totales, se tomó como referencia el ácido gálico. El diseño fue completo al azar factorial, los factores fueron las concentraciones y el tiempo de colecta.



**Figura 2.** Aplicación de Acibenzolar-s-metil en plantas de frijol.

### 3.4 Bioensayo 2. Acibenzolar-s-metil sobre crecimiento de *Rhizoctonia solani*

Se asperjaron 15 plantas por tratamiento (13 tratamientos, incluyendo un testigo absoluto, con cinco repeticiones) en las dos concentraciones empleadas previamente para la determinación de fenoles en plantas de frijol, bajo un diseño completo al azar factorial, los factores fueron las concentraciones del Acibenzolar-s-metil asperjado a plantas de frijol, las concentraciones de los extractos de hojas de frijol y el tiempo de colecta de las hojas. Terminadas las colectas de las hojas (30 g por tratamiento) se obtuvo un extracto etanólico, del cual se realizaron dos concentraciones, al 3 y 4%, las cuales se mezclaron con el medio de cultivo PDA (papa-dextrosa-agar), y se

inocularon con el hongo *R. solani*, para ser ingresadas en una incubadora a una temperatura de 18 °C durante ocho días. En este lapso de tiempo se tomaron lecturas del crecimiento micelial cada 24 h, empleando un vernier digital.

### 3.5 Análisis estadístico

Los datos de la variable de crecimiento micelial de *R. solani*, fueron procesados mediante el cálculo de áreas bajo la curva de progreso del crecimiento micelial, por el método de polígonos, y posteriormente sometidos a análisis de varianza, mediante el programa Statistical Analysis System, versión 9 para Windows (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Los datos de concentraciones de fenoles en plantas de frijol fueron sometidos de igual manera a un ANOVA, empleando el programa estadístico previamente mencionado.

## 4. Resultados

### Concentración de fenoles

De acuerdo al análisis de varianza se observó, diferencia estadística significativa entre tratamientos, el T2C0.2H4 y el T9TAH11, los tratamientos T4C0.1H8, T7C0.1H11, T8C0.2H11 no muestran diferencia estadística significativa entre si, finalmente los tratamientos T1C0.1H4 y T5C0.2H8 presentaron cierta similitud con el tratamiento T2C0.2H4 el cual es considerado como el tratamiento que presentó la mayor concentración de fenoles, esto cuando las hojas de frijol fueron tratadas a una concentración de 0.2 nM de acibenzolar-s-metil y colectadas a las cuatro horas después de la aplicación (Tabla 1).

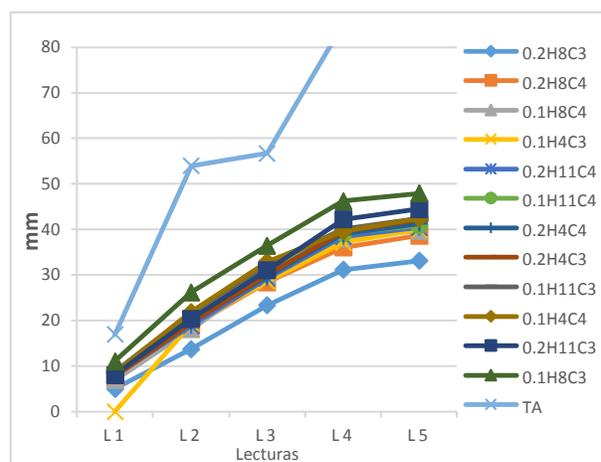
**Tabla 1.** Medias de concentración de fenoles en plantas de frijol previamente asperjadas con acibenzolar-s-metil

Tratamientos	Medias de concentración de fenoles (abs)
T2C0.2H4	0.33433 a*
T5C0.2H8	0.32067 ba
T1C0.1H4	0.31533 ba
T4C0.1H8	0.27767 bac
T7C0.1H11	0.27300 bac
T8C0.2H11	0.24867 bdc
T3TAH4	0.22767 dc
T6TAH8	0.20767 dc
T9TAH11	0.18300 d
R <sup>2</sup>	0.8326
Pr	(<0.0001)

\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba Tukey (P<0.05).

T1C0.1H4=Hojas de frijol tratadas a una concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s-metil, colectadas cuatro horas después de la aplicación, T2C0.2H4=Hojas de frijol tratadas a una concentración de 0.2 mM de acibenzolar-s-metil, colectadas cuatro horas después de la aplicación, T3TAH4=Hojas de frijol sin tratar, colectadas cuatro horas después de la aplicación, T4C0.1H8=Hojas de frijol tratadas a una concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s-metil, colectadas ocho horas después de la aplicación, T5C0.2H8=Hojas de frijol tratadas a una concentración de 0.2 mM de acibenzolar-s-metil, colectadas ocho horas después de la aplicación, T6TAH8=Hojas de frijol sin tratar, colectadas ocho horas después de la aplicación, T7C0.1H11=Hojas de frijol tratadas a una concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s-metil, colectadas once horas después de la aplicación, T8C0.2H11=Hojas de frijol tratadas a una concentración de 0.2 mM de acibenzolar-s-metil colectadas once horas después de la aplicación, T9TAH11=Hojas de frijol sin tratar colectadas once horas después de la aplicación.

**Crecimiento micelial**



**Figura 3.** Crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* a través de las lecturas, bajo tratamiento con extracto de hojas de frijol asperjadas con acibenzolar-s-metil

Al analizar los datos de ABC (área bajo la curva) se encontró que existe diferencia estadística significativa entre el tratamiento 0.2H8C3 y el TA, mientras que el tratamiento que muestra el mayor crecimiento micelial solo después del testigo absoluto es el 0.1H8C3, el resto de los tratamientos presentan un comportamiento similar (Tabla 2).

Por tanto, se determina acibenzolar-s metil, brinda un mayor efecto en el desarrollo de *R. solani*, ocho horas después de la aplicación a concentración de 0.2 mM.

**Tabla 2.** Medias de crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* bajo tratamientos con extracto de hojas de frijol asperjadas con acibenzolar-s-metil.

Tratamientos	Medias de crecimiento micelial (mm)
TA	259.18 a*
0.1H8C3	138.28 b
0.1H11C3	119.89 cb
0.1H4C4	119.63 cb
0.1H11C4	119.37 cb
0.2H4C4	115.57 cb
0.2H11C3	113.97 cb
0.2H11C4	113.09 cb
0.2H4C3	110.75 cb
0.1H4C3	109.31 cb
0.2H8C4	108.65 cb
0.1H8C4	106.18 cb
0.2H8C3	87.29 c
R <sup>2</sup>	0.8775
Pr	(<0.0001)

\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba Tukey (P<0.05)

El tratamiento que mostró el menor crecimiento micelial durante las cinco lecturas fue el 0.2H8C3 comparado con el TA, el cual presento el mayor crecimiento, en tanto que el tratamiento 0.1H8C3 en la lectura 4 mostró un mayor crecimiento, mientras que el tratamiento 0.2H8C4 tuvo un crecimiento similar a los demás tratamientos (Figura 3).

TA=Testigo absoluto, 0.1H4C3=Hojas de frijol tratadas a una concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s metil, colectadas cuatro horas después de la aplicación para obtención de extracto de frijol al 3%, 0.1H4C=Hojas tratadas a concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s metil, colectadas cuatro horas después de la aplicación para obtención de extracto al 4%, 0.1H8C3=Hojas tratadas a concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s metil, colectadas ocho horas después de la aplicación para obtención de extracto al 3%, 0.1H8C4=Hojas tratadas a concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s metil,

colectadas ocho horas después de la aplicación para obtención de extracto al 4%, 0.1H11C3=Hojas tratadas a concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s metil, colectadas once horas después de la aplicación para obtención de extracto al 3%, 0.1H11C4=Hojas tratadas a concentración de 0.1 mM de acibenzolar-s metil, colectadas once horas después de la aplicación para obtención de extracto al 4%, 0.2H4C3=Hojas tratadas a concentración de 0.2 mM

## 5. Conclusiones

Acibenzolar-s-metil representa una alternativa viable, además minimiza el uso de pesticidas que afectan la salud humana y causa graves repercusiones al medio ambiente.

La síntesis de fenoles en plantas de frijol tratadas a concentración de 0.2 mM de acibenzolar-s-metil mostró una mayor concentración de fenoles totales cuatro horas después de la aplicación.

Acibenzolar-s-metil a concentración de 0.2 mM muestra una acción antifúngica en contra de *Rhizoctonia solani*, de acuerdo con los resultados obtenidos del experimento *in vitro*.

Al respecto de este trabajo en particular se pretende a futuro determinar cuales son las enzimas que participan en la interacción planta patógeno, se planteará un experimento para realizarlo directamente en invernadero y determinar específicamente la efectividad de este y otros elicitors.

## 6. Referencias

Cosme , Y., Guzmán, R. A., Islas, S., Torres, T., & Pérez, D. (2015). Efecto del acibenzolar S-metil en plantas de chile serrano (*Capsicum annuum*) infectadas con *Phytophthora capsici* en

diferentes edades. Revista Mexicana de Fitopatología., p156-172. 17p.

Del Puerto, A., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, p372-387. 16p. 2.

FIRA. (Noviembre de 2015). Panorama Agroalimentario Frijol 2015. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama\\_Agroalimentario\\_Frijol\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2015.pdf)

Gómez, D., & Reis, E. (2011). Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. Revista Química Viva

Martínez, A., Ávila, J., & Pat, L. (2011). Rentabilidad y mercado del frijol en la integradora de Zacatecas. México D.F.: Plaza y Valdés Editores.

Ochoa, F. (2008). Efecto *in vitro* y en invernadero de cepas mejoradas de *Trichoderma* spp. en el control de *Rhizoctonia solani* (Kühn). Santiago.

OMS (Organización mundial de la salud). (Citado en Mayo de 2016). Residuos de plaguicidas en los alimentos. Obtenido de <http://www.who.int/features/qa/87/es/>

Riveros, A. S. (2001). Moléculas activadoras de la inducción de resistencia, incorporadas en programas de agricultura sostenible. p . 4 - 11. SE. (Marzo de 2012). Análisis de la cadena del valor del frijol. Obtenido de

[http://economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/analisis\\_cadena\\_valor\\_frijol.pdf](http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/analisis_cadena_valor_frijol.pdf)

Torres, L. D. (2010). Detección de fitoalexinas en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en respuesta a inoculación con aislamientos de actinomicetos. Bogotá, D.C.

Zuñiga, A. J. (2006). Variabilidad genética de *Rhizoctonia solani*, y resistencia en variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

## **Coleópteros que se alimentan de la pupa deshidratada del gusano de seda *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) en el Valle del Mezquital, Hidalgo**

Rodríguez-Ortega A<sup>1</sup>., Torres-Antonio K<sup>1</sup>., Callejas-Hernández J<sup>1</sup>., Michel-Castro, F.J.<sup>2</sup>; González-García, M.G.<sup>2</sup>., Rodríguez-Ortega L. T<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico Superior de Huichapan.

Autor para correspondencia: [lrodriguez@upfim.edu.mx](mailto:lrodriguez@upfim.edu.mx)

---

### **Resumen**

Para su determinación se recolectaron poblaciones de 2 especies de insectos de las familias *Dermestidae* y *Anobiidae* en 2014 y 2015, encontrados en pupas secas de *Bombyx mori*, dañando a la vez a los capullos de seda en Tepatepec, Hidalgo, México. Se revisó información de documentos especializados en estos grupos, utilizando claves dicotómicas, libros y páginas web, se muestran imágenes que ilustran las características morfológicas externas de cada familia y distintivas de cada especie. Finalmente se determinaron los coleópteros como *Dermestes ater* y *Lasioderma serricone* causando problemas para la sericultura.

**Palabras clave:** Sericultura, *Dermestidae*, *Anobiidae*, *Morus alba*, *Dermestes ater*, *Lasioderma serricorne*.

### **Abstract**

For its determination, populations of 2 species of insects of the families *Dermestidae* and *Anobiidae* were collected in 2014 and 2015, found in dry pupae of *Bombyx mori*, damaging the silk cocoons in Tepatepec, Hidalgo, Mexico. Information of specialized documents in these groups was reviewed, using dichotomous keys, books and web pages, images that illustrate the external morphological characteristics of each family and distinctive of each species are shown. Finally, coleoptera such as *Dermestes ater* and *Lasioderma serricone* were determined causing problems for sericulture.

**Keywords:** Sericulture, *Dermestidae*, *Anobiidae*, *Morus alba*, *Dermestes ater*, *Lasioderma serricorne*.

RODRÍGUEZ-ORTEGA A†, TORRES-ANTONIO K. Coleópteros que se alimentan de la pupa deshidratada del gusano de seda *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) en el Valle del Mezquital, Hidalgo

---

## 1. Introducción

La sericultura se define como la cría y aprovechamiento del gusano de seda *Bombyx mori* L., (*Lepidoptera: Bombycidae*), criado en cautiverio para obtener seda natural con fines comerciales. Esta es una alternativa de diversificación productiva que tiene gran importancia socioeconómica, por la elevada utilización de mano de obra, especialmente la del grupo familiar. Se considera un agro negocio de especialidades, con alto valor agregado, que posibilita la generación de productos tanto para el mercado interno como para la exportación.

La seda se obtiene a partir del gusano de seda (*Bombyx mori*), el cual se alimenta en la etapa larval únicamente de hojas de morera (*Morus sp.*), las cuales contienen el flavonoide morina, semioquímico que actúa como kairomona para la atracción de este lepidóptero hacia la morera (Schoonhoven et al., 1998). El alimento y la calidad nutricional tienen gran influencia en el desempeño del gusano de seda, en la fase larvaria y de encapullado (Rodríguez et al., 2013).

El gusano de seda es un insecto de metamorfosis completa. Habitualmente se cría bajo cubierta durante la primavera y el verano. El estado larval dura entre 20 y 25 días, posteriormente teje el capullo en el cual forma la crisálida. Finalmente emerge el adulto al término de 14 días. El capullo está formado por un único hilo de seda cruda de 800 a 1.500 m de longitud. Ello está condicionado por la raza, la alimentación y las condiciones de cría.

Se trata de un insecto monófago que se alimenta exclusivamente de hojas de morera (*Morus sp.*). Durante su etapa juvenil, el cuerpo del gusano de seda aumenta en peso, aproximadamente 10.000 veces. A su vez por esto come vorazmente, sobre todo en la última etapa de su desarrollo (quinto estadio larvario), en la que ingiere cerca de 500 veces más hojas que al nacimiento. La calidad del alimento influye considerablemente en su desarrollo como así también afecta la producción de seda bruta.

La sericultura no ha tenido un desarrollo adecuado en nuestro país, aunque en distintas épocas se han realizado intentos por impulsarla gracias a la adaptación de la morera.

China se ha convertido en el primer productor mundial de seda de igual manera siguiéndole la India. (Rodríguez et al., 2012)

En esta investigación se tuvo como objetivo el determinar coleópteros que se alimentan de la pupa deshidratada del gusano de seda *Bombyx mori* L.

## 2. Marco teórico

Durante muchos siglos el origen de la seda fue un gran misterio absoluto para el mundo occidental, durante varias decenas de siglos, la sericultura fue un monopolio exclusivo de los emperadores chinos quienes hicieron lo imposible por ocultar su secreto.

La exportación de los insectos y de sus huevos se castigaba con la pena de muerte. Según una antigua leyenda china el cultivo y la producción de la seda se remonta al 2460 a.C. año en que la emperatriz Lei- Tsu observó en los jardines del palacio, una oruga que hilaba su envoltorio de seda.

La sericultura, producción de la seda cruda a través de la crianza de gusanos de seda, se extendió por Asia y durante el siglo XI, a Europa donde llevaron algunos huevos y semillas de la planta de moras y comenzó la crianza de gusanos de seda. China es el principal productor de seda natural. En América, Brasil ocupa un lugar preponderadamente como productor mundial.

La sericultura, el cultivo de gusano de seda, se extendió a través de China, convirtiéndose la seda en un artículo muy apreciado que más adelante querían conseguir otros países. En el año 139 a.C. se abrió la mayor ruta mundial de comercio, que abarcó desde el este de China hasta el mar Mediterráneo, recibió el nombre de "carretera de la seda", debido al artículo que más comercio generaba. En el año 30 d.C. el secreto de la

producción de seda había llegado ya a la india y Japón.

La producción de seda a nivel mundial abarca únicamente el 0.2% de la industria textil, sin embargo, la seda representa un comercio millonario, llegando a costos por encima de los del algodón, A nivel mundial se producen dos tipos de seda naturales (las provenientes del *Bombyx mori* L, que se alimenta de morera y la de otros insectos salvajes que se alimentan de otras plantas). La seda de morera representa casi el 90% de la seda que se consume en el mundo, La sericultura en el mundo se ha venido desarrollando principalmente en los países tales como Japón, Brasil y Tailandia. Sin embargo, también se presenta una producción de capullos de seda en Italia y España, representando una parte mínima de la producción terrícola mundial. En el continente africano se destaca la producción de Zambia y Uganda (Gil *et al.*, 1993).

La sericultura es una cadena productiva que abarca: cultivo de morera, cría de gusano de seda, producción y transformación del capullo en hilos y tejidos para su posterior comercialización.

La producción mundial de la seda empezó desde el año 1003 en forma continua y actualmente se encuentra muy inestable. La producción mundial que circula en los mercados internacionales (excluyendo la seda que se produce y consume en un mismo país) disminuyó a unas 50,000 toneladas, después de haberse alcanzado las 105,000 toneladas en 1993, volviendo a repuntar a 70,000 toneladas actualmente.

La fabricación de seda llegó eventualmente a Europa y América. Durante los siglos XVIII y XIX los europeos produjeron diversos avances en la producción de la seda.

*Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) es una especie de insecto perteneciente al orden de los Lepidópteros y a la familia Bombycidae. El nombre del género al que pertenece procede del latín *Bombus* que significa zumbido por el que

produce la mariposa al aletear y su especie es denominada mori (moral) por la planta cuyas hojas le sirven de alimento.

El gusano de seda para su desarrollo morfológico y para llevar a cabo sus funciones fisiológicas necesita de dos nutrientes importantes: proteína cruda y carbohidratos, estos nutrientes se encuentran concentrados en porcentajes altos en las hojas jóvenes. La cantidad de nutrientes en las hojas de morera; proteínas, lípidos, hidratos de carbono, vitaminas, minerales y agua varía de acuerdo a la variedad, fertilidad del suelo, clima, época del año, edad y posición de las hojas. (Rodríguez *et al.*, 2013).

Se trata de un insecto holometábolo cuyo ciclo vital completo comprende 4 estados bien diferenciados: huevo, larva, crisálida (pupa) y adulto (mariposa).

El mismo se completa entre 65 y 75 días, según las temperaturas y alimentación a las que se vean sometidos los ejemplares durante su cría y cada mariposa hembra puede depositar de 300 a 500 huevos.



Figura 1. Ciclo vital completo del gusano de seda.

Este insecto, denominado comúnmente “gusano de seda”, atraviesa 5 fases larvarias (con 4 mudas) antes de llevar a cabo la pupación, para la cual se prepara produciendo una envuelta protectora de seda denominada capullo (figura 1). De esta envuelta protectora, formada por un hilo de seda continuo de hasta 1.500 m, emerge el adulto una vez completada la metamorfosis.

Los huevos miden en torno a 1 mm de diámetro, su forma es lenticular y presentan una cubierta quitinosa (figura 2). Su coloración se torna color grisácea y si estos no son fecundados se tornan de color blanco.

Las larvas atraviesan 4 mudas y son de forma cilíndrica, incrementan su tamaño exponencialmente a lo largo de su vida, alimentándose de hojas de morera (*Morus alba* o *Morus nigra*). El primer estado mide tan solo unos 2 mm al nacer y presenta pelos negros a lo largo de todo su cuerpo, que desaparecen tras la primera muda. El quinto estadio puede alcanzar los 8 cm de longitud en el momento previo a la pupación (figura 3).



**Figura 2.** Huevos y larvas de del gusano de seda.

El cuerpo de las larvas consta de cabeza, en la cual se encuentran los ojos compuestos en adultos y estemata en larvas, antenas y el aparato bucal masticador. Tórax (son los 3 anillos siguientes a la cabeza) aquí se alojan los tres pares de patas y dos pares de alas en palomilla y abdomen (9 anillos o segmentos posteriores) aquí se encuentran entre otros los órganos encargados de la reproducción (figura 2 y 3).



**Figura 3.** Larvas de *Bombyx mory* L.

La metamorfosis tiene un periodo en el cual la larva, ubicada ya en el interior del capullo, tras sufrir una última muda, contrae su cuerpo y endurece el tegumento a la misma vez que este se empardece adoptando el color marrón

anaranjado típico de la crisálida (figura 4). En la cutícula de la pupa, se intuyen pronto las estructuras que constituirán el cuerpo del insecto adulto (antenas, ojos, alas plegadas, patas, etc)



**Figura 4.** Capullos de seda.

En cuanto al adulto, presenta también cabeza, tórax y abdomen bien diferenciados. En la cabeza se hace patente la presencia de grandes antenas y ojos compuestos y el aparato bucal es ahora rudimentario, puesto que el adulto no se alimenta (figura 5). El tórax tiene los 3 pares de patas característicos de los insectos y dos pares de alas ubicadas en posición dorsal.



**Figura 5.** Palomilla de *Bombyx mory* L.

Los capullos pueden presentar formas muy variadas, desde los que son casi esféricos hasta los más, ovalados o con estrechamientos en su zona ecuatorial (“acinturados”). Hay una gran variedad en la coloración de los mismos pudiendo ser blancos, amarillos, rosados o verdes, depende de la raza de la que hablemos (figura 6).



**Figura 6.** Capullos blancos y amarillos

### Morera (*Morus alba*)

La morera *Morus spp.*, (Moraceae) es originaria de las zonas templadas de Asia en regiones de China, Japón y el Himalaya. Su cultivo se inició para implementar la sericultura en los países asiáticos hace alrededor de 4500 años, representa la parte agronómica de la industria de la sericultura por ser sus hojas (figura 7) el único alimento del gusano de seda (*Bombyx mori L*) (Lepidoptera: Bombycidae). Los usos principales en más de 42 países del mundo son, en la sericultura, en el mejoramiento de ecosistemas y en la alimentación animal y humana (Rodríguez *et al.*, 2013).

La primera clasificación de la morera fue descrita por Carlos Linneo, quien dividió el género en cinco especies: *Morus alba*, *Morus nigra*, *Morus rubra*, *Morus tartarica* y *Morus indica*.



**Figura 7.** Cosecha de hojas de morera (*Morus alba*) para alimentar larvas de gusano de seda.

### Descripción de la familia Dermestidae

La familia Dermestidae está formada por aproximadamente 600 especies, la mayoría de las cuales se alimentan casi exclusivamente de productos de origen animal, con excepción de algunos géneros como *Anthrenus* y *Attagenus*, capaces de complementar su dieta con productos de origen vegetal y de *Trogoderma*, para el cual constituyen su principal fuente de alimento.

A su vez estos son hallados comúnmente sobre flores y carcasas secas de animales, en nidos de mamíferos, aves e himenópteros sociales, así como en cabañas. La mayoría de las especies se alimentan de materiales de origen animal como huesos, piel, plumas, pelo, lana y seda.

La mayoría de los Dermestidae son relativamente fáciles de distinguir por su forma característica, cobertura de setas gruesas o escamas formando patrones y la presencia de un solo ocelo medio en la cabeza. Esta familia es la más importante entre todos los pequeños coleópteros que se alimentan de materia orgánica de origen animal, pueden ser de importancia económica, ya que algunas especies causan serios daños a productos alimenticios (Ciro *et al* 2008).

### Sinónimos de *Dermester ater*

*Dermestes cadaverinus* Fabricius, 1775; *Dermestes piceus* Thunberg, 1781 *Dermestes felinus* Fabricius, 1787; *Dermestes domesticus* Germar, 1824; *Dermestes cadaverinus ab. Domesticus*: Erichson, 1846; *Dermestes hispidulus* Montrouzier, 1860; *Dermestes chinensis* Motschulsky, 1866; *Dermestes subcostatus* Murray, 1867; *Dermestes noxius* Mulsant et Rey, 1868 *Dermestes favarcqui* Godard, 1883; *Dermestes ater* var. *Domestica*: Blackwelder, 1945; *Dermestes ruficapicalis* Pic, 1951.(Ciro *et al* 2008).

Cosmopolita (Herrmann, 2007), se la registra en Nueva Zelanda (Archibald & Chalmers, 1983), Ecuador (Islas Galápagos) (Peck *et al.*, 1998), México (Muñiz, 2001), Chile (Dell'Orto, 1985). En el Perú es citada como *D. cadaverinus* Fabricius.

### Descripción de las etapas del ciclo de vida del coleóptero

*Adulto*: muestran la morfología característica de los escarabajos. De tamaño pequeño medio-pequeño (2,5–5 mm), presentan color oscuro (pardo oscuro-negro) y el extremo de las antenas engrosado, formando una especie de maza.

*Larvas:* son muy diferentes, presentando una forma alargada (forma de zanahoria) y con una característica pilosidad en su extremo caudal; el color es variable, pero suele ser marrón-claro dorado. En todo caso se trata de una larva de morfología algo diferente al resto de escarabajos de las alfombras. El periodo larvario suele oscilar entre 250-650 días.

*Pupa:* previa al estado de adulto (hasta 25 días).

*Huevos.* Estos resultan muy difíciles de ver, son frágiles, redondeados, de color perlado y los adultos los depositan en lugares escondidos y cerca de fuentes de alimentación (los mismos puntos donde luego se detectarán las larvas). Las hembras suelen poner unos 50-100 huevos que, en condiciones ideales, eclosionan 6-10 días después. Las hembras suelen morir tras la ovoposición. (Ibaizabal, 2006)

Archibald & Chalmers (1983) citan a esta especie alimentándose de una amplia variedad de material de origen animal y Bousquet (1990) la reporta como predatora de otros insectos como pupas de gusano de seda y alimentándose de copra en las regiones de Etiopia Oriental y Australiana. En Venezuela se la encuentra sobre cadáveres de roedores (Liria, 2006). En el Perú se le haya afectando la harina de pescado (Alata, 1973) (Ciro, 2008).

### Descripción de la familia Anobiidae

Esta Familia agrupa a más de mil especies, la mayoría de las cuales viven en los trópicos. Son insectos pequeños, semicilíndricos, de forma ova lada o ligeramente redondeada. El protórax cubre parcialmente la cabeza cuando está de flexionada. Las antenas por lo general están formadas por 11 segmentos y en algunas especies los últimos 3 segmentos que son diferencialmente más grandes, forman una maza que no está compactada. Los élitros cubren completamente el abdomen, siendo visibles ventralmente 5 de sus segmentos. Se les encuentra en diversas partes del mundo en productos secos de origen vegetal y animal, así como en productos alimenticios almacenados,

madera y tabaco. Las larvas de algunas especies viven en la madera seca y se ha reportado que *Anobium punctatum* (Degeer) sólo se encuentra en bodegas y graneros cuando existen materiales de madera a los cuales barrena (Orto 1995).

### Gorgojo del tabaco (*Lasioderma serricorne* Fabricius)

Gorgojo pequeño, de forma ovalada, con la cabeza parcialmente cubierta por el protórax, antenas con los segmentos 4 a 10 de forma serrada. Los élitros cubren todo el abdomen y no son estriados. El adulto mide de 2 a 2,5 mm de largo, es de color amarillo rojizo o café rojizo, con el cuerpo cubierto de pequeñas vellosidades (Dell' Orto 1983).

Muy conocido como plaga importante del tabaco, puede alimentarse de una gran variedad de productos vegetales, animales e insectos muertos, semillas, tortas de oleaginosas, cacao en grano y alimentos envasados que han estado almacenados por largos períodos de tiempo (Ciro, 1983).

Zonas tropicales y subtropicales, especialmente en aquellas en donde se cultiva el tabaco. En las regiones en donde la temperatura media es menor de 5° C durante un mes o de 10° C durante 5 meses consecutivos, solamente puede sobrevivir en edificios con calefacción. Existen reportes de su presencia en África, India, México, Sudamérica y recientemente en el norte de Chile, utilizando como hospedera ocasional las semillas de la leguminosa chañar *Geoffroea decorticaos*.

### Biología

La hembra ovipone aproximadamente 100 huevos en un periodo de vida de 6 a 20 días. Los huevos tardan de 5 a 6 días en eclosionar si la temperatura es de 35° C y aproximadamente 22 días si es de 22° C. La duración del ciclo biológico es variable de acuerdo al medio alimenticio y la temperatura; bajo condiciones favorables es de 6 a 8 semanas; a 30° C y 70° C de H.R. dura 26 días. La temperatura para su

desarrollo varía de 20° C a 37.5° C. El adulto vive de 2 a 4 semanas. La larva es blanquecina, de cuerpo grueso, de forma curvada, cubierta con vellosidades.

### Importancia

Plaga primaria del tabaco almacenado tanto en rama como el producto manufacturado y de menor importancia para otros productos. Es capaz de perforar gruesos envases de plástico y cartón, ocasionando graves problemas en productos alimenticios ya envasados para su distribución.

A su vez esta puede desarrollarse en cualquiera de sus fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto y de menor importancia para otros productos.

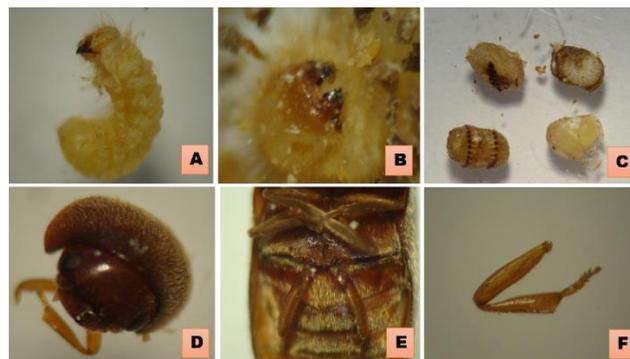
### 3. Metodología

En la presente investigación se realizaron colectas en 2014 y 2015. Insectos adultos e inmaduros que se alimentaban de pupas secas dentro del gusano de seda en la instalación de la UPFIM Tepatepec Hgo. Se depositaron en frascos etiquetados con alcohol al 70% para su estudio. En la determinación del material se utilizó un microscopio Motic SMZ – 168 series y cajas petri para observar las partes de los insectos, al mismo tiempo con ayuda de un bisturí y pinzas de disección se cortaron cada una de sus partes para su mejor apreciación así a la vez se usaron claves dicotómicas de los libros (Taxonomía 2 Román Domínguez Rivero (1998), An introduction to the study Insects Donald J. Borror / Richard E. White, 1970). Y una cámara fotográfica para la identificación de estos y a la vez la descripción.

### 4. Resultados

#### (*Lasioderma serricorne*) (Coleoptera: Anobiidae)

En esta investigación se encontró este insecto alimentándose de restos de pupas del gusano de seda, pero también es capaz de dañar el tabaco almacenado, tanto en rama como el producto manufacturado, y puede encontrarse en cualquiera de sus fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (figura 8).



**Figura 8.** Larva del escarabajo del tabaco (*Lasioderma serricorne*) (A), aparato bucal masticador (B), pupas con estructuras quitinosas (C), parte frontal de la cabeza del insecto adulto (D), división muy marcada de coxa y trocánter (E) y tarsos de cinco segmentos (F).

#### (*Dermestes ater* DeGeer) (Coleoptera: Dermestidae)

La mencionada familia Dermestidae es uno de los grupos de coleópteros con mayor implicancia económica en el mundo, ya que, si bien la mayoría de los grupos se alimentan de productos de origen animal y preferentemente de restos secos, los géneros *Anthrenus*, *Attagenus* y *Trogoderma* -conocidos como “escarabajos de las alfombras”- son capaces de complementar su dieta con productos de origen vegetal o incluso convertirlos en su principal fuente de alimento. En este trabajo reportamos a *D. ater* como una plaga del capullo de seda, ya que fue colectado dentro de capullos de *B. mori*, en estado de larva se alimenta de pupas deshidratadas como se muestra en la figura 9, el adulto hembra realiza una perforación al capullo para entrar a depositar

sus huevos que posteriormente comerán las pupas. El principal daño que ocasiona este insecto es el picado del capullo, ya que se cortara el hilo de seda y al extraerlo solo se obtendrán pedazos y no un hilo continuo.



**Figura 9.** Larvas de *Dermestes ater* (A - B), vista dorsal y ventral (C - D), presencia de ocelo en la parte frontal de la cabeza (E) y picado del capullo de seda (F).

## 5. Conclusiones

De la presente investigación se concluye que los coleópteros colectados alimentándose de pupas deshidratadas del gusano de seda en el Valle del Mezquital, Hgo., son *Lassioderma serricorne* y *Dermestes ater* de las familias Anobiidae y Dermestidae. Los cuales representan un problema para la sericultura.

## 6. Referencias

Borror D. J., and White R. E. 1970. A Field Guide to Insects. New York, EEUU. 380 p.

Ciro Díaz W., Eduardo Anteparra M., Hermann A. 2008. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: revisión y nuevos registros. ISSN 1727-9933. 15- 16 pp.

Gil, J., R. Urrelo, & J. Soto. 1993. Insectos plagas de los productos almacenados en Tingo María. Resúmenes de la XXXV Convención Nacional de Entomología. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 200 p.

Orto Trivelli Dell H. 1995. Insectos que dañan granos de productos almacenados. FAO/RLAC. Pp. 33, 34, 63,67.

Rodríguez Ortega A., Martínez Menchaca A., Ventura Maza A., Vargas Monter J., Ehsan M., Lara Viveros F. M. 2012. Adaptación de tres variedades de morera (*Morus spp.*) en el estado de Hidalgo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol.3 Núm.4. pp. 2-4.

Rodríguez Ortega A., Martínez Menchaca A., Ventura Maza A., Vargas Monter J., Ehsan M., Lara Viveros F. M. 2013. Evaluación de variedades de morera en la alimentación del gusano de seda (*Bombyx mori*) en Hidalgo, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol 4. Num 5. Pp. 2-6

Román Domínguez R. 1998. Taxonomía 2. Universidad Autónoma de Chapingo México. 220 p.

## Valor nutritivo en larvas y pupas de hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr)

González-García, M.G.<sup>1</sup>; Michel-Castro, F.J.<sup>1</sup>; Rodríguez-Ortega, A.<sup>2\*</sup>; Ventura-Maza, A.<sup>2</sup>; Sánchez-Herrera, S.G.<sup>2</sup>; Ortiz-Mena, R.G.<sup>1</sup>; Gómez-Balbuena, D.N.<sup>1</sup>; Serrano-Arellano, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Huichapan. <sup>2</sup> Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

Autor para correspondencia: [arodriguez@upfim.edu.mx](mailto:arodriguez@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

El objetivo de la presente investigación fue comparar el valor nutricional de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en dos diferentes estadios de desarrollo; larva y pupa. Se utilizaron 100 g de larvas y 100 gramos de pupas, colectados en la comunidad de El Mangui, del municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo, durante el mes de mayo de 2017. El análisis químico proximal se realizó en julio del mismo año, en el departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de México (UNAM). El mayor contenido de proteína cruda se encontró en pupas (41.01%), sin embargo, en la proteína digestible no se encontró diferencia significativa entre larvas y pupas (35.35 % y 35.51 % respectivamente). Los parámetros nutrimentales que se vieron afectados por el estadio de desarrollo fueron el extracto etéreo y el extracto libre de nitrógeno, encontrándose en una mayor proporción en larvas (11.76 % y 6.61 % respectivamente). Así como el contenido de fósforo y fibra, encontrándose en mayor proporción en pupas (2.41 % y 0.78 % respectivamente). Se concluye que solo algunos parámetros nutricionales en *L. apiculatum* se ven afectados por el estadio de desarrollo; el extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fósforo y fibra.

**Palabras clave:** Larva, pupa, hormiga escamolera, valor nutricional, Hidalgo.

### Abstract

The objective of the present investigation was to compare the nutritional value of the escamolera ant (*Liometopum apiculatum* Mayr) in two different stages of development; larva and pupa. 100 g of larvae and 100 grams of pupae, collected in the community of El Mangui, of the municipality of Nopala de Villagrán, Hidalgo, were used during the month of May 2017. The proximal chemical analysis was carried out in July of the same year, in the Department of Animal Nutrition and Biochemistry of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the Autonomous University of Mexico (UNAM). The highest content of crude protein was found in pupae (41.01%), however, in the digestible protein there was no significant difference between larvae and pupae (35.35% and 35.51% respectively). The nutritional parameters that were affected by the stage of development were the ethereal extract and the nitrogen-free extract, being found in a greater proportion in larvae (11.76% and 6.61% respectively). As well as the content of phosphorus and fiber, being in greater proportion in pupae (2.41% and 0.78% respectively). It is concluded that only some nutritional parameters in *L. apiculatum* are affected by the stage of development; the ether extract, extract free of nitrogen, phosphorus and fiber.

**Key words:** Larvae, pupae, escamolera ant, nutritional value, Hidalgo.

**Cita:** GONZÁLEZ-GARCÍA, M.G.†. MICHEL-CASTRO, F.J. Valor nutritivo en larvas y pupas de hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr)

---

## 1. Introducción

En México, la mala alimentación ha originado la existencia de desnutrición entre los habitantes de las áreas rurales, a pesar de que gran parte hacen acopio de varios recursos silvestres tanto de origen vegetal como animal, entre los que se encuentran los insectos. Diferentes investigaciones sobre insectos comestibles han demostrado que los insectos son una excelente alternativa alimenticia (Ramos Elorduy & Pino M., 2001). Los escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr) presentan un elevado valor nutricional y son considerados como un manjar con un sabor cremoso a nuez y con una textura similar al queso cottage (García Muñoz, 2016).

La palabra escamol proviene del náhuatl “Azcamolli” y significa “guiso de hormiga” (azcatl=hormiga y milli=guiso). Los escamoles son las larvas de la hormiga *Liometopum apiculatum* y *Liometopum occidentale*. Considerado como un platillo exótico, la importancia de estos insectos radica en su alto valor nutritivo por ser fuente de proteínas y carbohidratos y, por ser una fuente importante de trabajo e ingresos para los pobladores de las zonas áridas y semiáridas donde se recolectan. El ciclo biológico de *L. apiculatum* se compone de cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto. Cada nido produce hasta 4 kilos de escamoles durante el año. La recolección se hace una vez al año, durante los meses de marzo, abril y mayo. Los escamoles poseen un alto valor nutritivo, ya que contienen más del 60 % de proteína, además de grasas, vitaminas y minerales (García Herrera, et al., 2010).

Ramos-Beverly et al (2012) encontraron que insectos identificados en San Juan Teotihuacán y en el municipio de Otumba, Estado de México,

presentaron un aporte calórico más alto que lo reportado por Ramos-Elorduy y Pino en 1990, lo cual podría deberse al tipo de alimentación de los insectos bajo estudio, así como al estado de desarrollo de cada uno de ellos.

## 2. Metodología

Se colectaron 100 gr de larvas y 100 gr de pupas de *L. apiculatum*, en mayo de 2017, en la comunidad de El Mangui, Nopala de Villagrán, Hidalgo. La cual está ubicada en una zona de lomeríos, en la región conocida como El Valle del Mezquital, entre los 20°13'50.15"N, 20°13'25.58"N y los 99°36'36.96"O, a una altura de 2327 msnm. Según el mapa edáfico del INEGI 2009, la comunidad esta sobre un suelo Phaeozem, el cual es de color oscuro y rico en materia orgánica. El clima es templado sub-húmedo con lluvias en verano. La vegetación natural predominante es de pastizales. De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional (estación maravillas, 1981-2010) la temperatura media anual es de 14°C, con una máxima de 23°C, una mínima de 5.1°C., y una precipitación anual de 699.6 mm.

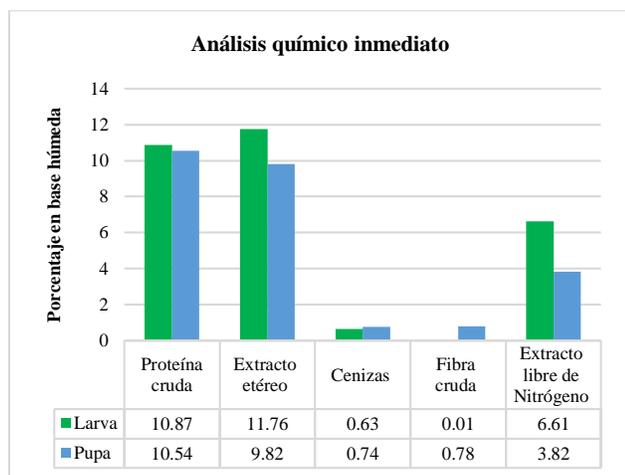
Las larvas se guardaron en recipientes transparentes de plástico, y se mantuvieron en refrigeración hasta su análisis. El análisis químico se realizó en julio de 2017, en el departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de México (UNAM).

Según el documento NUT-428/17 se utilizó el método AOAC químico proximal (1990) Para el análisis químico inmediato, expresándose los resultados en base húmeda. El porcentaje de proteína y minerales se expresó en base seca.

### 3. Resultados

#### Proteína

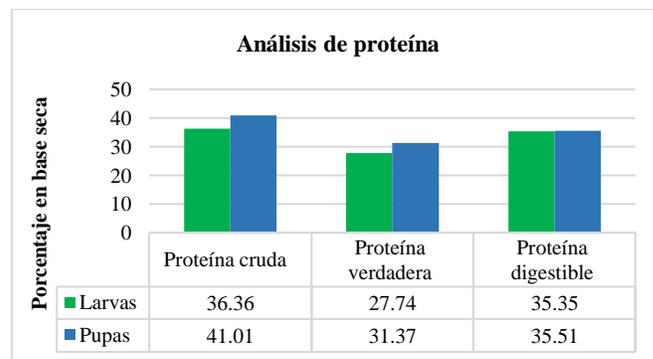
La figura 1 muestra la composición química proximal en base húmeda de larvas y pupas de hormiga escamolera, donde se señala que ambos estadios de desarrollo poseen más del 10% de proteína cruda. El estado larval posee el mayor contenido de proteína cruda (10.87%), mientras que en estado de pupa solo el 10.54%.



**Figura 1.** Análisis químico proximal de larvas y pupas de *L. apiculatum* (% en base húmeda).

Como se observa en la figura 2, el contenido de proteína cruda en *L. apiculatum* es mayor en estado de pupa (41.01 %), que en estado de larva (36.36 %), de igual forma, para el contenido de proteína verdadera la pupa tiene mayor contenido con un 31.37 %, mientras que las larvas solo tienen un 27.74 %. El porcentaje de proteína digestible no difiere mucho de larva a pupa, ya que la primera tiene un contenido de 35.35 % y la última de 35.51 %. El valor nutricional de un alimento se basa en su composición química y en la capacidad del organismo que lo consume para digerir y absorber los nutrientes y la energía en él contenida (National Research Council, 1993). Sullivan & Reigh (1995), Laining et al. (2003) y

Köprüçü & Özdemir (2005) citados por (Vázquez Torres, et al., 2013). El tipo de proteína que es más importante al momento de realizar un análisis bromatológico en un alimento es por lo tanto el porcentaje de proteína digestible, es cual en este caso no se ve afectado por el estado de desarrollo de la hormiga escamolera.



**Figura 2.** Análisis de proteína de larvas y pupas de *L. apiculatum*.

En muestras de escamoles (*L. apiculatum* M) colectadas en Actopan y Zempoala, Hidalgo se encontraron aminoácidos indispensables como: Leucina, Isoleucina, Lisina, Metionina + cisteína, Fenilalanina + tirosina, Treonina, Triptófano y Valina (Juárez Sandoval, et al., 2010).

#### Extracto Etéreo

En la figura 1, se muestra que el mayor contenido de extracto etéreo se presenta en larvas (11.76 %), y el menor en las pupas (9.82 %). Esto coincide con lo propuesto por (Ramos Elorduy, et al., 1998), quien menciona que el mayor contenido de extracto etéreo se presenta generalmente en estado larval. En relación al metabolismo del hombre el extracto etéreo es importante cuando se trata de lípidos insaturados. Sheppard (2002) y Ramos-Elorduy (2000) reportan que los insectos albergan mayor

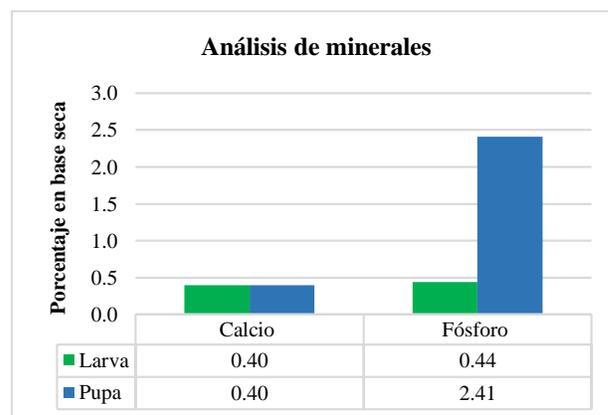
cantidad de ácidos monoinsaturados y poliinsaturados. Ramos-Elorduy y Viejo-Montesinos (2007) manifiestan que los principales ácidos grasos encontrados en insectos comestibles son: caproico, esteárico, caprílico, oleico, cáprico, linoleico, láurico, linoléico, mirístico, palmítico y palmitoleico (Rodríguez Ortega, et al., 2016).

En relación al extracto etéreo, algunos insectos, generalmente en estado larval, son muy ricos en este parámetro, las especies que albergan más del 40 % de grasas son *Phasus triangularis* (77.17 %), *Phasus sp.* (60.35 %), *Arophalus rusticus* (56.06 %), *Seyphophorus acupunctatus* (51.68 %), *Edessa sp.* (51.23 %), *Edessa montezumae* (45.87 %) y *Liometopum apiculatum* (42.13 %), es decir, algunos de ellos son una adecuada fuente de grasa y energía (Ramos Elorduy, et al., 1998). El porcentaje de extracto etéreo reportado por Ramos (1998) para *L. apiculatum* (42.13%) es muy elevado comparado con el obtenido en el presente estudio (11.76 % para larvas).

### Cenizas

El contenido de cenizas en el estadio larval de *L. apiculatum* fue de 0.63%, y para pupa fue de 0.74 % (Figura 1). Según Mahan y Arlin, citados por (Rodríguez Ortega, et al., 2016), los minerales suelen clasificarse como macrominerales: Ca, P, K, Na, Mg, Cl y S; y microminerales: Fe, Cu, I, Mn, F, Co, Zn, Mo, Se y Cr. Los minerales son esenciales para desarrollar diversas funciones, en el organismo actúan como catalizadores en una gran cantidad de reacciones metabólicas, por ejemplo, el calcio es un componente del tejido óseo, el hierro forma parte importante de la sangre etc., por lo que su ingesta es indispensable ya que no es posible sintetizarlos.

Como se observa en la figura 3, el contenido de calcio en larvas y pupas de *L. apiculatum* no cambia en los estadios de desarrollo del insecto, sin embargo, el contenido de fósforo incrementa considerablemente al pasar de larva (0.44 %) a pupa, la cual presenta un contenido de 2.44 %.



**Figura 2.** Análisis de minerales de larvas y pupas de *L. apiculatum*.

La cantidad de fósforo presente en el cuerpo de un adulto puede llegar a ser hasta de 800 gr. El 85 % del fósforo se encuentra en huesos y dientes, con una relación en peso de 1:2 con el calcio, el resto del fósforo se distribuye en músculos, hígado, intestino, piel y tejido nervioso. Las principales funciones del fósforo en el cuerpo humano son; estructura de huesos y dientes, metabolismo de la energía, activación de las reacciones en todas las áreas del metabolismo, tampón intracelular y extracelular, estructura y formación de la membrana celular (G., 2002).

En la tabla 1 se observa la ingesta diaria recomendada de proteína, calcio y fósforo para niños y adultos, comparando estos valores con la aportación de *L. apiculatum*, 100 g de este insecto pueden cubrir las necesidades de un niño y 200 g las necesidades diarias de un adulto.

**Tabla 1.** Ingesta diaria recomendada por la NORMA Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994.

Edad	Proteína (gr)	Calcio (gr)	Fosforo (gr)
0 a 5 años	13	0.45	0.35
5 años en adelante	75	0.8	0.8

### Fibra

Como se muestra en la figura 1, la fibra cruda se vio afectada por el estadio de desarrollo del insecto, aumentando considerablemente en pupa (0.78 %) con respecto al estadio de larva (0.01 %). Al comparar el aporte de fibra de *L. apiculatum* con otros insectos (Tabla 2) se observa que *Bombyx mori* tiene el contenido más alto de fibra (4.89 %), seguido de *Thasus gigas* con 2.87 %, mientras que *L. apiculatum* en estado de larva tiene el menor aporte (0.01% para larva y 0.78 % para pupas), lo que coincide con lo reportado por (Juárez Sandoval , et al., 2010), quien reporta valores de 0.74 % y 0.41 % para *L. apiculatum* colectadas en Actopan y Zempoala, Hidalgo, respectivamente.

**Tabla 2.** Análisis químico inmediato, de *L. apiculatum* colectados en el estado de Hidalgo.

Determinación	Nopala de Villagrán (L)	Nopala de Villagrán (P)	Actopan *	Zempoala *
Proteína	36.36	41.01	42.35	41.78
Extracto etéreo	11.76	9.82	18.13	34.26
Cenizas	0.63	0.64	3.34	3.26
Fibra cruda	0.01	0.78	0.74	0.41
Extracto libre de N	6.61	3.82	35.44	20.29

\* (Juárez Sandoval , et al., 2010). L = Larva, P = Pupa. Expresado en porcentaje.

Debido a que actualmente el consumo insuficiente de fibra dietética se asocia con la aparición de enfermedades crónicas, el comité

de expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda una ingesta de 25 gramos de fibra dietética al día. En México, los adultos consumen entre 16 y 18 gramos de fibra al día, una cantidad mucho menor a la recomendada (Secretaría de Salud, 2016).

### Extracto Libre De Nitrógeno

De acuerdo a la Figura 1, las larvas de *L. apiculatum*, presentan el mayor porcentaje de extracto libre de nitrógeno (6.61%), en estado de pupa esta concentración solo es de 3.83 %. En la tabla 3, se presenta la comparación de los valores de las determinaciones del análisis químico inmediato para muestras de *L. apiculatum* colectadas en tres municipios del estado de Hidalgo; Nopala de Villagrán, Actopan y Zempoala. El contenido más alto de proteína, cenizas y extracto libre de nitrógeno, se encontró en los individuos colectados en Actopan con valores de 42.35 %, 3.34 % y 35.44 % respectivamente. El extracto etéreo, o contenido de grasa, fue mayor para los escamoles colectados en Zempoala (34.26 %). El mayor contenido de fibra cruda se encontró en el estadio de pupa colectado en Nopala de Villagrán con un contenido del 0.78 %.

**Tabla 3.** Comparación del valor nutritivo de algunos insectos con *L. appiculatum*

Especie	Proteín a cruda	Extracto etéreo	Cenizas	Fibra cruda	Extracto libre de nitrógeno
<i>Liometopum apiculatum</i> (L)	36.36	11.76	0.63	0.01	6.61
<i>Liometopum apiculatum</i> (P)	41.01	9.82	0.64	0.78	3.82
<i>Bombyx mori</i> (gusano de seda) (P)**	64.31	20.63	6.25	4.89	3.92

<i>Thasus gigas</i> (xamues)	18.29	19.35	1.25	2.87	1.12
<i>Comadia redtenbacheri</i> *** (gusano rojo de maguey).	10.09	23.43	0.87	1.85	5.46
<i>Aegiale hesperiaris</i> *** (gusano blanco de maguey).	8.64	7.98	1.05	0.96	4.21

L = Larva, P = Pupa. \*\* (Rodríguez Ortega , *et al.*, 2016).

\*\*\* (Ramos Rostro, *et al.*, 2012). Valores expresados en porcentaje.

En la tabla 3 se observa que el mayor contenido de proteína cruda, cenizas y fibra cruda se ha reportado en gusano de seda *B. mori* con un 64.31 %, 6.25 % y 4.89 % respectivamente. El insecto con mayor contenido de extracto etéreo fue *T. gigas* con 23.43 %. *L. apiculatum* en estado de larva tiene el contenido más alto de extracto libre de nitrógeno con 6.61 %. El valor más alto de extracto libre de nitrógeno es para *L. apiculatum*, en estado de larva (6.61 %), mientras que el valor más bajo es para *Thasus gigas* (1.12 %).

#### 4. Conclusiones

Los parámetros nutrimentales que se vieron afectados por el estadio de desarrollo fueron el extracto etéreo y el extracto libre de nitrógeno, encontrándose en una mayor proporción en larvas. Así como el contenido de fosforo y fibra, encontrándose en mayor proporción en pupas.

#### 5. Referencias

Barril Cuadrado, G., Puchulu, M. B. & Sánchez Tomero, J. A., 2013. Tablas de ratio fósforo/proteína de alimentos para población española. Utilidad en la enfermedad renal crónica. *Nefrología*, pp. 362-371.

G., T., 2002. *Phosphorus – an essential nutrient for human diet*. s.l.:s.n.

García Muñoz, M. S., 2016. Identificación y cuantificación de biomoléculas en escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr). San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

García Herrera, E. J., Méndez Gallegos, S. d. J. & Tavera Magaña, D., 2010. El genero *Agave* spp. en México: Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, Issue 5.

INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos; Nopala de Villagrán, Hidalgo. s.l.:INEGI.

Juárez Sandoval , J. d. J., Melo Ruíz, V. E., Pérez Santiago , D. & Calvo Carrillo , C., 2010. *Contenido de proteínas y aminoácidos e nescamoles (Liometopum apiculatum M) capturados en el estado de Hidalgo*. Nuevo León, México : s.n.

Norma Oficial , M., 2005. *Servicios básicos de salud, promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación*. México: s.n.

Ramos Elorduy, J. & Pino M., J. M., 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles en México. *Revista de la Sociedad Química de México* , 45(2), pp. 66-76.

Ramos Elorduy, J., Pino M., J. M. & Cuevas Correa , S., 1998. Insectos comestibles del estado de México y su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología* , 69(1), pp. 65-104.

Ramos Rostro, B. y otros, 2012. Análisis químico y nutricional de tres insectos comestibles de interés comercial en la zona arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y en Otumba, en el estado de México. *Interciencia*, 37(12), pp. 914-920.

Rodríguez O. A., Pino M. J. M., Ángeles C. S. C., García P. A., rosario melina Barrón Y. R. M., y Callejas H. J. 2016. Valor nutritivo de larvas y pupas de gusano de seda (*Bombyx mori*)

(Lepidoptera:Bombycidae). *Revista Colombiana de Entomología* , 42(1), pp. 69-74.

Secretaria de Salud, 2016. *¿Cuánta fibra dietética se debe consumir?*. [En línea] Available at:  
<https://www.gob.mx/salud/articulos/cuanta-fibra-dietetica-se-debe-consumir>  
[Último acceso: 13 Abril 2018].

UNAM, F. d. Q., 2008. Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. México: s.n.

Vázquez Torres , W., Yossa, M. I. & Gutiérrez Espinoza, M. C., 2013. Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 48(4), pp. 920-927.

## Determinación de calidad alimenticia en escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr) y xamues (*Thasus gigas* Burm), en el estado de Hidalgo, México

Michel-Castro, F.J.<sup>1</sup>; González-García, M.G.<sup>1</sup>; Rodríguez-Ortega, A.<sup>2\*</sup>; Ventura-Maza, A.<sup>2</sup>; Sánchez-Herrera, S.G.<sup>2</sup>; Gómez-Balbuena, D.N.<sup>1</sup>; Ortiz-Mena, R.G.<sup>1</sup>, Serrano-Arellano, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero,

Autor para correspondencia: [arodriguez@upfim.edu.mx](mailto:arodriguez@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

Comparando los resultados de las dos muestras, se pudo concluir que para encontrar una nutrición con mayor calidad proteica (proteína digerible) y contenido de energía (extracto etéreo), se recomienda la ingesta de *L. apiculatum*. Sin embargo, en contenido de minerales, *T. gigas* mostró un mayor contenido de Calcio y Fósforo, indispensables para la dieta del ser humano.

### Abstract

Comparing the results of the two samples, it was concluded that in order to find a nutrition with higher protein quality (digestible protein) and energy content (ether extract), the intake of *L. apiculatum* is recommended. However, in content of minerals, *T. gigas* showed a higher content of Calcium and Phosphorus, essential for the diet of the human being.

**Palabras clave:** Insectos, entomofagia, proteína, nutrición.

**Keywords:** Insects, entomophagia, protein, nutrition.

MICHEL-CASTRO, F.J†, GONZÁLEZ-GARCÍA, M.G. Determinación de calidad alimenticia en escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr) y xamues (*Thasus gigas* Burm), en el estado de Hidalgo, México

---

## 1. Introducción

Actualmente, los insectos comestibles son empleados en la confección de diversas preparaciones culinarias, que forman parte fundamental y complementaria de experiencia turística en el estado de Hidalgo, la cual, como va más allá de satisfacer una necesidad biológica debido a que contribuye a la formación de la identidad en las sociedades post-modernas. De acuerdo con el periódico oficial del estado de Hidalgo (2016), los resultados obtenidos por el Perfil Nutricional de los Escolares de Hidalgo (PENUTEH) sugieren que la desnutrición que se presenta en el estado, no sólo se asocia a un déficit de nutrimentos energéticos, sino que existe un inadecuado consumo de proteínas de alto valor biológico. El análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características alimentarias y de sus componentes. Esta información es crítica para el entendimiento de los factores que determinan las propiedades de ellos, así como para producir alimentos que sean consistentemente seguros, nutritivos y deseables para el consumidor. Los análisis comprendidos dentro de este grupo, conocido como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usan para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis indican el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra (Rodríguez, 2004), (Osborne & Voogt, 1978).

El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad alimenticia de dos insectos;

*Liometopum apiculatum* en su estadio larval y *Thasus gigas* en estadio adulto, recolectados en el estado de Hidalgo, haciendo énfasis en la cantidad y calidad de las proteínas, calcio y fósforo, importantes en la alimentación del ser humano.

## 2. Metodología

Se utilizaron dos diferentes tipos de insectos para esta investigación; *Liometopum* recolectados, por un lado, *Liometopum apiculatum*, en una cantidad en volumen de un litro de agua desplazada, que pesó 593 gramos y se realizó en el mes de mayo de 2017 en la comunidad de El Manguí, la cual está ubicada en una zona de lomeríos, en la región conocida como El Valle del Mezquital, a una altura de 2,327 msnm en el municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo, México.



Figura 1. Larvas de *L. apiculatum*.



Figura 2. Adulto de *Thasus gigas*

Posterior a la recolección, se seleccionaron las larvas separándolas de impurezas, para luego almacenarla en un contenedor de plástico

transparente, tipo botella, con una medida de 239 mm de altura, 64 mm de anchura y una tapa de rosca de 28 mm; y con una capacidad de derrame de 600 ml; y en seguida, depositarlas en un refrigerador doméstico marca LG Modelo GR-T552GH, a una temperatura cercana a -14° C.



Figura 3. Recolección de *L. apiculatum*

Por otra parte, *Thasus gigas* fueron recolectados en su etapa II (mediana) en un contenedor de un litro de capacidad de almacenamiento, con un peso de 482 gramos, y la actividad se realizó en un árbol de mezquite del género *Prosopis*, en la comunidad de La Salitrera; esta localidad está situado en el Municipio de Tecozautla, Estado de Hidalgo. Cuenta con 237 habitantes. Se encuentra ubicada geográficamente entre los 20°33'55.93"N y los 99°40'36.73"O; Está a 1674 metros de altitud (INEGI, 2009). El almacenamiento se llevó a cabo utilizando la misma metodología que con *Liometopum apiculatum*. Se llevó a cabo un análisis proximal en Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Universidad Nacional Autónoma de México (LAQA UNAM), para determinar la calidad alimenticia de los dos insectos.

### 3. Resultados

#### Proteína

Con los análisis proximales que se practicaron con las muestras de los dos insectos, se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 1) según el documento número NUT 427, del LAQA UNAM. La determinación de los minerales se llevó a cabo por los siguientes métodos:

Para calcio, con el método AOAC 927.02 (1990). Para fósforo con el método AOAC 965.17 (1990). En los diferentes alimentos se considera de vital importancia el aporte de macromoléculas como las proteínas, las grasas y los carbohidratos y de elementos menores como vitaminas y minerales. (Astiazarán & Martínez, 2000).

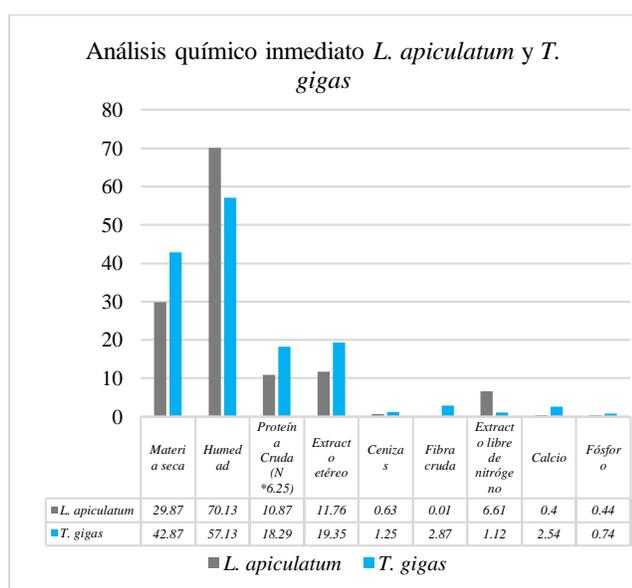
En el caso de la proteína cruda no se encontró diferencia significativa entre las dos muestras de insectos, siendo el valor de *T. gigas* ligeramente mayor (36.39%) que *L. apiculatum* (36.36%). El contenido de proteína verdadera mostró un comportamiento similar, es decir, el resultado no mostró diferencia significativa puesto que en *T. gigas* arrojó 28.94% y *L. apiculatum* 27.74%; sin embargo, en proteína digestible, el resultado mostró que *L. apiculatum* contiene un valor de mayor por 10.84 puntos porcentuales más que *T. gigas*.

Tabla 1. Análisis químico inmediato y determinación de minerales (NUT 427, LAQA UNAM).

Análisis químico inmediato	Muestra de insectos	
	Escamoles ( <i>Liometopum apiculatum</i> )	Xamues ( <i>Thasus gigas b.</i> )
	Porcentaje (%)	
Materia Seca	29.87	42.87
Humedad	70.13	57.13
Proteína Cruda (N 6.25)	10.87	18.29

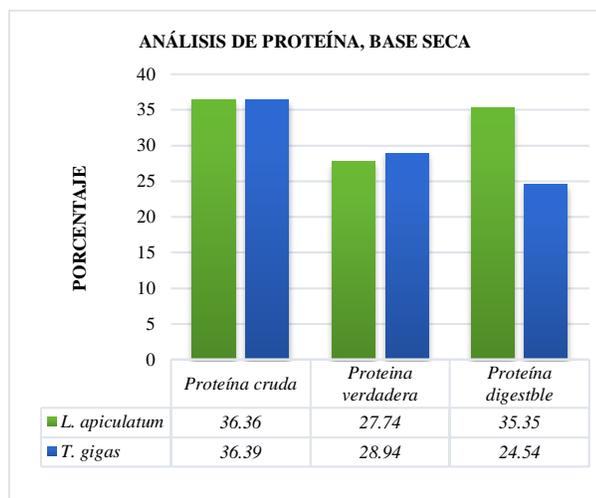
Extracto Etéreo	11.76	19.35
Cenizas	0.63	1.25
Fibra Cruda	0.01	2.87
Extracto libre de Nitrógeno	6.61	1.12
Resultados		
Proteína cruda	36.36	36.39
Proteína verdadera	27.74	28.94
Proteína digestible	35.35	24.54
Determinación de minerales		
Calcio	0.40	2.54
Fósforo	0.44	0.74

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Es uno de parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a alimentación, debido a que no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento (o en sus insumos) sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y, por consecuencia, aprovechado por el organismo que lo ingiere. La digestibilidad, por lo tanto, constituye una excelente medida de calidad (Manríquez, 2010). Es considerada como uno de los aspectos más importantes en la evaluación eficiente de los ingredientes y requisito para formulación de dietas biológica y económicamente óptimas (Aksnes & Opstvedt, 1998,161).



**Figura 4.** Análisis químicos inmediatos de *L. apiculatum* y *T. gigas*.

El total de Proteína Cruda (PC) de la muestra no es más que el contenido total de nitrógeno de la muestra multiplicado por 6.25, Por lo tanto, refleja tanto la proteína verdadera como el nitrógeno no proteico, y la importancia es poca en cuanto a la calidad de la proteína (Meléndez, 2015); La PC se diferencia de una proteína verdadera, puesto que esta última es la medición de la proteína que cuantifica el contenido real del nutriente y excluye el Nitrógeno No Proteico (NNP).



**Figura 5.** Análisis de proteína en base seca de *L. apiculatum* y *T. gigas*

En extracto etéreo, *T. gigas* muestra una cantidad de 19.35%, mayor por 7.59 puntos porcentuales en relación con la muestra de escamoles (11.76%). Las grasas son nutrientes altamente energéticos y contienen 2.25 a 2.8 veces la cantidad de energía encontrada en los carbohidratos (Meléndez, 2015), por lo tanto, en el caso de *T. gigas* aporta el doble más de energía en la dieta de un ser humano con respecto a *L. apiculatum*.

En cenizas, el resultado también mostró valores mayores en *T. gigas*, que aportó 1.25% VS 0.63% encontrados en *L. apiculatum*, lo que significa que *T. gigas* contiene una cantidad mayor de minerales que *L. apiculatum*. Las cenizas contienen los elementos inorgánicos, muchos de los cuales son de interés nutricional como el calcio (Ca) y el fósforo (P). El Ca, el P y el magnesio (Mg) son elementos esenciales en algunos procesos biológicos, por lo que el mantenimiento de su homeostasis es esencial para la supervivencia del ser humano. (Ward, Magno, Walsh, & Ratajczak, 2012). El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas

insolubles en ácido) es el que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos, por ejemplo, en las especias y en la gelatina es un inconveniente un alto contenido en cenizas. Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación (PEARSON, 1993).

Aunque no existen todavía datos concluyentes sobre la recomendación de los distintos tipos de fibra, sigue siendo adecuado indicar una dieta que aporte de 20-35 g/día de fibra de diferentes fuentes (Escudero & González, 2006).

Flores (1977) menciona que "si nos referimos a la digestibilidad de los componentes químicos o principios inmediatos de los alimentos encontramos que tienen también distinta digestibilidad; ésta depende, por una parte, de la proporcionalidad de los distintos componentes entre sí, pero el que influye de manera decisiva es la fibra cruda, ya que además de su poca o nula digestibilidad (de acuerdo al animal que lo consume), su presencia en grandes cantidades disminuye la digestibilidad de los otros componentes lo cual les confiere a los insectos el ser altamente digestibles "in vitro" e "in vivo" (GAMBOA, 1977), (MARTÍNEZ, 1984). *T. gigas* contiene 2.86 puntos porcentuales más de fibra cruda que *L. apiculatum*, se observa un valor de 2.87% y 0.01% respectivamente; en este sentido, se puede concluir que *T. gigas* tiene una menor digestibilidad en el ser humano, comparado con *L. apiculatum*.

El Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), es una categoría del sistema Weende y se encuentra por diferencia y da razón del contenido de carbohidratos analizados por éste método. El ELN no contiene ninguna celulosa, pero puede contener hemicelulosa y algo de lignina. La mayor parte del ELN se compone de almidón y azúcares que otorgan el valor energético al

alimento. Cuando se habla de carbohidratos totales se incluye además la fibra bruta. Cualquier error cometido en las demás determinaciones queda reflejado en el ELN (RAMÍREZ L. G., 2008). En el resultado proximal practicado, se distinguió un valor mayor en *L. apiculatum*, que en *T. gigas*, (6.61% vs 1.12%), lo que indica que los valores energéticos son mayores en la muestra del primero que en la muestra de *T. gigas*.

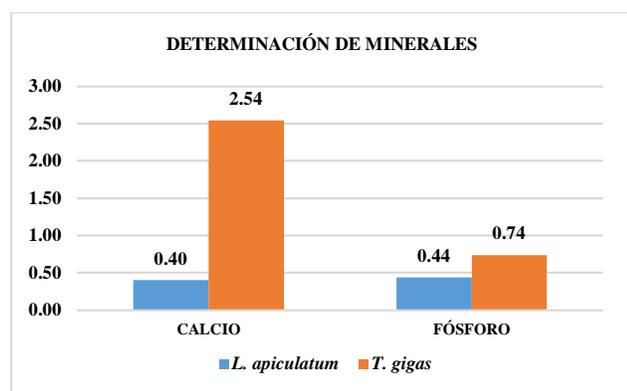


Figura 6. Determinación de minerales (Ca y P).

En los análisis de determinación de minerales, se analizaron Ca y P, arrojando como resultado una mayor cantidad de Ca en *T. gigas* con respecto a *L. apiculatum*. La figura 6 muestra los contenidos. Los minerales son sustancias orgánicas requeridas por el cuerpo humano para una variedad de funciones. En el hombre los minerales se encuentran entre el 4–15% de su peso corporal. El 50% corresponde a Ca, el 25% a P y la otra parte corresponde a minerales como Mg, Na, K y Cu, entre otros. El contenido de proteínas cruda y verdadera fue similar en las dos especies estudiadas, no obstante, en proteína digestible, *L. apiculatum*, mostró una diferencia mayor por 10.81 puntos porcentuales con respecto a *T. gigas* (35.35 vs 24.54%).

De acuerdo con (Aksnes & Opstvedt, 1998,161) la digestibilidad es considerada como uno de los

aspectos más importantes en la evaluación eficiente de los ingredientes y requisito para formulación de dietas biológica y económicamente óptimas. El contenido de fibra cruda es mayor en *T. gigas*. Esta es inversa al contenido de proteína digestible.

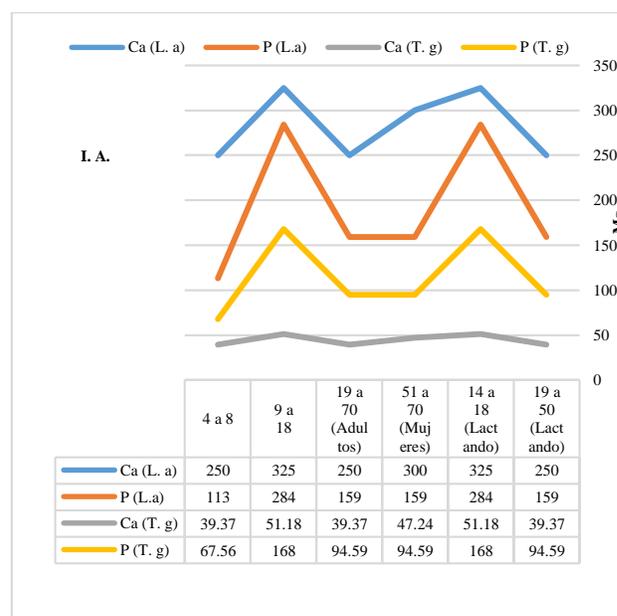


Figura 7. INGESTA ADECUADA (IA) en Mg de Ca y P y contenidos en *L. apiculatum* y *T. gigas*, para cubrir requerimiento diario de Ca y P

#### 4. Conclusiones

Se concluye que el insecto con mayor calificación en calidad alimenticia se considera que es *L. apiculatum* en cuanto a proteína digestible; sin embargo, *T. gigas* mostró un contenido mayor de minerales (específicamente de Ca y P), y aporte energético; así lo demuestra el mayor contenido de cenizas y extracto etéreo, encontrado en las muestras. Así mismo, *T. gigas* resulto ser menos digestible por su alto contenidos de fibra con respecto a *L. apiculatum*. En cuanto a contenido de proteínas no se encontró diferencia significativa entre las dos muestras de insectos analizadas, con excepción de la proteína digestible, siendo mayor en *L. apiculatum* confiriéndole a este la capacidad de

aporte de aminoácidos esenciales indispensables para procesos metabólicos importantes en el ser humano.

## 5. Referencias

- Aldrich, J. R., & Blum, M. S. (1978). Aposematic aggregation of a bug Hemiptera Coreidae, the defensive display and formation. *Biotropica*, 58-61.
- Anónimo. (2015, oCTUBRE 27). Laboratorio de Química. CINA.
- Astiazarán, I., & Martínez, J. (2000). Alimentos, composición y propiedades. Madrid, España: McGraw Hill.
- CONABIO, S., Ocegueda, & J., L. (2008). Himenópteros. In: México: CONAVIO.
- Del Toro, I., P. J., & Mackay, W. P. (2009). Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 296-369.
- Del Toro, I., Pacheco, J. A., & Mackay, W. P. (2009). Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 296-369.
- Dufour, D. (1987). Insects as food. A case study from the northwest Amazon. *American Anthropologist*, 383-397.
- Elorduy, R. J., Muñoz, J., & Pino José, M. (1998). Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 18-33.
- Escudero, E. ,., & González, P. S. (2006). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria* Vol. 21.
- FAO. (1985). Necesidades de energía y de proteínas, informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos. ROMA, ITALIA: IRIS.
- Flores, M. J. (1977). *Bromatología animal*. México: LIMUSA.
- Gabdin, C. (1973). OPIE Cahiers de Liaison. *L'Ethnoentomologie*, 15-17.
- Gamboa, R. M. (1977). Efecto de la adición de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera-Tenebrionidae) a una dieta de iniciación sobre el crecimiento de lechones. *Ciencias (Biología)*, 62.
- Gene, R. (1989). The human use of insects as food and as animal feed. *Bull ESA*. 3, 22.
- Hogue, C. (1987). *Cultural Entomology*. Annual Review of Entomology, 181-199.
- Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (2008). *The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies*. New York: Norton.
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos; Nopala de Villagrán, Hidalgo*. INEGI.
- Lara, J. P., Aguirre, R. J., Castillo, L. P., & Reyes, A. J. (2015). *BIOLOGÍA Y APROVECHAMIENTO DE LA HORMIGA DE ESCAMOLES, LIOMETOPUM*. *Acta Zoológica Mexicana*, 251-264.
- Lobry, d. B., Conacher, L., & J., A. (1990). The role of termites and ants in soil modification: a review. *Australian Journal of soil Research*, 55- 93.
- López, R., O., G., & Ramón, F. (2010). El mundo feliz de las hormigas. *Tip*, 35-48.
- Madrazo, J. A. (2013). *Nutrición y gastroenterología pediátrica*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Martínez, S. N. (1984). Evaluación de la calidad proteínica de tres insectos comestibles de México: *Liometopum apiculatum* (Hymenoptera-Formicidae), *Apis mellifera* (Hymenoptera Apidae) y *Sphenarium* spp. (Orthoptera- Acrididae) por

métodos biológicos. Tesis Prof. Ese. Nac. Est. Prof. Zaragoza Biología UNAM, 94.

Meléndez, P. (2015, Octubre 21). Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y su nomenclatura. El Mercurio Campo.

Meléndez, P. (2015, Octubre 21). Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y su nomenclatura. El Mercurio, 1.

Mittenmeier, R. (1988). Several working papers for the biodiversity. Task Force of the world Bank.

Washington D.C. (1985). Necesidades de energía y de proteínas: informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos. Roma Italia: IRIS.

Osborne, D. R., & Voogt. (1978). The analysis of nutrients in foods. Academic Press, 240.

Pearson, D. (1993). Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Zaragoza, España: Acibria S.A.

Pimentel, D. (1980). Energy and land constrains in food protein production. Science 190, 754-761.

Ramírez, L. G. (2008). Sp. en Análisis Bromatológico y Toxicológico. Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Química Farmacéutica, Facultad de Química Farmacéutica.

Ramos, E. J. (1991). Los insectos como fuente de proteína en el futuro. México: Limusa.

Ramos, J., & Pino, J. (1982). Valr nutritivo y calidad de la proteína de algunos insectos comestibles de México. Folia Entomología, 111-118.

Ramos, J., J. P., & Morales, J. (2002). Análisis químico proximal, vitaminas y nutrimentos inorgánicos de insectos consumidos en el estado de Hidalgo, México. No. 41 (1), 15-29.

Ramos-Elorduy, J., M. J., & Pino M., J. (1998b). Determinación de minerales en algunos insectos

comestibles de México. Journal of the Mexican Chemical Society, 18-33.

Ramos-Elorduy, J., Pino, M., J. M., M. M., C., R. V., F., A. P., M., E. P., & E., B. R. (1984). Protein content of some edible insects in Mexico. Jurnal of Ethnobiology, 61-72.

Robelo, A. C. (1912). Diccionario de aztequismos. México: Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnología.

Rodríguez, P. G. (2004). Determinación de analisis proximal de productos alimenticios. Chimbote, Perú: Universidad Nacional de Santa.

Sahagún, F. B. (1985). Historia general de las cosas de Nueva. México: Porrúa.

Slater, J., & Baranowski, R. (1978). How To Know The True Bugs. WM, C Brown Company Publishers, 256.

Suton, M. Q. (1988). Insects as food: aboriginal entomophagy in the Great Basin. Ballena Press Anthrpological Papers, 115.

Urrestarazu, G. (2000). Manual de cultivos sin suelo. Servicio de publicaciones de la Universidad de Almería, 647.

Ward, B., Magno, A., Walsh, J., & Ratajczak, T. (2012). The role of the calcium-sensing receptor in human disease. Clin Biochem, 45:943-953.

Wilson, E. (1985). The Biological diversity crisis: A challenge to science. Issues Scientific Technology, 20-29.

#### WEBIOGRAFIA

<http://eol.org/pages/609961/overview>

## Acumulación de metales pesados en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza

Yamil Oropeza Arteaga, †Brenda Ponce Lira, Susana Graciela Sánchez Herrera, Nellybeth Rodríguez Martínez.

Autor para correspondencia: [bponce@upfim.edu.mx](mailto:bponce@upfim.edu.mx) [Arteaga\\_1491@Outlook.com](mailto:Arteaga_1491@Outlook.com)

---

### Resumen

A lo largo del tiempo la contaminación de metales pesados influye en diferentes ambientes como lo es en suelo, agua y planta, como se ha presentado en la región del Valle del Mezquital, estado de Hidalgo, en donde desde hace más de 100 años se ha utilizado el agua residual que proviene de la zona metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) con fines agrícolas; en donde la absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso para la entrada de éstos en la cadena alimentaria como resultado de una agricultura convencional. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de plomo, cadmio y cromo en grano de maíz producido en el Valle del Mezquital, mediante diferentes sistemas de labranza y manejo de residuos con la finalidad de identificar el mejor sistema de producción agrícola. Mediante un diseño experimental de bloques al azar con dos replicas y una prueba de medias (Tukey,  $p>0.05$ ), se hace una invitación a productores de la región a cambiar el sistema tradicional que aplican por implementar una rotación maíz con avena, en cero labranza con rastrojo sobre la superficie (MA, CL, D); siendo este tratamiento el ideal para asegurar mínimas concentraciones de metales pesados en el grano de maíz.

**Palabras clave:** labranza, maíz, metales pesados, agricultura convencional

### Abstract

Over time the contamination of heavy metal influences in different environmental as it is in soil, water and plant, as has been presented in the region of the Mezquital Valley, state of Hidalgo, where for more than 100 years it has been used the wastewater from the metropolitan area of Mexico City (ZMCM) for agricultural purposes; where the uptake of heavy metals by plants is usually the first step for entry into the food chain as a result of conventional agriculture. The present research work was aimed to evaluate the concentration of lead, cadmium and chromium in corn grain produced in the Mezquital Valley, by the different tillage systems and residue management with the aim of identifying the best system of agricultural production. Using an experimental design of randomized blocks with two replications and a test of means (Tukey,  $p>0.05$ ), it becomes an invitation to producers in the region to change the traditional system applied by implement a rotation of corn with oats, in zero tillage with stubble on the surface (MA, CL, D); still this treatment is the ideal to ensure minimal concentrations of heavy metals in the grain of corn.

**Keywords:** tillage, maize, heavy metals, conventional agriculture

**Cita:** OROPEZA ARTEAGA YAMIL, PONCE LIRA BRENDA†. Acumulación de metales pesados en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza.

---

## 1. Introducción

La agricultura convencional es un medio que se ha desarrollado por agricultores de todo el mundo a través de los años, dejando muchas consecuencias por las diferentes aplicaciones que se le dan al suelo (subsuelo, rastra, barbecho), así como el uso irracional de agrotoxivos y fertilizantes exponiendo sus producciones a la absorción de metales pesados por los cultivos, siendo generalmente el primer paso para la entrada de éstos en la cadena alimentaria como resultado de una agricultura convencional y un excesivo uso de aguas residuales sin tratar para riego agrícola.

### 1.1 Justificación

El Valle del Mezquital se ubica dentro de los límites del estado de Hidalgo. Situado en lo alto de la meseta mexicana a 60 Km de la ciudad de México, con una altitud entre 1,700 m y 2,100 m sobre el nivel del mar. Cuenta con 27 municipios en donde la mayoría de los habitantes se dedican a la producción ganadera y principalmente a las actividades agrícolas.

Actualmente las actividades en el medio agrícola están siendo desarrolladas en diversos cultivos como lo son alfalfa, maíz, trigo, avena, frijol, jitomates, chiles y betabel en los cuales destaca la producción de grano de maíz en donde el Valle del Mezquital se sitúa en los primeros lugares a nivel nacional. Cabe mencionar que todas las actividades agrícolas se basen en un sistema convencional o tradicional el cual consiste en implementar una serie de maquinarias agrícolas como lo es el subsuelo, con el cual, los productores aseguran una descompactación de sus parcelas, seguido del barbecho y rastra cuyo objetivo principal es invertir los horizontes del suelo para dejar un suelo pulverizado.

Es relevante mencionar una de las problemáticas que aqueja al Valle del Mezquital Hidalgo, la cual ha sido el uso de aguas negras para riego agrícola por más de 100 años. Diversos estudios en el Valle del Mezquital han demostrado que la problemática del agua residual es muy grave, debido que se han identificado la presencia de metales pesados (Zn, Cr, Cd, Hg, Pb y As) en plantas y suelo; lo que hace que dichos metales lleguen a afectar directamente a el ser humano que es el que se alimenta de los diversos vegetales, hortalizas y cereales que son producidos en la región.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar la concentración de cadmio, plomo y cromo en grano de maíz producido en el Valle del Mezquital, mediante diferentes sistemas de labranza y manejo de residuos con la finalidad de identificar el mejor sistema de producción agrícola.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Muestreo aleatorio, de mazorcas, en parcelas dentro de la zona del Valle del Mezquital.
- Preparar y seleccionar la muestra de grano de maíz a evaluar.
- Realizar una digestión ácida para la extracción de plomo, cadmio y cromo.
- Examinar la concentración de plomo, cadmio y cromo mediante un espectrofotómetro de emisión con fuente de plasma.
- Analizar y procesar datos obtenidos mediante paquete estadístico R Core Team (2018).
- Argumentar recomendaciones, con base a los resultados obtenidos.

## 2. Marco Teórico

De acuerdo con la Dirección General de Salud Ambiental, la exposición aguda al Cd puede causar la muerte en humanos ya que se le atribuye la inducción de cáncer de próstata y pulmón, entre otros, tal es el caso de un estudio realizado en Lima Perú, en la comunidad urbana de Chiquitanta, en el que se determinó la concentración de cadmio presente en aguas para consumo humano, donde se encontraron concentraciones medias de cadmio por  $0.00417 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  lo cual indica haber sobrepasado los límites permisibles de  $0.003 \text{ mg}^{-1}$  establecidos por la Organización Mundial de la Salud y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano de Perú; resultados que indican un riesgo latente de intoxicación crónica o bien un grave problema de salud a la población.

Por otra parte, el plomo en sus diferentes formas, puede entrar al organismo por inhalación e ingestión. Pasa al sistema circulatorio a través de los pulmones y el tracto digestivo y se excreta por las vías urinarias y las heces. La manifestación de los síntomas de intoxicación se conoce como plumbismo o saturnismo. El límite máximo permisible de Pb en la sangre es de  $10 \text{ }\mu\text{g}/\text{dL}$  (Infantas, 2005). Por encima de este valor, interfiere en las funciones cognitivas, tal como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Plumbismo y manifestaciones clínicas. Fuente: (Infantas, 2005)

Finalmente, el cromo (VI) es un elemento altamente tóxico para el ser humano y está clasificado por la IARC (International Agency for Research on Cancer) en el grupo I (cancerígeno comprobado en humanos) ya que en exposición ocupacional produce cáncer en el sistema respiratorio (Télez, Roxs, & Gaitán, 2004). Hombre y animales están expuestos al Cr por vía inhalatoria (aire, humo del tabaco), por la piel o por ingestión (productos agrícolas, agua). Entre las ocupaciones a riesgo están: minería y trituración, preservación de madera, soldadura, fabricación de cemento, industria de pinturas, industria del cuero, industria fotográfica, industria galvánica, trabajadores de metales y producción de acero inoxidable (Cuberos, Rodríguez, & Prieto, 2009).

## 3. Metodología

### 3.4.1 Muestreo aleatorio de mazorcas, en parcelas dentro de la zona del Valle del Mezquital.

Las mazorcas de maíz fueron muestreadas en la zona de Valle del Mezquital en el Municipio de

Francisco I. Madero Hidalgo, dentro de las instalaciones de Universidad Politécnica Francisco I. Madero.

Posteriormente se realizó la ubicación física de los tratamientos antes mencionados, ubicados en la plataforma experimental MasAgro, a 20°13'46.9"N 99°05'21.23"W, a una altitud de 2300 msnm.

Se realizó un muestreo aleatorio en donde se representa un lote experimental, que contiene 8 surcos. De los cuales se trazan 3 cuadrantes de 1.5 m de ancho y 3 m de largo de preferencia en los surcos centrales (surco número 4, 5 y 6); esta práctica se realiza en cada lote experimental y posteriormente se cortaron todas las mazorcas que se encuentren dentro de cada cuadrante y se toma una sub muestra de 200 gramos aproximadamente, de cada tratamiento.

### **3.4.2 Preparar y seleccionar la muestra de grano de maíz a evaluar.**

La preparación de la muestra de grano de maíz se debe encontrar en óptimas condiciones para poder desarrollar posteriores estudios. Las condiciones que deberá tener la muestra son: granos completamente secos y totalmente triturados hasta llegar a una consistencia de harina.

### **3.4.3 Realizar una digestión ácida para la extracción de plomo, cadmio y cromo.**

La digestión ácida es el método tradicional utilizado en la preparación de varios tipos de muestras a fin de transferir por completo los analitos en solución para que puedan ser analizados en forma líquida mediante técnicas analíticas.

Se pesó 0.1g de maíz molido de cada tratamiento en 10 ml de ácido nítrico a 150°C, durante 20 minutos.

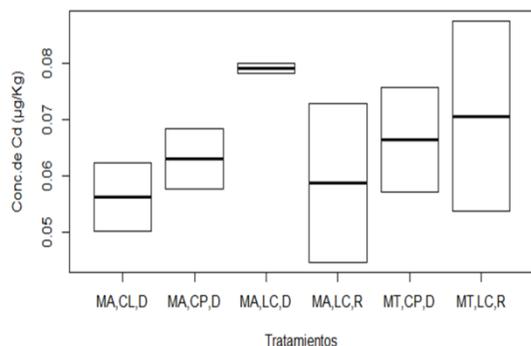
### **3.4.4 Análisis de la concentración de plomo, cadmio y cromo mediante un espectrofotómetro de emisión con fuente de plasma.**

Para el análisis de metales pesados se efectuó un método de adición patrón a las muestras digestadas. Se agregaron 200µl de los estándares de plomo, cromo y cadmio a las muestras reales para su posterior lectura.

Las muestras fueron medidas por Plasma de Acotamiento Inductivo (ICP) en el equipo Perkin-Elmer, (USA) Modelo 8300. Las longitudes de onda empleada para Cd fue de 228.802 nm, para Cr se utilizó  $\lambda = 267.716$  nm y para Pb 220.353 nm lo que permite el rango de detección de 0-10µg/L de cada elemento.

## **4. Resultados**

México es el quinto productor mundial de Cd, y este se encuentra generalmente asociados con el Zn con relaciones que varían en el rango de 200:1 a 400:1 de esta manera el cadmio ha generado preocupación debido a que es considerado como uno de los elementos liberados al medio ambiente más tóxicos para los humanos. El cadmio es un metal pesado considerado como uno de los elementos más tóxicos, junto con el mercurio y el plomo. Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza asociado a distintos minerales, también el hombre ha contribuido desde los inicios de la actividad minero-metalúrgica a la distribución y dispersión de los mismos.

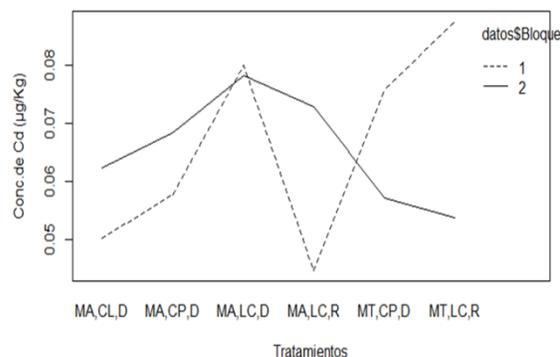


**Gráfica 1.** Concentraciones de Cadmio en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza.

Abreviaciones: M es maíz, A es avena, T es trigo, LC es labranza convencional, CP es camas permanentes angostas, CL es cero labranza, Res rastrojo retirado y D es con rastrojo.

De los tratamientos evaluados el lote de MA,CL,D muestra menor concentración ( $0.05633027 \mu\text{g}/\text{Kg}$  de  $\text{Cd}^{2+}$ ) esto es una ventaja debido a que el productor no solo va ahorrar recurso en maquinaria (subsuelo, rastra y arado), si no a demás su producción va a tener menor o casi nula concentración del metal y el suelo va a mantener su textura y estructura, mejorando ésta última con la presencia de materia orgánica, debido a la presencia de la misma sobre la superficie del tratamiento.

En el lote MA, LC, D presenta la mayor concentración ( $0.07910347 \mu\text{g}/\text{Kg}$  de  $\text{Cd}^{2+}$ ) de todos los tratamientos evaluados, lo cual se considera una desventaja para el productor debido a que la mayoría implementa la labranza convencional lo cual incrementa la inversión debido al uso de diferentes maquinarias agrícolas, así como incrementaría la contaminación de la materia prima por dicho metal.

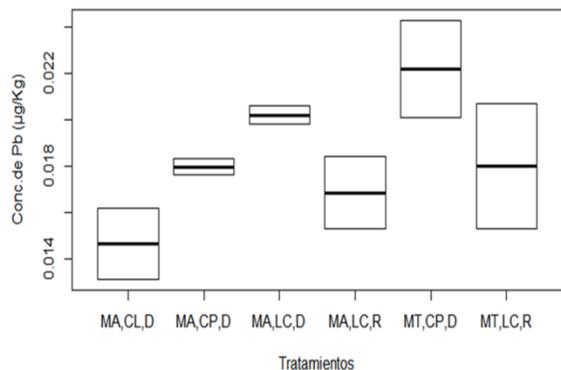


**Gráfica 2.** Comparación de bloques en la evaluación de cadmio en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza.

En la comparación de las dos replicas no existe una homogeneización en todos los tratamientos, el tratamiento más estable fue el MA,LC, D, en el cual no se presenta una gran diferencia entre las dos replicas .La réplica uno de dicho tratamiento presentó una concentración de  $0.08001869 \mu\text{g}/\text{Kg}$  de  $\text{Cd}^{2+}$  y para la réplica dos  $0.07818825 \mu\text{g}/\text{Kg}$  de  $\text{Cd}^{2+}$ , lo cual deja una diferencia mínima entre las dos réplicas de  $0.00183044 \mu\text{g}/\text{Kg}$  de  $\text{Cd}^{2+}$ . El tratamiento que es menos homogéneo fue el MT, LC, R en donde existió una variación de  $0.03374394 \mu\text{g}/\text{Kg}$  de  $\text{Cd}^{2+}$  entre ambos bloques.

De igual manera, el plomo es un metal pesado que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre y ha sido distribuido en el ambiente. Existen compuestos orgánicos e inorgánicos del plomo, que son liberados al aire durante la combustión del carbono y aceite. Este puede ingresar al organismo por tres vías: respiratoria, digestiva y dérmica o cutánea y causar efectos nocivos para la salud del hombre a nivel celular,

sin que ni siquiera puedan ser percibidos a corto plazo.

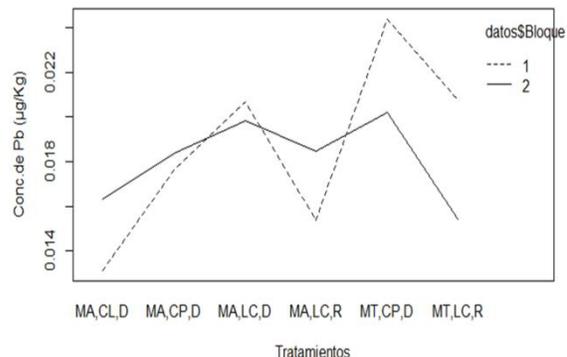


**Grafica 3.** Concentraciones de Plomo en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. Abreviaciones: M: maíz, A: Avena, T: Trigo, LC: Labranza convencional, CP: Camas permanentes angostas, CL: cero labranza, Res: Rastrojo retirado y D: Con rastrojo.

El tratamiento al que le efectuaron camas permanentes (MT, CP, D) es quien ha reportado mayor acumulación de plomo para éste año con (0.022 µg/ Kg de Pb<sup>2+</sup>), dicho tratamiento también reportó el tercer lugar en mayor concentración de cadmio con (0.066 µg/ Kg de Pb<sup>2+</sup>) para el mismo año. Aunado a ello se cree que la estructura de las camas de siembra sumada con el nulo movimiento de suelo y el riego por inundación genera una acumulación de metales propiciado su absorción por la estructura de la planta. Otro de los tratamientos con mayor bioacumulación de plomo es MA, LC, D, el cual reportó (0.020 µg/ Kg de Pb<sup>2+</sup>).

Es importante remarcar que el tratamiento en donde existió la menor concentración de plomo (0.014 µg/ Kg de Pb<sup>2+</sup>) ha sido donde se realizó cero labranza y donde se ha dejado rastrojo sobre la superficie (MA,CL,D), así mismo, dicho tratamiento ha sido reportado con la menor concentración de Cd en el año 2015 (0.056 µg/ Kg de Cd<sup>2+</sup>) es decir; se destaca debido a que en dicho lote experimental no se remueve en lo absoluto el suelo por lo que el productor no invierte en la renta de maquinaria agrícola y beneficia el suelo y al ecosistema en general, así

mismo, asegura la menor concentración de metales en el grano de maíz producido.



**Grafica 4.** Comparación de bloques en la evaluación de plomo en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. Abreviaciones: M: maíz, A: Avena, T: Trigo, LC: Labranza convencional, CP: Camas permanentes angostas, CL: cero labranza, Res: Rastrojo retirado y D: Con rastrojo.

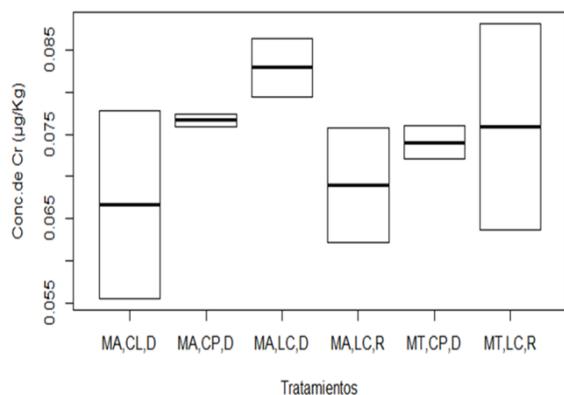
En la comparación de los dos bloques de cada tratamiento existió variación en cada uno de ellos, sin embargo, cabe señalar que los tratamientos más homogéneos han sido aquellos en los que se ha efectuado rotación con avena principalmente con presencia de rastrojo. Los tratamientos más heterogéneos han sido aquellos en los que se ha efectuado una rotación con trigo en ausencia de rastrojo principalmente para éste año. Esto da a conocer la estabilidad en la naturaleza con respecto a la presencia y ausencia de la materia orgánica en el suelo. Es decir, los datos en los que se consideró la cobertura han sido de mayor confiabilidad.

El cromo es un elemento químico que se caracteriza por ser un metal de transición duro, frágil, de color gris acerado y muy resistente a la corrosión.

Sus propiedades mecánicas, incluyendo su dureza y la resistencia a la tensión, determinan la capacidad de utilización de la sustancia.

Posee una capacidad relativamente baja de forjado y enrollamiento, sin embargo, cuando se encuentra absolutamente libre de oxígeno, hidrógeno, carbono y nitrógeno es muy dúctil y puede ser forjado y manejado.

**Grafica 5.** Concentraciones de Plomo en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. Abreviaciones: M: maíz, A: Avena, T: Trigo, LC: Labranza convencional,



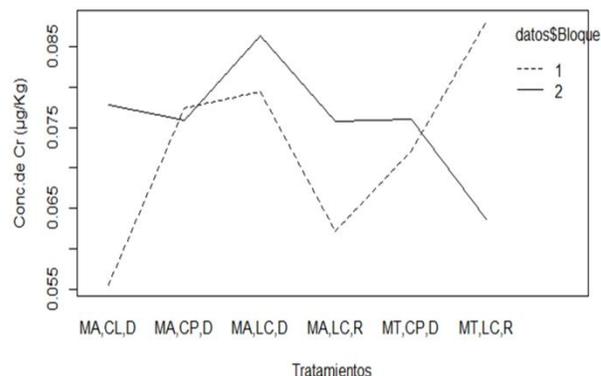
CP: Camas permanentes angostas, CL: cero labranza, Res: Rastrojo retirado y D: Con rastrojo.

De los seis tratamientos evaluados para el 2015 el tratamiento que presenta mayor concentración de cromo es MA, LC, D (0.0820.012 µg/ Kg de Cr<sup>2+</sup>). Es relevante destacar que dicho tratamiento de igual forma obtuvo el primer lugar en mayor concentración de cadmio (0.079 µg/ Kg de Cd<sup>2+</sup>) para el año 2015 y el segundo lugar en mayor concentración de plomo (0.020 µg/ Kg de Pb<sup>2+</sup>) para el mismo año. Al observar los resultados de este año se demuestra que este tratamiento es uno de los menos recomendados debido a que se obtuvieron los primeros lugares en mayor concentración cadmio, plomo y cromo.

Es de suma importancia mencionar que el tratamiento que presenta menor concentración de cromo es MA, CL, D, (0.066 µg/ Kg de Cr<sup>2+</sup>), dicho tratamiento muestra el primer lugar en menor concentración tanto en cadmio como en plomo (0.056 µg/ Kg de Cd<sup>2+</sup>), (0.014 µg/ Kg de Pb<sup>2+</sup>) respectivamente para el año 2015. Este

tratamiento se consideraría el mejor para este año, por lo que el manejo de rastrojo al igual que la rotación de cultivo y la cero labranza influyeron en los lotes experimentales para que absorbieran menor concentración de metales.

**Grafica 6.** Comparación de bloques en la evaluación de



cromo en granos de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. Abreviaciones: M: maíz, A: Avena, T: Trigo, LC: Labranza convencional, CP: Camas permanentes angostas, CL: cero labranza, Res: Rastrojo retirado y D: Con rastrojo.

En la comparación de los dos bloques de cada tratamiento no existió una homogenización para el año 2015 debido a que como se muestra en la grafica 89, la mayoría de los tratamientos no son semejantes en sus réplicas. Estos resultados pueden deberse a diversos factores tanto edafológicos como climáticos debido a que son tratamientos experimentales a campo abierto en donde no se controlan dichas variables. Es importante destacar el tratamiento que presenta mayor homogeneidad (MA, CP, D).

## 5. Conclusiones

Es importante destacar que durante el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizaron metodologías estrictas y evaluaciones con base a normas oficiales mexicanas. Aunado a esto, los resultados obtenidos se muestran con bastante confiabilidad, los cuales fueron discutidos de manera objetiva y sensata para llegar al

determinar que tratamiento es el más adecuado para recomendar la producción de grano de maíz en la zona del Valle del Mezquital con menor concentración de cadmio, plomo y cromo.

El tratamiento considerado como el más apropiado para el sistema de producción en el Valle del Mezquital es MA, CL, D, el cual representa múltiples beneficios al ecosistema, la economía y al sistema de producción en general.

Con dicha investigación se sugiere hacer conciencia sobre las prácticas culturales que actualmente hacen los productores de la región, con lo anterior, se hace un cordial llamado a procurar el manejo adecuado de residuos tanto orgánicos e inorgánicos y así disminuir la contaminación tanto en suelo, agua y aire y hacer un uso integral y sustentable de los recursos a beneficio de todo y de las futuras generaciones.

## 6. Referencias

- Cuberos, E., Rodriguez, A. I., & Prieto, E. (2009). Niveles de cromo y alteraciones de salud en una población expuesta a las actividades de curtiembres en Bogotá, Colombia. *Revista de salud pública*, 11, 278-289.
- Infantas, M. M. V. (2005). Intoxicación por plomo. *Rev Soc Per Med Inter*, 18(1), 22-27.
- Téllez, J., Roxs, M. C., & Gaitán, A. M. (2004). Aspectos toxicológicos relacionados con la utilización del cromo en el proceso productivo de curtiembres. *Revista de la Facultad de Medicina*, 52(1), 50-61.

## Evaluación postcosecha de tres variedades de tejocote (*Crataegus mexicana*).

Urbano Rojas Nabor<sup>1</sup>, Sanchez-Herrera Susana G<sup>1</sup>, Rodriguez Martínez Nellybeth<sup>1</sup>, Ponce-Lira Brenda y Rodriguez-Ortega Alejandro<sup>1</sup>

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

Autor para correspondencia: [ssanchez@upfim.edu.mx](mailto:ssanchez@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

El tejocote ha sido empleado tradicionalmente en México desde tiempos prehispánicos y su cultivo, que es considerado de importancia económica menor, se encuentra distribuido en Puebla, México Tlaxcala, Chiapas, Michoacán, Hidalgo y Morelos. En el tejocote se agrupan más de 150 especies a nivel mundial, de éstas 93 tipos están en México. La presente investigación tiene como objetivo realizar la evaluación postcosecha de 3 variedades de tejocote. Los resultados muestran que la variedad criolla presenta un menor tamaño, y el deterioro del fruto y la pérdida de agua fue en la variedad criolla a los 41 días después de la cosecha, mientras que las otras dos variedades (Chapeado y Calpan gold) solo presentaron problemas de pérdida de turgencia.

**Palabras clave:** *Tejocote, evaluación postcosecha, variedades.*

### Abstract

The tejocote has been used traditionally in Mexico since pre-Hispanic times and its cultivation, which is considered of minor economic importance, is distributed in Puebla, México Tlaxcala, Chiapas, Michoacán, Hidalgo and Morelos. In the tejocote, more than 150 species are grouped worldwide, of these 93 types are in Mexico. This research aims to carry out the post-harvest evaluation of 3 varieties of tejocote. The results show that the was in the criolla variety at 41 days after the harvest, while the other two varieties (Chapeado and Calpan Gold) only presented problems of loss of Turgo

**Keywords:** *Tejocote, postharvest evaluation, varieties*

**Cita:** URBANO ROJAS NABOR†, SANCHEZ-HERRERA SUSANA. Evaluación poscosecha de tres variedades de tejocote (*Crataegus mexicana*).

---

## 1. Introducción

El género *Crataegus* está constituido por alrededor de 15 especies en México y está distribuido en la mayor parte de las zonas montañosas del país (Núñez Colín *et al.* 2008).

El nombre común que reciben las especies de *Crataegus* en México es “tejocote”, nombre que deriva del Náhuatl “*texócotl*”, que significa fruta dura y agria (Patrick Barry, citado por Tukey, 1964), al cual se le atribuyen propiedades medicinales desde tiempos prehispánicos, siendo usado en la medicina tradicional, para el tratamiento de varias enfermedades respiratorias, como: gripe, tos, asma, bronquitis, etc. (Arrieta *et al.*, 2010).

El fruto del tejocote ha sido empleado tradicionalmente en México desde tiempos prehispánicos y actualmente su cultivo, que es considerado de importancia económica menor, se encuentra distribuido principalmente en los estados de México, Puebla, Tlaxcala, Chiapas, Michoacán, Hidalgo y Morelos (Nieto y Borys, 2008).

Desde el punto de vista cultural y comercial, se utiliza en las celebraciones de “*todos santos*” y en navidad para la elaboración de ponches y llenado de piñatas (Borys y Leszczyńska-Borys, 1994; Núñez-Colín, 2009) y se ha demostrado que el fruto tiene alto contenido de vitaminas, minerales y pectinas (Núñez-Colín, 2009).

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar la postcosecha de 3 variedades de tejocote.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Realizar el análisis postcosecha de las variedades Chapeado, Calpan Gold y Criolla cosechadas en el área de fruticultura de la UPFIM

## 2. Marco Teórico

Es un árbol o arbusto caducifolio, a menudo provisto de espinas. Se desarrolla dependiendo de las condiciones en donde se encuentra (Figura 1). Existen árboles muy desarrollados que tienen un solo tronco, pero también existen árboles en forma de arbustos que presentan varias ramas desde el suelo (Nieto, 2007).



**Figura 1.** Árbol de tejocote del área de fruticultura de la UPFIM

La forma del fruto es redonda, aunque existen otras variantes, periforme, elipsoide, pentagonal y oval (Borys y Vega-Cuen, 1984). Diámetro ecuatorial de 5 a 59 mm y diámetro polar de 5 a 48 mm. La epidermis es homogénea, de color amarillo, anaranjado a rojo oscuro o chapeado con rojo de variable tonalidad e intensidad (Figura 2) (Nieto y Borys, 1992).



**Figura 2.** Frutos del árbol de tejocote del área de fruticultura de la UPFIM

En el tejocote se agrupan más de 150 especies a nivel mundial, de éstas, 95 están en América, de ellas 93 tipos están en México, de las cuales se encuentran sólo cinco variedades:

**a) Tempranero o *Crataegus gracilar*.** Este cultivar está registrado en el banco de germoplasma como la accesión número 66 con clave EM66-SCM03, identificado taxonómicamente dentro de la especie *C. gracilar* Phipps. Fue colectado en Santa Catarina del Monte, estado de México, presenta una copa elíptica, una altura de 3.56 metros, presenta 8 espinas pequeñas por brote vegetativo, hojas pequeñas; 3.20 estilos por flor de 0.89 centímetros en promedio, 19.40 estambres, frutos medianos de color amarillo pálido, alto contenido de sólidos solubles (16.0 °Brix) y un amarre de 54.28 frutos por brote reproductivo; su época de fructificación es entre los meses de julio a septiembre (Nieto, *et. al.*, 2008).

**b) Calpan Gold.** Este cultivar está registrado en el banco de germoplasma como la accesión número 86 con clave P86-HUE10, identificado taxonómicamente dentro de la especie *C. mexicana* Moc. & Sessé. Se cultiva

principalmente en Huejotzingo, Puebla, presenta una copa circular, una altura de 4.3 metros, presenta pocas espinas en algunos brotes vegetativos jóvenes; hojas grande; 2.3 estilos por flor de 0.53 centímetros en promedio, 21.8 estambres, frutos grandes de color anaranjado-amarillo, bajo contenido de sólidos solubles (8.75 °Brix) y un amarre de 35.50 frutos por brote reproductivo; su época de fructificación es entre los meses de noviembre a febrero.

**c) Eli o *Crataegus stipulosa*,** su copa es circular de 4,5 metros de diámetro tiene espinas grandes de 3,5 cm y sus frutos son rojos intensos, son de brote reproductivo su temporada es de agosto hasta noviembre. Este cultivar está registrado en el banco de germoplasma como la accesión número 83 con clave CH83-SCC09, identificado taxonómicamente dentro de la especie *C. stipulosa* (HBK) Steud. Fue colectado en San Cristóbal de las Casas estado de Chiapas, presenta una copa circular, una altura de 4.5 metros, presenta 3.67 espinas grandes por brote vegetativo, hojas pequeñas; 3.22 estilos por flor de 0.49 centímetros en promedio, 18.81 estambres, frutos pequeños de color rojo intenso, mediano contenido de sólidos solubles (13.37 °Brix) y un amarre de 45.17 frutos por brote reproductivo; su época de fructificación es entre los meses de agosto a noviembre (Nieto, *et. al.*, 2008).

**d) Centenario o *Crataegus nelsoni* Ettl.** Este cultivar está registrado en el banco de germoplasma como la accesión número 18 con clave CH30C-RRO03, identificado taxonómicamente dentro de la especie *C. nelsoni* Ettl. Fue colectado en Rancho Robelo, San Cristóbal de las Casas estado de Chiapas; presenta una copa elíptica, una altura de 2.73

metros, presenta 2.33 espinas grandes por brote vegetativo, hojas pequeñas; 4.40 estilos por flor de 0.92 centímetros en promedio, 19.20 estambres, frutos pequeños de color rojo escarlata, alto contenido de sólidos solubles (15.20 °Brix) y un amarre de 58.72 frutos por brote reproductivo; su época de fructificación es entre los meses de septiembre a diciembre (Nieto, *et. al.*, 2008).

**e) Chapeado o *Crataegus mexicana* Moc & Sessé.** Este cultivar está registrado en el banco de germoplasma ve HPC100-HUE12, identificado taxonómicamente como la accesión número 100 dentro de la especie *C. mexicana* Moc. & Sessé. Fue colectado en Huejotzingo estado de Puebla; presenta una copa semicircular, altura de 4.6 metros, no presenta espinas, hojas grandes; dos estilos por flor de 0.53 centímetros en promedio, 19.6 estambres, frutos grandes de color anaranjado con un ligero chapeo rojo, bajo contenido de sólidos solubles (8.53 °Brix) y un amarre de 11.78 frutos por brote reproductivo; su época de fructificación es entre los meses de octubre a enero (Nieto *et.al*, 2008).

### 3. Metodología

#### 3.1 Ubicación del área de estudio

El material vegetal se colectó en el área de fruticultura de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero ubicada en la localidad de Tepatepec, en el Municipio de Francisco I. Madero, en el Estado de Hidalgo (figura 3), con las siguientes coordenadas Latitud: 20° 13' 39.53" N., Longitud: 99° 5' 23.31" O, así mismo los análisis se realizaron en el laboratorio de química analítica.



Figura 3. Ubicación del sitio de colecta

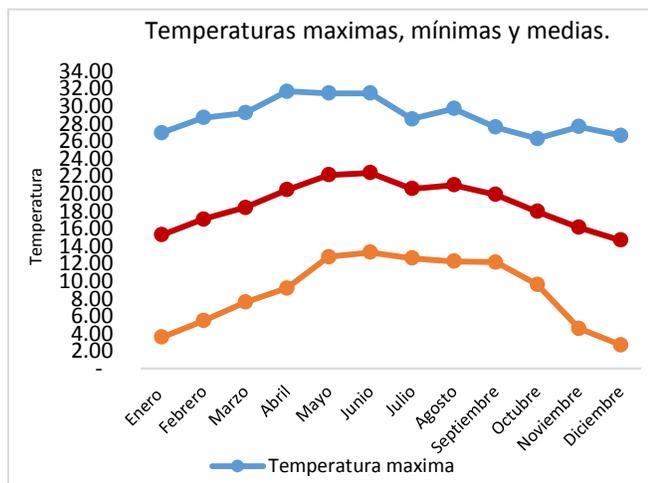
#### 3.2 Colecta del material biológico

Se llevó a cabo la colecta de ½ kg de cada una de las variedades: Chapeado, Calpan Gold y Criollo y se colocaron en bolsas de polietileno.

Para determinar la vida de anaquel se tomaron 10 tejocotes de cada variedad, con fecha de cosecha del 19 de Octubre del 2017, se colocaron sobre una cartulina blanca para poder observar los cambios que presentan en el transcurso del tiempo a temperatura ambiente. Tomando en cuenta las temperaturas registradas de los meses de Octubre y Noviembre del municipio de Actopan Hidalgo, las cuales fueron proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional.

#### 3.3 4. Resultados

En la gráfica 1 se muestran temperaturas en el mes de Octubre con una máxima de 26.29°C, la mínima 9.61°C, y la media con 17.95°C, posteriormente en Noviembre la máxima fue de 27.67°C, con una mínima 4.57°C, y con una media de 16.12°C, de acuerdo a (Arias y Toledo 2000, Salisbury y Ross 2002). El nivel de etileno en frutas aumenta con la madurez de la fruta y temperaturas altas.



**Grafica 1.** Registro de temperaturas del año 2017.

Para el caso de la evaluación postcosecha, los frutos de tejocote presentaron un buen estado físico después de 20 días de cosecha en cada una de las variedades F1, (Chapeado) F2, (Calpan gold) y F3, (Criollo) (figura 4).



**Figura 4.** Fenología de tejocote después de 20 días de cosecha, F1, (Chapeado) F2, (Calpan gold) F3, (Criollo).

Para el caso de la evaluación a los 25 días postcosecha los resultados muestran que, los frutos de tejocote de F1, F2 y F3 no presentaron daños físicos en apariencia (figura 5)



**Figura 5.** Fenología de tejocote después de 25 días de cosecha, F1, (Chapeado) F2, (Calpan gold) F3, (Criollo).



**Figura 6.** Fenología de tejocote después de 27 días de cosecha, F1, (Chapeado) F2, (Calpan gold) F3, (Criollo).

Para el caso de la evaluación a los 27 días postcosecha los resultados muestran que, los frutos de tejocote de F1, F2 y F3 no presentaron daños físicos en apariencia (figura 6)

Para el caso de la evaluación a los 29 días postcosecha los resultados muestran que, los frutos de tejocote de F1, F2 y F3 no presentaron daños físicos en apariencia (figura 7).



**Figura 7.** Fenología de tejocote después de 29 días de cosecha, F1, (Chapeado) F2, (Calpan gold) F3, (Criollo).

A partir del día de cosecha, al 21 de Noviembre del mismo año, se presentó pérdida de turgencia en las tres variedades de tejocote en las muestras F1, # 6, F2, # 6, F3, #5. (Figura 8).



**Figura 8.** Fenología de tejocote después de 33 días de cosecha, F1, (Chapeado) F2, (Calpan gold) F3, (Criollo).

A partir del día 29 de Noviembre del 2017, a los 41 días después de la cosecha las variedades F1, (chapeado), F2, (Calpan gold) y F3, (criollo), presentaron pérdida de turgencia en la mayor parte de las muestras, cabe mencionar que en la variedad F3 (criollo) se reporta un fruto de tejocote en proceso de putrefacción en la muestra número 6, por otra parte las variedades chapeado y calpan gold no presentaron descomposición en ninguna de las muestras. (Figura 9).



**Figura 9.** Fenología de tejocote después de 41 días de cosecha, F1, (Chapeado) F2, (Calpan gold) F3, (Criollo)

## Conclusiones

Los resultados muestran que la variedad criolla es la variedad que pierde las características fenológicas deseables, ya que después de 41 días comienza el proceso de putrefacción en al menos dos frutos, sin embargo las variedades Chapeado y Calpan Gold solo pierden turgencia, debido a las condiciones de temperatura que se presentaron en los meses de octubre y noviembre, por ello es necesario realizar más pruebas como las colorimétricas y pérdidas de peso de los frutos.

## 7. Referencias

Arrieta, J.; Siles B., D.; García S., J.; Reyes T., B.; Sánchez M., M. E. 2010. Relaxant effect of the extracts of *Crataegus mexicana* on Guinea Pig tracheal smooth muscle. *Pharmacognosy Journal* 2(17):40-46.

Arias, C; Toledo, J. 2000. Manual de manejo postcosecha de papaya, piña, mango y plátano (en línea). Italia, FAO [http://www.fao.org/inpho/content/documents/vl\\_ibrary/ac304s/ac304s00.htm](http://www.fao.org/inpho/content/documents/vl_ibrary/ac304s/ac304s00.htm). Consultado 02-02-2019

Borys, M. W. y Leszczyńska-Borys, H. 1994. Tejocote (*Crataegus spp.*) planta para solares, macetas e interiores. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 1:95-107.

Borys, M. W., A. Vega Cuen, 1984. Selección de tipos de tejocote *Crataegus pubescens* H. B. K., en los estados de Chiapas, Puebla y México. Revista Chapingo, 45-46 193-199.

Nieto Á., R. 2007. Colección, conservación y caracterización del tejocote (*Crataegus spp.*). In: Nieto-Ángel, R. (ed.). Frutales Nativos, un Recurso Fitogenético de México. Universidad Autónoma Chapingo, México. 25-41 pp.

Nieto Á., R.; Borys, M. W. 1992. Banco de Germoplasma de tejocote (*Crataegus spp.*) de la República Mexicana. Revista Chapingo. 16(77): 126-130.

Nieto Á., R.; Pérez O., S. A.; Núñez C., C. A.; Martínez S., J.; González A., F. 2009. Seed and endocarp traits as markers of the biodiversity of regional sources of germplasm of tejocote (*Crataegus spp.*) from Central and Southern México. Scientia Horticulturae. 121: 166-170

Núñez-Colín, CA; Nieto-Ángel, R; Barrientos-Priego, AF; Sahagún-Castellanos, J; Segura, S; González-Andrés, F. 2008. Variability of three regional sources of germplasm of Tejocote (*Crataegus spp.*) from central and southern Mexico. Genet. Resources Crop Evol. 55:1159-1165.

Salisbury, B; Ross, W. 2002. Fisiología de las plantas. Madrid, España, Thomson. 954 p.

## Evaluación del Rendimiento de Biomasa en Cultivo de Cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.) Bajo Agricultura Convencional en el Valle del Mezquital

Juárez-Pelcastre, J.<sup>1</sup>; Rodríguez-Ortega, A.<sup>1</sup>; Lara-Viveros, F. M.<sup>1</sup>; Ventura-Maza, A.<sup>1</sup>, Nieto-Aquino, J. C.<sup>1</sup> y Rodríguez-Ortega, L. T.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo, México. C.P. 42660.

\*Autor para correspondencia: [arodriguez@upfim.edu.mx](mailto:arodriguez@upfim.edu.mx)

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de biomasa total obtenido del cultivo de cempoalxóchitl (*Tagetes erecta*) bajo manejo de agricultura convencional con riegos rodados, mediante la utilización de aguas residuales. Esto se realizó durante los meses de julio a noviembre del 2018 en la zona agrícola de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), en la comunidad de Tepatepec, Francisco I. Madero, Hidalgo, con el propósito de comparar el rendimiento de biomasa a mayores rasgos, se establecieron dos densidades de siembra, 4 y 5 plantas por m<sup>2</sup>; las plántulas fueron germinadas en charolas de 338 cavidades utilizando sustrato convencional pet-most y agrolita (en proporciones 70 y 30% respectivamente). Para aumentar el rendimiento de biomasa del cultivo se aplicó una fertilización nitrogenada a base de sulfato de amonio en 2 tratamientos de 100 y 200kg de nitrógeno por hectárea (ha), cabe mencionar, que no se llevó a cabo un manejo hormonal de la planta.

El estudio se estableció en parcelas divididas, en un diseño por bloques completos al azar, con la finalidad de eliminar variaciones por el gradiente de riego y el efecto orilla del cultivo. Estableciendo dos tratamientos y un testigo en tres bloques con 40 unidades experimentales por tratamiento, con un total de 360 unidades experimentales por parcela. Los resultados indican que una fertilización nitrogenada propicia una mayor producción de biomasa y un mayor diámetro de inflorescencia, presentando diferencias significativas con una densidad de 4 plantas por metro cuadrado (4p/m<sup>2</sup>) y una fertilización de 200kg/ha de N, resultando ser esta la más idónea para el establecimiento de cempoalxóchitl en la región del valle del mezquital.

**Palabras clave:** biomasa total, agricultura convencional, fertilización nitrogenada, *Tagetes erecta*, Hidalgo.

**Cita:** Juárez-Pelcastre, J.; Rodríguez-Ortega, A.; Evaluación del Rendimiento de Biomasa en Cultivo de Cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.) Bajo Agricultura Convencional en el Valle del Mezquital

### Abstract

The objective of the present study was to evaluate the total biomass yield obtained from the cultivation of cempoalxóchitl (*Tagetes erecta*) under the management of conventional agriculture with rolled irrigation, through the use of wastewater. This was done during the months of July to November 2018 in the agricultural area of the Polytechnic University of Francisco I. Madero (UPFIM), in the community of Tepatepec, Francisco I. Madero, Hidalgo.

In order to compare the yield of biomass to greater features, two planting densities were established, 4 and 5 plants per square meter; the seedlings were germinated in trays of 338 cavities using conventional substrate pet-most and agrolita (in proportions 70 and 30% respectively). To increase the biomass yield of the crop, a nitrogenous fertilization based on ammonium sulphate was applied in 2 treatments of 100 and 200 kg of nitrogen per hectare (ha), it should be mentioned that no hormonal management of the plant was carried out.

The study was established in divided plots, in a design by complete blocks at random, in order to eliminate variations by the irrigation gradient and the edge effect of the crop. Establishing two treatments and one control in three blocks with 40 experimental units per treatment, with a total of 360 experimental units per plot.

The results indicate that a nitrogenous fertilization promotes a higher biomass production and a greater diameter of inflorescence, presenting significant differences with a density of 4 plants per square meter (4p / m<sup>2</sup>) and a fertilization of 200kg/ha of N, resulting to be this the most suitable for the establishment of cempoalxóchitl in the Mezquital Valley.

**Key words:** total biomass, conventional agriculture, nitrogen fertilization, *Tagetes erecta*, Hidalgo.

## 1. Introducción

El cempoalxóchitl posee una diversidad biológica amplia, la cual es conveniente para su aprovechamiento ornamental; hoy en día podemos tener plantas cuyo tamaño va de 40 hasta 180 cm; con formas de crecimiento globular o ramificada; con distintos periodos de floración (precoz, intermedia o tardía); el número de inflorescencias por planta puede ir de 20 a 120 y el tamaño de inflorescencia de 4 a 16 cm; así como diversos aspectos y coloraciones de la inflorescencia resultantes de las más variadas formas de las flores individuales y de los tonos y combinaciones de color. (Serrato, 2004)

Cempoalxóchitl es un vocablo de origen náhuatl que se usó en la época prehispánica para referirse de forma genérica a un grupo de plantas con características comunes: flores vistosas por su forma y tamaño, con diversidad aromática y de colores llamativos como amarillo, anaranjado y rojo; tales peculiaridades le facilitaron al hombre prehispánico la identificación y clasificación en variedades: cempoalxóchitl, macuilxóchitl, tepecempoalxóchitl, oquichtli, tlalpalcozatli, zacaxochitlcoztic y tlalpaltecacayactli. (Serrato, 2004)

Muchos de los conocimientos que se tienen en Mesoamérica sobre el cempoalxóchitl y sus usos datan de tiempos muy antiguos, precolombinos, y se han mantenido a través de las tradiciones culturales regionales, principalmente entre los grupos indígenas, en los que se encuentran arraigados los usos ceremoniales, medicinales y ornamentales. A partir de la conquista del continente americano, el cempoalxóchitl y algunos de sus usos se han difundido a otros lugares del mundo, si bien algunos autores reconocen la posibilidad de que uno o más tipos de esta planta y usos tengan su origen en regiones no americanas. En los tiempos actuales,

el cempoalxóchitl, en sus diferentes tipos, ha sido objeto de estudios diversos que contribuyen a ampliar sus formas de uso e impulsando su importancia económica. (Castro, 2013)

Se cultiva ampliamente para fines ornamentales en jardines, macetas, entre otros; como medicinal y como complemento del alimento de aves de corral o como tintórea a nivel mundial. Es especialmente importante como planta ritual en los países budistas. Los pétalos de la flor se utilizan para obtener la harina de Marigold, la cual proporciona los pigmentos de xantofilas que se utilizan como alimento balanceado en aves de corral para dar a la carne de pollo y yemas de huevo, un color más vistoso y atractivo. Se usa en menor cantidad en la preparación de cosméticos, productos lácteos, productos de panadería y embutidos. Es estimulante y vermífuga y, también, se usa en casos de reumatismo, resfriados, tos y bronquitis. También sirve para combatir los gusanos del jardín. (Contreras, 2014)

## 2. Metodología

El presente estudio se realizó bajo agricultura convencional a cielo abierto en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), en Tepatepec, Francisco I. Madero, Hidalgo.

Las semillas utilizadas de la especie *T. erecta* corresponden a inflorescencias recolectadas de ciclos anteriores en un huerto familiar, ubicado en la comunidad de Tepatepec, aledaño a la zona del estudio, este lugar se encuentra a una altitud de 1900-2100 msnm, presenta un clima semiárido, de suelos arcillosos, con presencia de lluvias muy marcadas en el mes de septiembre. Inflorescencia naranja, pétalos ligutubulados, de hojas compuestas de tonalidad verde claro con bordes aserrado en los folíolos, de tallos semileñosos de tonalidad verde, son algunas de las características morfológicas más relevantes de *T. erecta*.

La siembra se realizó el 28 de junio en charolas de 338 cavidades, por triplicado en cada cavidad, utilizando como sustrato una mezcla de pet-most y agrolita en una relación de 7:3

respectivamente; la germinación de las plántulas se dio entre los 10 a 15 días de siembra.

El trasplante se realizó a los 45 días después de la siembra, para ello se efectuaron riegos pre trasplante y riegos de auxilio a los 3 y 7 días, posteriormente se realizaron tres riegos de auxilio cada 20 días. La plántula se trasplanta en la costilla del surco; los manejos culturales realizados al cultivo incluyen escardas a mano a los 15 y 25 días de trasplante para el control de malezas, los aporques de tierra fueron realizados con maquinaria agrícola a los 30 y 37 días de trasplante.

Con base en análisis de suelo del sitio de estudio, se determinó que el Nitrógeno (N) es el elemento más deficiente en el suelo, además de presentar un pH de 8.1; por lo que se establecieron dos propuestas de fertilización a base de sulfato de amonio, 100 y 200kg/ha las cuales corresponden al tratamiento uno y dos respectivamente. La fertilización se realizó en 2 aplicaciones; la primera a los 15 días del trasplante, que consto del 30% del fertilizante; colocándolo a pie de planta y recubierto con tierra; la segunda aplicación se realizó a los 30 días de trasplante, posteriormente se realizó un aporque de tierra con maquinaria agrícola.

El desbrote en la planta establece un crecimiento determinado, con el propósito de aumentar la calidad y tamaño de las inflorescencias conservadas; esta se realizó a una altura entre los 20 y 30cm, exactamente después del quinto nudo, dejando así; únicamente 10 axilas, que dan origen a 10 flores con vareta larga.

Para la obtención de datos, se seleccionaron aleatoriamente plantas completas, cortadas por el cuello, dejando la parte radicular en el suelo. Se tomaron 2 muestras por tratamiento, en cada bloque. Las variables a medir fueron: peso fresco de la planta (biomasa), porcentaje de materia seca (peso seco) por cada 100 gramos de peso fresco, altura de planta (del cuello a ultima inflorescencia), número de botones florales principales, largo de vareta y el diámetro de la inflorescencia.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un 95% de

confiabilidad y una significancia de 0.05, además, se utilizó el método de Tukey para la comparación de medias. Esto se realizó utilizando el software estadístico Minitab 17®.

### 3. Resultados

Estos se presentan a continuación para cada variable observada durante el estudio. Las columnas representan las medias de cada tratamiento, al igual que la comparación de las mismas, por lo que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### Biomasa fresca

La producción de biomasa esta denotado por el peso fresco de la planta. En la siguiente gráfica se puede observar que el tratamiento dos en ambas densidades de siembra no presentan diferencias significativas y son el grupo de datos con mayor producción, sin embargo, el tratamiento dos con una densidad de siembra de 4 plantas por metro cuadrado (4p/m<sup>2</sup>), es el cual presenta una producción de biomasa mayor con 640.66 gr por planta.

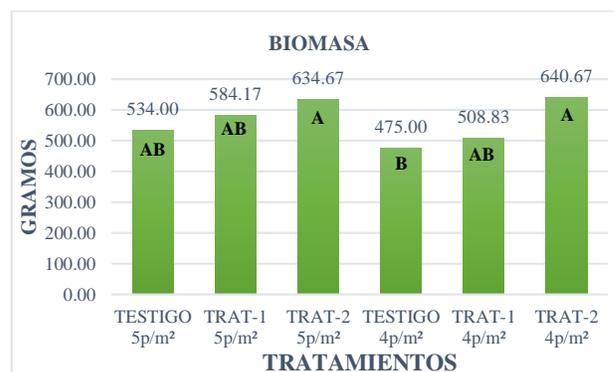


Figura 1. Medias de producción de biomasa.

#### Materia seca

Las condiciones agroclimáticas en la zona de estudio fueron homogéneas para ambas densidades de siembra, sin embargo, los microclimas creados a partir de las mismas densidades y los tratamientos de fertilización aplicados afectan directamente a la calidad del cultivo, una determinante de ello es la cantidad de materia seca (Ms). En la siguiente gráfica se

puede observar que en ambos tratamientos en la densidad de 4p/m<sup>2</sup> presentan el mayor porcentaje de Ms y no muestran diferencias significativas, sin embargo, el mayor porcentaje de Ms lo presenta el tratamiento dos con 18.79%.

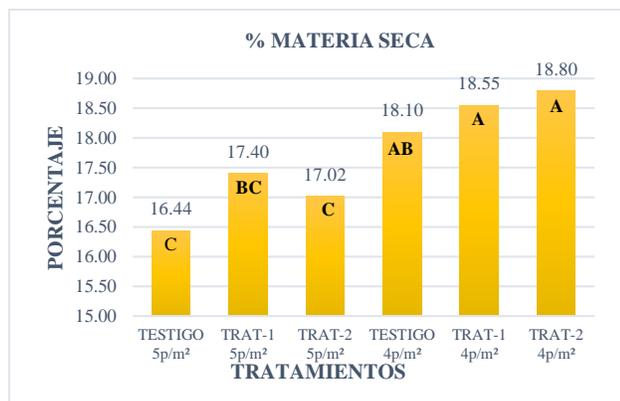


Figura 2. Medias del porcentaje de Ms.

### Altura de planta

La altura (h) de la planta es el resultado final del crecimiento y el punto en el que la misma continúa su desarrollo, como lo es en este caso: la floración. En la siguiente grafica se puede observar que no se presentan diferencias significativas comparando todos los tratamientos y testigos. Cabe mencionar que el tratamiento uno de 4p/m<sup>2</sup> es quien presenta la mayor altura con 90.67cm.

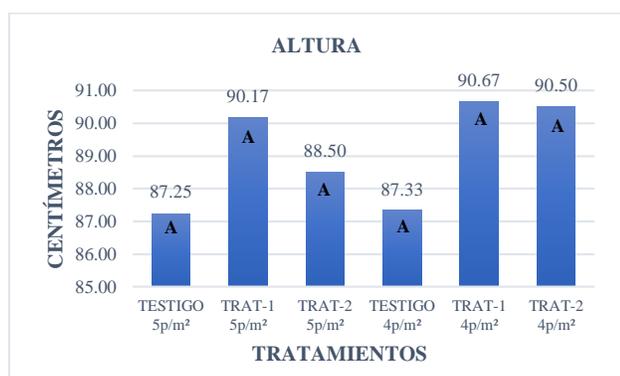


Figura 3. Altura media de cada tratamiento.

### Número de inflorescencias primarias

El mayor interés en el cultivo de cempoalxóchitl son las inflorescencias, al propiciar un crecimiento determinado se restringe la posibilidad de obtener un mayor número de

flores, sin embargo, la calidad es mayor. En la siguiente gráfica se puede observar el número de flores promedio en cada tratamiento, los cuales no presentan diferencias significativas, sin embargo, el tratamiento uno con 5p/m<sup>2</sup>, presenta el mayor promedio con 10.33 flores por planta.

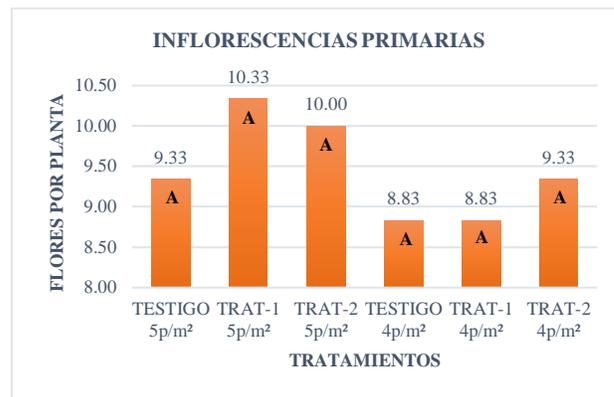


Figura 4. Promedio de inflorescencias por tratamiento.

### Longitud de vara

La vara es como tal, un tallo secundario con la función de darle sostén a la inflorescencia principal, en el mercado una flor de corte de buena calidad, debe poseer una vara de buena longitud. En la siguiente gráfica se puede observar que el tratamiento dos en ambas densidades muestra la mayor longitud, sin embargo, no se presenta diferencias significativas en comparación con el resto de los tratamientos. Siendo el tratamiento dos con densidad de 4p/m<sup>2</sup> quien presentan la mayor longitud de vara, con 64.16cm.

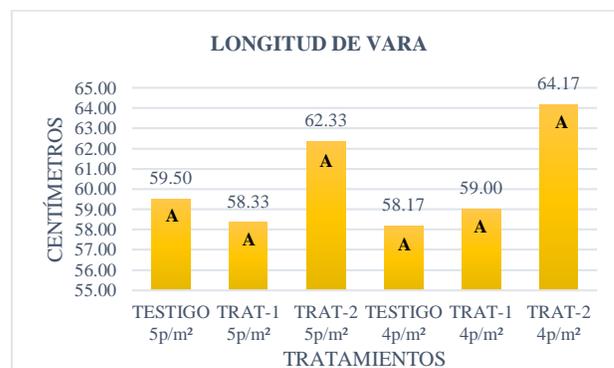


Figura 5. Longitud promedio de varas.

### Diámetro de inflorescencia

Una inflorescencia de buena calidad desde un punto de vista ornamental presenta un porte y tamaño vistoso; siendo el objetivo principal del cultivo de cempoalxóchitl, las flores. En la siguiente gráfica se puede observar que el tratamiento dos de 4p/m<sup>2</sup> muestra el mayor diámetro en ambas densidades, con 9.52cm.

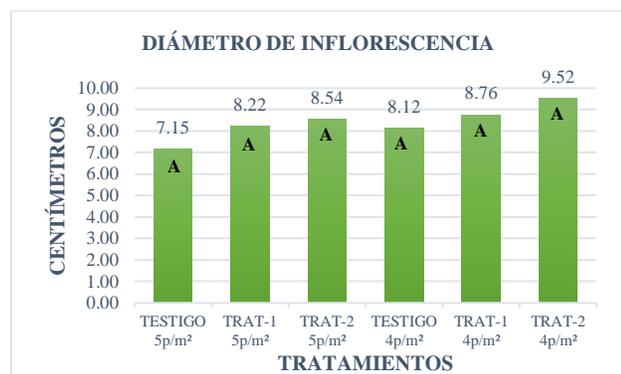


Figura 6. Diámetro de inflorescencia de cempoalxóchitl.

#### 4. Conclusiones

Con base en los resultados podemos concluir los siguientes aspectos:

**Biomasa:** su mayor producción se presenta en el tratamiento dos de ambas densidades con 200kg/ha de N, por lo que concluimos que la aplicación de una fertilización nitrogenada aumenta significativamente la cantidad de biomasa en el cultivo de cempoalxóchitl. Cabe mencionar que debe realizarse un análisis de rentabilidad y determinar la aplicación más adecuada para el cultivo.

**Materia seca:** es notable observar que los tratamientos con mayor porcentaje de Ms, son aquellos que presentan una densidad de 4p/m<sup>2</sup>, esto se debe al microclima que se genera dentro del cultivo. Siendo mayor la incidencia solar, la ventilación y espacio disponible para crecimiento en una densidad de 4p/m<sup>2</sup> que en una densidad de 5p/m<sup>2</sup>.

**Altura total:** comparando todos los tratamientos al no presentar diferencias significativas en altura, se concluye que la altura de la planta está relacionada con el genotipo o la variedad de

semilla usada. Es decir, que una fertilización nitrogenada no propicia un aumento en la altura de la planta.

**Inflorescencias primarias:** comparando todos los tratamientos y al no se presentan diferencias significativas en el número de flores, se concluye que una fertilización nitrogenada no propicia un aumento en el número de flores por planta, sin embargo, el mayor número de flores se presenta en el tratamiento uno de 5p/m<sup>2</sup> con 100kg/ha de N con 10.33 flores por planta, siendo mayor que el tratamiento dos de ambas densidades. Cabe mencionar que al haber realizado un desbrote apical se limita el número de inflorescencia que puede presentar la planta, por lo que también se concluye que una fertilización nitrogenada no afecta o disminuye significativamente el número de inflorescencias.

**Longitud de vara:** comparando todos los tratamientos y al no presentarse diferencias significativas, se concluye que una fertilización nitrogenada no propicia un aumento en la longitud de los tallos secundarios. Aunque cabe mencionar que el tratamiento dos en ambas densidades presentan la mayor longitud de vara en comparación a los demás tratamientos.

**Diámetro de inflorescencia:** siendo el órgano más importante de la planta y el objetivo del cultivo, se observa que el tratamiento dos con 4p/m<sup>2</sup> presenta diferencias significativas en comparación con el resto de los tratamientos, con un diámetro promedio de 9.52cm, concluyendo que una fertilización nitrogenada si propicia un mayor crecimiento y desarrollo de este órgano en la planta.

#### 5. Literatura Citada

Benítez De Rojas C., 2006, Botánica Sistemática; Fundamentos Para su Estudio, Universidad Central de Venezuela, Venezuela.

Campos Muñiz M., Medina Pitalúa J. L., Serrato Cruz M. A., 2010, Aspectos Agronómicos Para La Producción De

- Anis De Monte (*Tagetes filifolia* LAG)  
En Temporal En Ocuilco, Morelos,  
Fitotec, Mex. Vol. 33 (2).
- Castro Ramírez E., 2013, Origen, Naturalez Y Usos Del Cempoalxóchilt, Rev. Geografía Agrícola, Vol. 1 pp:179-189, México.
- Contreras Roldán J.A., 2013, Diferencia En El Rendimiento De Polen De Marigold (*Tagetes erecta* L.) Cultivado A Dos Densidades De Siembra., Universidad Rafael Landívar, Amatitlán, Guatemala
- Escalante Estrada J. A., 2001, Biomasa, Rendimiento, Eficiencia En El Uso Del Agua Y Nitrogeno En Girasol De Humedad Residual, TERRA, Vol. 19 (1).
- Gutiérrez Pulido H., 2008, Análisis y Diseño de Experimentos, Mc Graw Hill, segunda edición, México.
- Santos Coello B., 2016, Calculo De Soluciones Nutritivas En Suelo Y Sin Suelo, Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural, Tenerife.
- Serrato Cruz M.A., Grimaldo Juárez O., González Hernández V.A., 1998, Análisis De Crecimiento Y Evolución Bajo Domesticación En Dos Especies De Cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* y *Tagetes patula*)., Chapingo serié horticultura 4(2), pp. 75-82
- Serrato Cruz M. A., 2004, Cempoaxóchitl: Diversidad Biológica y Usos, Ciencia y Desarrollo en Internet Vol. 1, México.
- Rzedowski, G.c., Rzedowski J., 2001, Flora Fanerogámica Del Valle De México., Instituto De Ecología Y Comisión Nacional Para El Conocimiento Y Uso De La Biodiversidad., Pátzcuaro, Michoacan.

---

## La Responsabilidad Social Empresarial en los Invernaderos de Actopan y el Arenal, Hidalgo.

Diana Hernández Gómez, Zoraida Blancas Olvera, Carlos Mejía Nájera, Álvaro F. Carballo Sánchez

Autor para correspondencia: [dhernandez@uofim.edu.mx](mailto:dhernandez@uofim.edu.mx), [zblancase@upfim.edu.mx](mailto:zblancase@upfim.edu.mx), [cmejia@upfim.edu.mx](mailto:cmejia@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

*Durante las últimas décadas, las empresas han tenido que adaptar sus operaciones a una situación de mayor compromiso con la responsabilidad social empresarial. La búsqueda de un beneficio económico ha tenido que ceder lugar al desarrollo de nuevos objetivos en el campo de la responsabilidad social empresarial que conlleva al desarrollo de políticas y estrategias en las empresas desde diferentes puntos de vista: ético, económico, ambiental y social.*

*La metodología aplicada en esta investigación fue cuantitativa y se desarrolló en 5 pasos: Diseño del instrumento de recolección de información, aplicación de encuestas, análisis de la información, elaboración de una base de datos y elaboración del reporte de resultados.*

*El objetivo del trabajo fue analizar si los invernaderos de jitomate "Licopersicum esculentum" ubicados en Actopan y El Arenal, cumplen con la responsabilidad social empresarial.*

**Palabras clave:** Responsabilidad social empresarial, ético, económico, fiscal, ambiental y social.

### Abstract

*During the last decades, companies have had to adapt their operations to a situation of greater commitment to corporate social responsibility. The search for an economic benefit has had to give way to the development of new objectives in the field of corporate social responsibility that leads to the development of policies and strategies in companies from different points of view: ethical, economic, environmental and social.*

*The methodology applied in this research was quantitative and was developed in 5 steps: Design of the information collection instrument, application of surveys, analysis of information, development of a database and preparation of the results report.*

*The objective of the work was to analyze if the greenhouses of tomato "Licopersicum esculentum" located in Actopan and El Arenal, meet the corporate social responsibility.*

**Keywords:** Corporate social responsibility, ethical, economic, fiscal, environmental and social.

**Cita:** DIANA HERNÁNDEZ GÓMEZ, ZORAIDA BLANCAS OLVERA, CARLOS MEJÍA NÁJERA, ALVARO F. CARBALLO SÁNCHEZ La Responsabilidad Social Empresarial en los Invernaderos de Actopan y el Arenal, Hidalgo.

---

---

## 1. Introducción

La responsabilidad social empresarial (RSE) ha evolucionado en el alcance de su aplicación el impacto social, en la actualidad de la RSE juega un papel muy importante en el ámbito empresarial, ya que es una nueva forma en que las empresas hacen negocios y se gestionan sus operaciones de forma sustentable en lo económico, ético, social y ambiental, reconociendo los intereses de los distintos públicos con los que se relaciona la empresa, como son los accionistas, los empleados, los proveedores, los clientes, etc. Es importante que toda empresa cuente con esta nueva forma de negociación y gestión, ya que le permitirá actuar de forma positiva con su entorno, permitiéndole mejorar la situación comercial.

Los Municipios en los que se realizó la investigación son: Actopan y el Arenal Hidalgo.

El Municipio de Actopan se encuentra ubicado en las coordenadas 20.26978,-98.94568 de latitud y longitud, colinda con Santiago de Anaya al Norte; al Oriente con Atotonilco el Grande; hacia el Sur-este, se ubica Mineral del Chico; y sobre el Poniente, está localizado el Municipio de San Salvador, contando con 41 localidades, y El Arenal con coordenadas 20.22140,-98.91044 de latitud y longitud colinda con los Municipios de Actopan, San Agustín Tlaxiaca y Mineral Chico, contando con 25 localidades. Con el objetivo de analizar si estos invernaderos cumplen con la responsabilidad social empresarial.

### 1.1 Hipótesis

Hipótesis nula: El cumplimiento de la responsabilidad social empresarial permite generar una ventaja competitiva en los invernaderos de los municipios de El Arenal y Actopan, Hidalgo.

Hipótesis alternativa: El no cumplimiento de la responsabilidad social impactara negativamente en la creación de una ventaja competitiva de los invernaderos del municipio del Arenal y Actopan, Hgo.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Analizar si los invernaderos ubicados en Actopan y El Arenal, cumplen con la responsabilidad social empresarial.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las obligaciones tributarias aplicables al sector agrícola.
- Identificar las obligaciones en materia de previsión social para el sector agrícola.
- Analizar las consecuencias que se pueden contraer al evadir impuestos y no proporcionar previsión social a los trabajadores.

## 2. Marco Teórico

La actividad de los invernaderos de jitomate se encuentra incluida en el sector primario; este sector económico se caracteriza por proporcionar la materia prima indispensable para que otros sectores económicos lo transformen y produzcan bienes o servicios, es por ello que el gobierno ha protegido a este sector otorgándoles facilidades administrativas y exenciones como es el caso de Régimen de Actividades Agrícolas, Ganaderas, Silvícolas y Pesqueras.

### Régimen fiscal

En 2014 se incorporó un nuevo Régimen Fiscal, denominado Régimen de Actividades Agrícolas, Ganaderas, Silvícolas y Pesqueras mejor conocido como AGAPES, este es aplicable en forma obligatoria para los contribuyentes personas morales y personas físicas que se dediquen exclusivamente a las actividades ya mencionadas. (Ley del Impuesto Sobre la Renta, 2017)

ISR (Impuesto Sobre la renta)

El Impuesto Sobre la Renta es una contribución directa sobre las ganancias obtenidas en el

ejercicio, siendo las ganancias la diferencia entre los ingresos y las deducciones autorizadas. (Ley del Impuesto Sobre la Renta, 2017).

IVA (Impuesto al valor agregado)

En relación a este impuesto, los ingresos por venta de jitomate están gravados a la tasa 0%. De tal manera que este impuesto se declara cada mes a favor. (Ley del Impuesto al Valor Agregado).

Régimen de actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas y pesqueras. (Ley del Impuesto Sobre la Renta, 2017)

Artículo 74 Deberán cumplir con sus obligaciones fiscales en materia del impuesto sobre la renta conforme al régimen establecido en el presente capítulo, los siguientes contribuyentes:

### **Derecho agrario**

I. Las personas morales de derecho agrario que se dediquen exclusivamente a actividades agrícolas, las sociedades cooperativas de producción y las demás personas morales, que se dediquen exclusivamente a dichas actividades. (Ley del Impuesto Sobre la Renta, 2017).

La previsión social

“La expresión de previsión social designa todos los beneficios de carácter social otorgados a los trabajadores sin distinción, que corresponden a la seguridad social propiamente dicho, o sea cobertura de riesgos en caso de desempleo por motivo de invalidez o muerte, con relación a los beneficiarios del trabajador y lo que se refiere a la asistencia social.

Los invernaderos de jitomate son una actividad rentable. Siempre y cuando se tenga todo en norma con el aspecto fiscal y los cuidados necesarios para evitar la pérdida de cosechas.

### **¿Que son los Invernaderos?**

Es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se plantan, germinan, maduran y endurecen todo tipo de plantas. También se puede definir como el terreno e instalaciones dedicadas a la germinación y crecimiento de

plantas destinadas a la utilización posterior en plantaciones y repoblaciones forestales, ornamentales, frutales, aromáticas, medicinales, cosméticas, etc. (Rosa, 2017).

### **Origen del jitomate.**

El origen del género “Lycopersicon” se localiza en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile, fue en México donde se domesticó, porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero para entonces ya habían sido llevados a España. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta inicios del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio, África y a otros países asiáticos, en Europa también se difundió Estados Unidos y a Canadá.

El tomate fue cultivado por los aztecas en México. La palabra azteca “tomatl” significaba simplemente “fruta acida” y los conquistadores españoles lo llamaron “tomate”.

El tomate es una planta de la familia de las Solanáceas, cuya especie básica se denomina científicamente *Lycopersicon esculentum* Mill (Tigchelaar, 1986)

El sector primario es considerado como la actividad más importante en México, al ser la fuente principal para la supervivencia de la sociedad y la base de otros sectores económicos, por esta razón se debe buscar su permanencia y desarrollo en el mercado (Rosa, 2017)

### **Tipos de suelos.**

La planta no es muy exigente, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante, se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados (Valdez, 1984).

En cuanto al PH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie

cualitativa en invernadero la que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (Richards, 1954)

### Temperatura.

La temperatura óptima de desarrollo oscila de 20 a 30 °C durante el día y de 1 a 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, el mal desarrollo de óvulos, al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C, también originan problemas en el desarrollo de la planta (Rodríguez, 1984)

### Humedad.

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También una humedad relativamente baja a la fijación del polen

### Estructura del Invernadero.

Sobre la construcción material de las estructuras, sujetadores, películas plásticas, mallas sistemas por goteo, calefactores, filtros dosificadores, instalación eléctrica y demás elementos propios y necesarios a la actividad que en su conjunto formen el complejo de edificios y de los contenidos, incluyendo las existencias de flores y plantas.

### 3.4 Metodología.

El presente trabajo se planteó en cinco pasos y se dirigió a productores del sector primario, en específico a los de cultivos protegidos de jitomate “*Lycopersicon esculentum*”; la metodología utilizada fue cuantitativa, ya que los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas fueron analizados, y esto permitió reflejar los diferentes problemas existentes que se presentan en el sector primario.

En el primer paso se estructuró un cuestionario con tres secciones: económico, social y ambiental, con la finalidad de identificar estos factores que inciden en la responsabilidad social, como segundo paso se aplicaron las encuestas a los dueños de invernaderos de jitomate, en los municipios de El Arenal y Actopan Hidalgo, como tercer paso se efectuó el análisis de la información, como cuarto paso se llevó a cabo una base de datos y finalmente en el quinto paso se desarrolló el informe de resultados.

### 4. Resultados

En el presente trabajo se analizaron los aspectos: fiscal, sueldos y de previsión social en los invernaderos de Actopan y El Arenal, Hidalgo. Para determinar si la hipótesis planteada es verdadera o falsa en los invernaderos de Actopan y El Arenal, Hidalgo.

#### Aspecto fiscal

La mayoría de los agricultores no pueden acceder a los apoyos que da el gobierno debido a que fundamentalmente no cuentan con el registro ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

En la Figura 1 se muestra que en promedio el 79% de los productores de jitomate en el municipio de El Arenal no se encuentran registrados en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

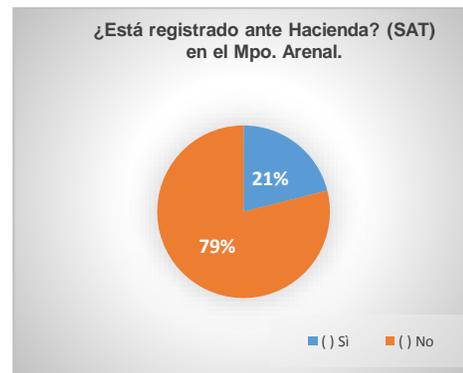


Figura 1 Información estadística sobre registro ante Hacienda en el Municipio del Arenal.

En la Figura 2 se muestra que en promedio el 71% de los productores de jitomate en el

municipio de Actopan no se encuentran registrados en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.



Figura 2. Información estadística sobre registro ante Hacienda en el Municipio de Actopan. (Propia)

A pesar que la CPEUM marca como obligación el pagar impuestos (Art. 31 Fr IV de la CPEUM) y que su incumplimiento se encuentra sancionado con una multa de \$1,932.00 a \$5,796.00. (Art. 80 CFF).

La Responsabilidad Social empresarial, representa una nueva forma de hacer que las empresas se enfrente a la competitividad dentro del mercado por lo que es necesario llevar a cabo la formalidad en el aspecto fiscal. Actualmente las empresas que emiten facturas electrónicas obtienen una mejor imagen, lealtad de clientes y el reconocimiento social, además que las ventas aumentan puesto que, en México, el uso de la factura electrónica es obligatorio desde el año 2014 y en beneficio para las Pymes el SAT cuenta con la opción de generar facturas electrónicas con validez para acreditarse y deducirse fiscalmente sin costo a través de su página. Cabe mencionar que la sanción por no expedir CFDI para 2018 va desde \$15,280 hasta \$87,350. (Expansión, 2016).

### Previsión social

Durante la revolución industrial empezaron a introducirse las maquinas al proceso operativo de las empresas para efectuar la producción en serie, apareciendo nuevas condiciones de la producción fabril: los accidentes de trabajo.

Dicha insuficiencia o vacío de protección frente a los nuevos riesgos se integró la instauración de los Seguros Sociales, mediante dos mecanismos: el mutualismo obrero y las leyes de accidentes de trabajo. (Cabieses, 2013) Por lo tanto el patrón tiene la obligación de brindar previsión social a los trabajadores, en el caso de los patrones que no se encuentran bajo el padrón de registro ante el Instituto Mexicano del Seguro Social será sancionado a pagar multas que pueden ir desde \$1,600.00 hasta \$28,014.00, dependiendo de la norma que haya sido violada por la empresa. Además, de acuerdo con el artículo 308 de la Ley del Seguro Social, se tendrá que pagar lo que no se haya liquidado por cada uno de los trabajadores y, si este monto excede los 13 mil salarios mínimos, podrá ir a prisión de 2 a 5 años. ( Ley del Seguro Social).

El 100 % de los invernaderos de jitomate no ofrecen ninguna previsión social en el municipio de El Arenal.

En la Figura 3 se muestra que el 82% de los invernaderos de jitomate no ofrecen ninguna previsión social en el municipio de Actopan.

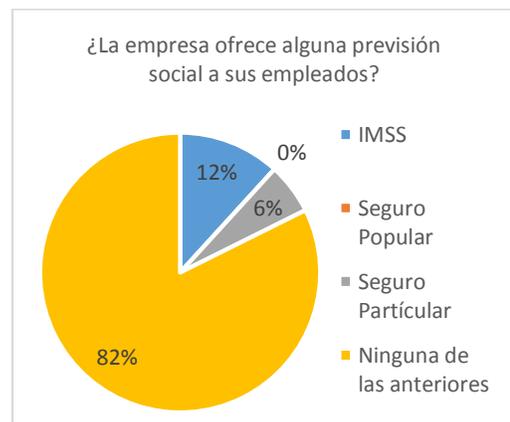


Figura 3 La empresa ofrece alguna previsión social a sus empleados en el Municipio de Actopan, Elaboración propia.

Un reciente informe titulado Derechos Humanos y Pobreza elaborado por la organización Acción Ciudadana Frente a la Pobreza y la Comisión Nacional de Derechos Humanos es positivo de acuerdo a las figuras anteriores pues señala que actualmente existen 68 millones de mexicanos que no cuentan con seguridad social o requieren

de pagar para recibir atención médica. (Humanos, 2018).

En la Figura 5 se muestra que el 92 % de los invernaderos de jitomate ofrecen un salario diario entre \$173.00 a \$258.00 en el municipio de El Arenal.

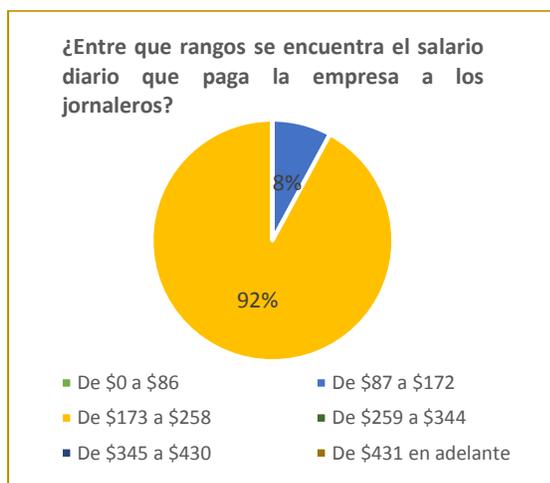


Figura 5. Rango del salario diario que paga la empresa a los jornaleros en el Municipio de El Arenal.

En la Figura 6 se muestra que el 92 % de los invernaderos de jitomate ofrecen un salario diario entre \$173.00 a \$258.00 en el Municipio de Actopan.

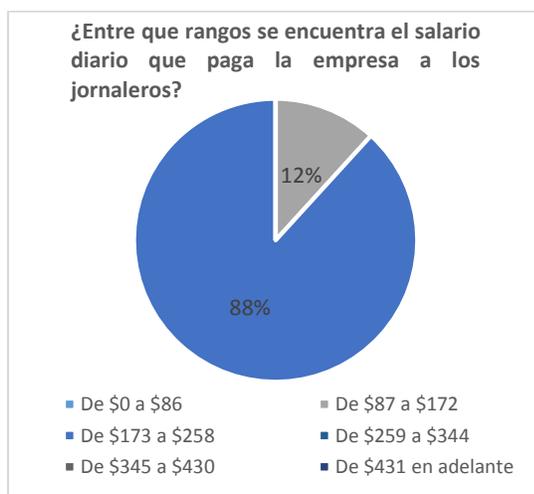


Figura 6. Rango del salario diario que paga la empresa a los jornaleros en el Municipio de Actopan.

En la figura 7 se muestra que los sueldos que obtienen los trabajadores de los invernaderos es el mínimo y en la mayoría de los casos no alcanza para cubrir la canasta básica. Con lo que se infiere que su sueldo no les alcanza para comprar los alimentos de primera necesidad.

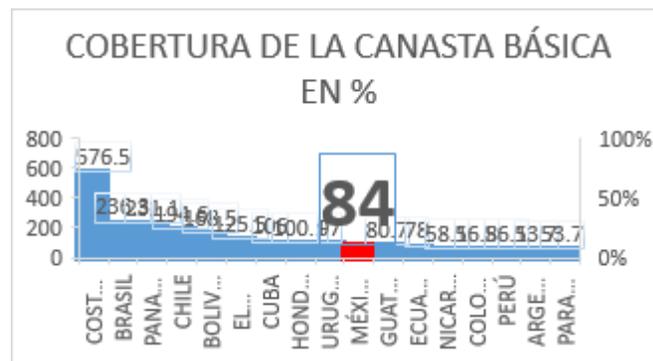


Figura 7. Cobertura de la canasta básica en porcentaje (Economista, 2017)

## Conclusiones

En los municipios de Actopan y El Arenal no cuentan con la responsabilidad social empresarial, como se muestra en el resultado de las encuestas aplicadas, ya que no cuenta con responsabilidad social, en dichos municipios, por lo que es necesario brindar mayor información en cuanto a las obligaciones que adquiere al realizar actividades económicas.

La práctica de la Responsabilidad Social Empresarial reditúa ventajas como obtener la lealtad y captar nuevos clientes, mejorar la relación con el entorno, así como la imagen o reputación corporativa, mejorar el clima laboral y reducir el nivel de conflictividad laboral, un mayor margen de maniobra en situaciones críticas y el posicionamiento y diferenciación de marca, entre otras. Esta afirmación es contundente ya que numerosos estudios han demostrado que las organizaciones que avanzan en políticas de Responsabilidad Social logran que sus empleados mejoren sus condiciones laborales y aumenten su productividad, condición necesaria para su seguridad y repercute directa y positivamente en los

---

resultados y competitividad. Como puede apreciarse, las organizaciones que practican la responsabilidad social poseen cualidades y características culturales que generan visiones y valores compatibles con el interés social, promueven el fortalecimiento del tejido económico y social local, fomenta la cultura de conciencia social; aunque para lograrlo hay que realizar un cambio de actitud y comportamiento, que involucre a todos los miembros e incentive las prácticas de Responsabilidad Social, como una nueva visión y estrategia de negocios.

Así, podemos concluir que efectivamente, la Responsabilidad Social Empresarial representa una oportunidad de cambio en la cultura organizacional para la empresa que la lleva a la práctica como estrategia de negocios y se expande al exterior mediante la interacción de sus miembros con la sociedad. En conclusión, la hipótesis nula por ende se rechaza y la alternativa es aceptada puesto que un porcentaje de más del 50% de los invernaderos del municipio del Arenal y Actopan no cuentan con responsabilidad social empresarial.

Posteriormente lo que refleja en los resultados es necesario que se capacite a los productores en actividades o cursos con énfasis empresarial y fiscal para poder disminuir el porcentaje del número de invernaderos que no cuentan con la responsabilidad social empresarial.

## 6. Referencias

Álvarez, S. (14 de 04 de 2014). SAT. Obtenido de <https://expansion.mx/mi-dinero/2014/04/11/multas-y-embargos-al-que-no-declare>

Centro de análisis multidisciplinario. (29 de Abril de 2018). El Salario mínimo en México. Obtenido de El Salario mínimo en México: <https://cam.economia.unam.mx>

Daniel, P. C. (2013). La economía del narcotráfico y su dinámica en América Latina. *Revista de ciencias sociales*, 153.

Economista, E. (26 de 02 de 2017). La fragilidad del salario mínimo en México. *El economista*.

Fisco Agenda. (2017). *Ley del Impuesto Sobre la Renta*. México: Editorial ISEF.

Guenkov. (1974). *El tomate rojo*. México: Trillas.

INEGI. (2009). Centro paot.org.mx. Obtenido de [http://centro.paot.org.mx/documentos/inegi/scnm\\_pib05-09.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/inegi/scnm_pib05-09.pdf)

INEGI. (2 de mayo de 2009). Instituto Nacional de Geografía Estadística. Obtenido de <http://www.inegi.com>

INEGI. (2009). [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx). Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/otras/enaproce/default.aspx>

Ley del Seguro Social. (1995). Título primero disposiciones generales Capítulo único. México.

Ley Federal del Trabajo. (1970). Capítulo 1, disposiciones generales. México.

Márquez, Gabriel Corona;. (2013).

Richards. (1954). *El tomate Rojo*. México: Trillas.

Rodríguez. (1984). *El Tomate Rojo*. México: Trillas.

Rosa, D. L. (Enero de 2017). Régimen de Tributación del sector primario. Obtenido de <file:///C:/Users/Adilenne/Desktop/jitomate.pdf>

SAGARPA. (s.f.). SAGARPA. Obtenido de SAGARPA: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

SAT. (2017). [go.mx](https://www.sat.gob.mx). SAT. Obtenido de <https://www.sat.gob.mx/consulta/55158/beneficios-y-facilidades-del-regimen-de-incorporacion-fiscal>.

---

Siller, M. C. (2011). Tomate rojo cultivo y control parasitológico. México: Trillas.

Tigchelaar. (1986). El Tomate Rojo. México: Trillas.

Utrera, M. A. (25 de Marzo de 2013). Previsión social. Obtenido de Previsión social: [www.fiscalistas.com.mx](http://www.fiscalistas.com.mx)

Valdez, A. G. (1984). El tomate Rojo. México: Trillas.

---

## Incidencia de Heno motita (*Tillandsia recurvata*) en 4 variedades de árboles frutales

Alvarado-Aguilar, c. P.,<sup>1</sup> García-Romero, C.,<sup>1</sup> Juárez-Candelaria, M. A.,<sup>1</sup> Rodríguez-Ortega, A.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo, México. C.P. 42660

\*Autor para correspondencia: [arodriguez@upfim.edu.mx](mailto:arodriguez@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

El presente trabajo se realizó durante el mes de enero 2019, en la Universidad Politécnica De Francisco I. Madero, se ha observado que las semillas de *Tillandsia recurvata* se diseminan en el invierno. El objetivo de esta investigación fue determinar el grado de incidencia que se presenta en los árboles frutales de manzana y tejocote. Se reporta mayor incidencia en la manzana Top red con un total de 95 henos en 31 árboles de una población de 35, con un promedio de 3 henos por manzana. También encontramos que *T. recurvata* se adhiere a una altura promedio de 0.94 metros en el tallo. La manzana Supreme presentó 69 henos y el tejocote chapeado 44, localizados a una altura promedio de 0.95 y 1 m respectivamente. El tejocote Gold, presentó la menor incidencia pues en 10 árboles muestreados en promedio se contaron 2 henos a una altura de 1.10 m.

**Palabras clave:** manzana, tejocote, *Tillandsia recurvata*, incidencia.

### Summary

The present work was carried out during the month of January 2019, at the Polytechnic of Francisco I. Madero, it has been observed that the seeds of *Tillandsia recurvata* are disseminated in the Winter. The objective of his research was to determine the degree of incidence that occurs in the fruit trees of Apple and tejocote. Higher incidence is reported in the Top Apple network with a total of 95 had in 31 trees of a population of 35, with an average of 3 hens for manzana. We also found that *T. recurvata* adheres to an average height of 0.94 meters in the stem. The supreme Apple presented 69 hens and the 44 tejocote plywood, located at an average height of 0.95 and 1 m. respectively. The tejocote Gold, had the lowest incidence because in 10 sampled trees on average 2 hens were counted at a height of 1.10 m.

**Keywords:** Apple, tejocote, *Tillandsia recurvata*, incidence

**Cita:** ALVARADO AGUILAR C. P., GARCÍA ROMERO C., JUAREZ CANDELARIA M.A., RODRIGUEZ ORTEGA A. Incidencia de Heno Motita (*Tillandsia recurvata*) en cuatro variedades de arboles frutales.

---

## Introducción

En julio del 2018 se inició un plan de saneamiento forestal en el Parque Nacional de Tula, debido a que heno motita se ha convertido en un problema de plaga y ha afectado 20 ha de este parque. Según informó CONAFOR esta planta epífita segrega una sustancia que actúa como inhibidor del desarrollo de la planta (alelopatía) además impide el intercambio del oxígeno ya que se adhiere al árbol y tiene rápida reproducción.

Esta plaga se encuentra con mayor frecuencia en huizache, mezquite, palo dulce, encinos, entre otros.

En México se reportan 363 especies de bromelias organizadas en 18 géneros, de las cuales el 70% son endémicas (Espejo 2004) La familia se ha dividido tradicionalmente en tres subfamilias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae y Bromelioideae que se han caracterizado con base en su forma de vida, posición del ovario, tipo de fruto, morfología de la semilla y margen de las hojas; la subfamilia Tillandsioideae alberga plantas mayormente epífitas con margen foliar entero, ovario súpero, fruto capsular y semillas con un coma de pelos; son esencialmente un grupo de especies

hermafroditas, aunque algunas presentan sistemas de cruzamiento diferentes y poco comunes. Tillandsioideae son plantas epífitas o litófitas, escasamente terrestres, donde los frutos

son cápsulas y las semillas presentan apéndices plumosos, que le permiten dispersarse a grandes distancias con ayuda del viento. (Mondragón et al., 2011).

## Tillandsia

Es una planta epífita, tienen la ventaja de colonizar el dosel de árboles y arbustos sin la necesidad de invertir recursos en la producción de sistemas vasculares complejos y en algunas ocasiones, no establecen relaciones metabólicas con el forofito; sin embargo, han sido llamadas “parásitas de espacio” debido a que compiten con el hospedero por la luz. En contra parte, algunas veces son consideradas como comensalistas, excepto cuando modifican significativamente la morfología del forofito y además le ocasionan daños físicos (Castellanos et al., 2005).

En Venezuela se utilizó a *Tillandsia recuvata* como un bioindicador, ya que cumple con las siguientes características: a) Un periodo de vida relativamente largo; b) ser estenoicos, es decir, de requerimientos ecológicos mínimos y precisos; y c) ser sumamente sensibles a los cambios que puedan producirse en su entorno. Otros aspectos importantes incluyen d) tolerancia a los agentes contaminantes; e) abundancia en el área de interés y poca o ninguna movilidad; f) respuesta a las concentraciones que se presumen y serán evaluadas; g) diseño sencillo del muestreo y preparación, siendo de

fácil recolección; y h) acumulación de los elementos a estudiar accesibles por las técnicas analíticas rutinarias (Guzmán 2015) y se concluyó que *T. recurvata* es un potencial biomonitor para el C y S.

## 2. Metodología

En el mes de enero se muestrearon 4 variedades de árboles frutales distribuidos en 4 hileras, una hilera por cada variedad, se encuentran en la parcela denominada “morera” en la Universidad Politécnica De Francisco I. Madero ubicada en el municipio de Francisco I. Madero con las coordenadas demográficas al norte 20°17', al sur 20°10' de latitud norte; al este 99°00', al oeste 99°09' de longitud oeste. El municipio representa el 0.29% de la superficie del estado. El municipio de Francisco I. Madero colinda al norte con los municipios de Mixquiahuala de Juárez y San Salvador; al este con el municipio de San Salvador; al sur con el municipio de Ajacuba; al oeste con los municipios de Ajacuba y Mixquiahuala de Juárez. (INEGI, 1998) Con una población total del Municipio Francisco I. Madero es de 29466 personas, de cuales 13896 son masculinos y 15570 femeninas. Cuenta con un clima templado frío, con una temperatura media anual de 17° C y una precipitación pluvial anual de 540 milímetros por año. El suelo pertenece a la era mesozoica, de tipo castaño calcáreo, rico en materia orgánica y nutrientes; el uso principal de la tierra es agrícola,

agostadero, la mayor parte es pequeña propiedad y ejidal.

Las 4 variedades de frutales muestreadas fueron; Manzana supreme, manzana top red, tejocote chapeado y tejocote gold. Las variables analizadas estadísticamente fueron; número total de henos por cada árbol frutal, altura de posición del heno, numero de hojas y diámetro del heno más pequeño que se encontraba en cada árbol.

Para obtener la incidencia que existe dentro de una población se realizan muestreos, en este trabajo se realizó un conteo detallado para obtener el promedio existente de heno motita por cada árbol frutal y así poder determinar que variedad está siendo afectada más por esta planta epifita, ya considerada plaga. Se localizó el heno más pequeño adherido al tronco, con una cinta métrica se midió la distancia tomando desde el cuello del hospedero hacia la posición del heno a esto se le denominó altura de posición. A este mismo heno se le contabilizaron las hojas que presentaba, al terminar de contar las hojas se midió el diámetro con un vernier. Todo esto se realizó en un lapso de 5 días.

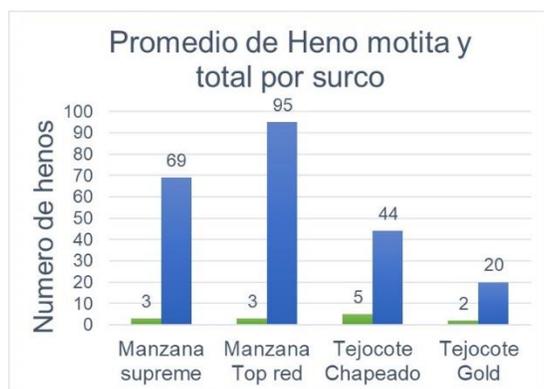
## 3. Resultados

En noviembre del 2017 la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) explicó que *T. recurvata* se ha convertido en un problema de plaga en al menos 19 municipios del estado de Hidalgo entre las zonas afectadas se encuentra el Valle

del Mezquital. Los resultados de esta investigación se describen a continuación:

### Incidencia de Heno motita

De acuerdo al trabajo realizado se muestra en la gráfica 1 que la manzana Top red tiene mayor infestación de plantas epifitas, ya que encontramos en 31 de 35 árboles de la variedad se presentó un total de 95 henos motita y en promedio se reportan 3 *T. recurvata* por árbol. Mientras que el tejocote Gold tuvo menor presencia tan solo se presentó en 10 árboles con un promedio de 2 *T. recurvata* por árbol frutal de esta variedad. (Gráfica 1)

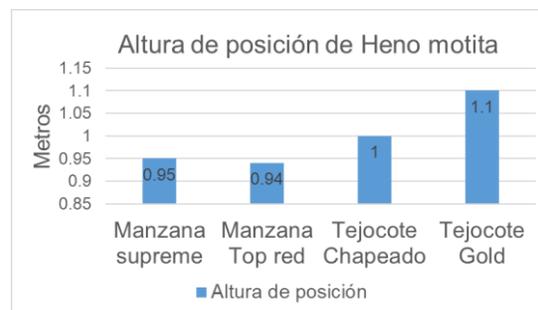


Gráfica 1 Presencia de número de heno motita por surco y promedio por árbol

### Altura

De acuerdo a la variedad que ha sido más afectada por *T. recurvata* y como se observa en la gráfica número 2. Esta planta se posiciona a la altura de .94 metros del tallo del árbol. Todas las variedades presentan similitud en la altura de posición de *T. recurvata*. Siendo 1.1 metros la altura máxima en la que se hospeda esta planta

epifita. ¿Por qué se tomó en cuenta la altura de posición? Esto se debe a que las semillas son dispersadas por medio del viento, así que se considera que es una planta aérea porque al igual que la encontramos en la parte alta de los árboles se encuentra en los cables de luz.



Gráfica 2. Altura en la que se posiciona heno motita.



Figura 3 Medición de la altura de posición de Heno motita

### Número de hojas

El heno se desarrolla en verano, florece en el otoño y se propaga en invierno cuando los árboles pierden hojas. Va a desarrollar con mayor rapidez si presenta el clima perfecto para crecer, en la gráfica número 4 se observa la cantidad de hojas que *T. recurvata* posee de

acuerdo a su crecimiento. Se muestra que en el árbol de manzana supreme y tejocote chapeado tiene mayor capacidad de desarrollarse ya que presenta mayor número de hojas (Figura 4 y 5).

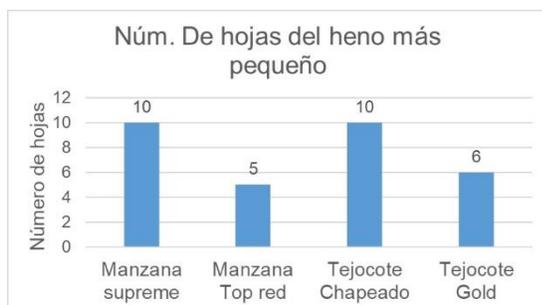


Figura 4 Número de hojas de heno.



Figura 5 Heno motita adherido a un árbol frutal

### Diámetro

En la gráfica 6 se puede observar que el diámetro del heno motita, y no influye en el hospedero en el que se encuentre. Aunque aún no hay estudios realizados a fondo sobre como tenga que ser el desarrollo de la planta.



Figura 6 Diámetro de *T. recurvata*

## 4. Conclusiones

Se determinó la incidencia de *T. recurvata* en 4 diferentes hospederos. Está plaga afecta a 19 municipios del estado de Hidalgo. Convirtiéndose en un grave problema ya que inhibe el crecimiento del hospedero y causa su muerte lenta pero ininterrumpida.

Se sugiere realizar la aplicación de bicarbonato de sodio, poda de ramas secas y la eliminación mecánica de borlas en ramas verdes y fustes.

## 5. Literatura citada

- Cach perez, M., Andrade, J. L., & Reyes García, C. (2004). *La susceptibilidad de las Bromeliáceas epífitas al cambio climático*. merida.
- Castellanos, I., Cano, Z., & Hernandez, B. (2005). Efecto de tillandsia recurvata l. (bromeliaceae) sobre el éxito reproductivo de fouquieria splendens engelm. (fouquieriaceae) .

Chavez Gamboa, A. G. (2009). Respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica para el control de heno *Tillandsia recurvata*. Saltillo .

Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., Ramírez-Morillo, I., Holst, B. K., & Till., H. L. (2004). "Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species. Mexico.

Guzmán Rojas, J. J. (2015). Determinación del contenido de carbono y azufre en *Tillandsia recurvata* (L.) L., Obtenido mediante un biomonitoreo pasivo en la zona central de caracas.

INEGI. (1998). Cuadernillo estadístico municipal. Mondragón, D. M., Ramírez, I. M., Flores, M., & García, J. G. (2011). La familia Bromeliaceae en Mexico . Texcoco.

Torres Espinosa, L. M., & Flores, J. D. (2012). manual de aplicación de productos químicos para el control de Heno de mota *Tillandsia recurvata*. INIFAP

## Evaluación de un Humedal Artificial de Flujo Superficial para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas

Ilda Ramirez González, Nellybeth Rodríguez Martínez, Pedro González José, Susana Graciela Sánchez Herrera, Brenda Ponce Lira

Autor para correspondencia [nrodriguez@upfim.edu.mx](mailto:nrodriguez@upfim.edu.mx).

---

### Resumen

Se llevó a cabo el diseño y construcción de un humedal artificial de flujo superficial, con el objetivo de tratar el agua residual doméstica. Se realizó la toma de datos de campo, se diseñó y construyó el reactor, para posteriormente colocar platanillo (*Canna glauca*) para el tratamiento y depuración de aguas residuales. En el diseño se consideró la ubicación y superficie disponible, se contabilizó el flujo del influente, la retención hidráulica, la dimensión del lecho rocoso, el volumen del tanque de almacenamiento. Se consideró la resistencia (mecánica, presencia de sulfatos y sustancia de limpieza y sanitización) y permeabilidad, para garantizar su vida útil. Se construyó un prototipo donde se caracterizó la calidad del agua por medio de una sonda multiparamétrica HI 9828-0®, en el afluente y efluente del reactor. De los resultados más relevantes se tiene que, la cantidad de oxígeno, el pH, la CE, la resistividad, los STD, salinidad y el ORP, son parámetros que se vieron favorecidos con la presencia de la planta acuática para la depuración del Agua Residual. La temperatura y la presión atmosférica limitaron la eficiencia de depuración a través del uso de *Canna glauca*. La implementación del humedal favorecen el paisajismo, beneficia al ecosistema y evita el vertido de agua residual sin tratamiento a los cauces de agua.

**Palabras clave:** Diseño, Humedal, Agua Residual, Tratamiento de Agua, Características Físico-Químicas

**Cita:** RAMIREZ GONZÁLEZ ILDA RODRÍGUEZ MARTÍNEZ - NELLYBETH †, GONZÁLEZ JOSÉ, PEDRO SÁNCHEZ HERRERA, SUSANA GRACIELA. PONCE LIRA - BRENDA Evaluación de un Humedal Artificial de Flujo Superficial para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.

---

### Abstract

*It carried out the design and construction of artificial wetland in surface flow, in order to treat domestic wastewater. Was making field data, was designed and built the reactor, then place platanillo (*Canna glauca*) for the treatment and purification of waste waters. In the design was the location and available surface, is contabilizo the influent flow, the hydraulic retention, the dimension of the bedrock, the volume of the storage tank. (Mechanical, presence of sulfates and substance of cleaning and sanitizing) resistance and permeability, was considered to ensure their shelf life. Built a prototype where the quality of water through a tube was characterized multiparametric HI 9828 - 0® in the influent and effluent of the reactor. The results more relevant is that, the amount of oxygen, they are parameters that were favored with the presence of aquatic plant for the purification of wastewater. pH, EC, resistivity, the STD, salinity and the ORP, Temperature and atmospheric pressure limited the efficiency of purification through the use of *Canna glauca*. The implementation of wetland favor landscaping, benefiting ecosystem and prevents the discharge of untreated wastewater to water causes them.*

**Keywords:** Design, Wetland, waste water, water treatment, Physicochemical characteristics.

## 1. Introducción

El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el aumento de la producción y el consumo, han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor, se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua, bajo un escenario climático donde el comportamiento actual se mantenga (WRG, 2009), sin embargo, la crisis hídrica mundial es una crisis de gobernanza, mucho más que de recursos disponibles (WWAP, 2006). Las demandas en competencia entre sí aumentan el riesgo de conflictos localizados y conllevarán a decisiones cada vez más difíciles en lo que respecta a la asignación de los recursos y a limitar la expansión de sectores cruciales para el desarrollo sostenible. La disponibilidad de agua en un futuro se verá comprometida, aún más con la contaminación de los ecosistemas, el cual es un problema creciente en el mundo, especies de flora y fauna han sido borradas de la lista de especies existentes en el mundo, lo que acarrea problemas de sucesión en la cadena trófica. Un humedal es una zona de tierras, generalmente planas, cuya superficie se inunda de manera permanente o intermitentemente. Al cubrirse de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres, sin embargo, la modificación en su diseño es una herramienta que permite el saneamiento de las aguas residuales y una alternativa para reutilizar el agua en los hogares, la calidad de esta, depende de las herramientas de la ingeniería aplicadas para su depuración, su uso, es una responsabilidad humana para el cuidado de los ecosistemas y la supervivencia de la humanidad

### 1.1 Justificación

Estudios dedicados a evaluar la disponibilidad de recursos en diferentes áreas del planeta auguran que los problemas asociados con la escasez de agua, la sequía y la contaminación de los recursos hídricos cobrarán mayor relevancia

en las próximas décadas. (T. Buerkle 2007). Estos problemas surgirán, según algunas fuentes, incluso en regiones que actualmente se consideran ricas, en lo que se refiere a recursos hídricos (PNUD, 2006). Si a esto añadimos que, actualmente, 1.2 billones de personas no tienen acceso a agua potable, 2.6 billones no tienen acceso a redes de saneamiento y millones de personas mueren anualmente, entre ellas 3900 niños al día, debido a enfermedades contraídas por el consumo de agua contaminada o a la falta de redes de saneamiento, la búsqueda de soluciones se convierte en un reto de una escala considerable. (M.A. Montgomery, 2007). Diferentes actuaciones y tratamientos están siendo desarrollados con el fin de mejorar tanto la disponibilidad de recursos hídricos como la calidad de los mismos. Entre ellas, podemos incluir la implementación de herramientas de gestión como los análisis de agua virtual (J.A. Allan, 1998) o huella hídrica (A.Y. Hoekstra, 2010); las políticas incentivadoras dedicadas a promover el uso responsable de los recursos (M. Qureshi, *et al*, 2010) o la búsqueda y desarrollo de tecnologías de tratamiento de agua donde se ahonde en la sostenibilidad y en la eficiencia energética (M.A. Shannon, *et al*, 2008). En estos últimos años, este último aspecto ha alcanzado una gran relevancia dentro de la comunidad científica, desarrollándose numerosos estudios englobados dentro de lo que se ha denominado el “Nexo Agua-Energía” (J.L. Schnoor, 2011).

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar las características físico-químicas del agua provenientes de un humedal artificial de flujo superficial para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar un prototipo de humedal artificial de flujo superficial para el

tratamiento de aguas residuales domésticas.

- Caracterizar la eficiencia de *Canna glauca* en la remoción de nutrientes en un humedal artificial.

## 2. Marco Teórico

Las aguas residuales son las aguas usadas y los sólidos que por uno u otro medio se introducen en las cloacas y son transportadas mediante el sistema de alcantarillado. En general, las aguas residuales consisten de dos componentes: un efluente líquido y un constituyente sólido, conocido como lodo (Sorrequieta, 2004).

### 2.1 Principales contaminantes de aguas residuales.

Según Jiménez en 2002, dentro de los principales contaminantes que se presentan en el agua residual, dependiendo de su origen se encuentran:

1. Microorganismos patógenos.
2. Desechos orgánicos.
3. Sustancias químicas inorgánicas.
4. Compuestos orgánicos.
5. Sedimentos y materiales suspendidos.
6. Sustancias radioactivas.
7. Calor.

Un humedal artificial es un nombre genérico para designar al hábitat de aguas abiertas y al de los terrenos inundados de manera permanente o semipermanente. En este crecen y se desarrollan diferentes tipos de vegetales, animales y microorganismos adaptados a estas condiciones de inundaciones temporales y/o permanentes. En este tipo de ecosistema se desarrollan también determinados procesos físicos y químicos capaces de depurar el agua ya que eliminan grandes cantidades de materia orgánica, sólidos en suspensión e incluso productos tóxicos. (Gallego, 2011).

Un humedal artificial de flujo superficial proporciona tratamiento de aguas residuales a través de la floculación y sedimentación durante el flujo de aguas residuales a través de plantas acuáticas que crecen de pie en aguas poco profundas. En algunos también hay áreas abiertas donde la bioxidación aeróbica complementa los procesos de eliminación física. Estos sistemas se asemejan a los humedales naturales en la función y la apariencia. (Jumbo, 2012)

Los dos mecanismos principales en el trabajo en la mayoría de los sistemas de tratamiento son las separaciones líquido/sólido y las transformaciones constituyentes. Las separaciones suelen incluir la separación por gravedad, filtración, absorción, adsorción, intercambio iónico, extracción y lixiviación. Las transformaciones pueden ser químicas, incluyendo las reacciones de oxidación / reducción, floculación, reacciones ácido / base, precipitación, o una serie de reacciones bioquímicas que ocurre en condiciones aeróbicas, anóxicas o anaeróbicas (Pereira, 2011).

Los componentes principales de un humedal artificial tipo están constituidos por: El agua es la fase móvil dentro del humedal, la encargada del transporte de los contaminantes y en la cual se van a producir la mayoría de las reacciones responsables de la depuración.

**El relleno**, junto con los sedimentos y los restos de vegetación, son importantes por varias razones:

- Actúan como barrera primaria de tamizado.
- Actúan como estructura soporte de las plantas y como superficie para el crecimiento y desarrollo de la masa microbiana.
- Facilitan los mecanismos de adsorción e intercambio iónico entre el agua residual y los componentes minerales del suelo.

- La permeabilidad del relleno afecta al movimiento del agua a través del humedal.
- Favorecen la precipitación química de contaminantes disueltos.

**El sedimento orgánico** es un elemento fundamental en el proceso de depuración por humedales, ya que sirve de sustrato para el crecimiento de multitud de microorganismos, presenta una elevada capacidad de cambio que asegura la retención y posterior transformación del material orgánico e inorgánico.

**La actividad microbiana**, transforma un gran número de sustancias orgánicas e inorgánicas en sustancias inocuas o insolubles. Altera las condiciones de las reacciones de reducción-oxidación, del sustrato y así afecta la capacidad de proceso del humedal. Está involucrada en el reciclaje de nutrientes. Algunas transformaciones microbianas son aerobias (es decir, requieren oxígeno libre) mientras otras son anaerobias (tienen lugar en ausencia de oxígeno libre). Muchas especies bacterianas son facultativas, es decir, son capaces de funcionar bajo condiciones aerobias y anaerobias en respuesta a los cambios en las condiciones medioambientales. Las poblaciones microbianas se ajustan a los cambios en el agua que les llega y se pueden extender rápidamente cuando se tiene la suficiente energía. Cuando las condiciones medioambientales no son convenientes, muchos microorganismos se inactivan y pueden permanecer inactivos durante años. La comunidad microbiana de un humedal construido puede ser afectada por sustancias tóxicas, como pesticidas y metales pesados, y debe tenerse cuidado para prevenir que tales sustancias se introduzcan en las cadenas tróficas en concentraciones perjudiciales.

**Substrato:** Los suelos con componentes húmicos y de arena altos son más fáciles para los tubérculos y los corredores para migrar a través y la colonización vegetal y el crecimiento es más rápido.

**Realce de la estética y paisaje:** Aunque los humedales son principalmente sistemas de tratamiento, proporcionan beneficios intangibles a la estética del sitio y mejoran el paisaje. Visualmente, los humedales son ambientes extraordinariamente ricos. Introduciendo el elemento agua, el humedal construido, tanto como el natural, agrega diversidad al paisaje. Pueden construirse humedales artificiales siguiendo las formas que tienen los contornos naturales del sitio, hasta el punto de que algunos humedales, para el tratamiento de agua son indistinguibles a simple vista.

**Revestimiento:** El requisito de revestimientos en los humedales artificiales depende de los requisitos reglamentarios de cada lugar y/o las características de la superficie y el subsuelo (Morales P. A., 2014)

## 2.2 Parámetros físicos-químicos y biológicos relacionados con la depuración de aguas contaminadas.

### 2.2.1 Oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto, es el factor que indica la potencialidad de respiración de los organismos acuáticos. Su disminución (ausencia de oxígeno) promueve procesos anaerobios, anulándose la probabilidad de actividades de fauna ictícola y otros seres acuáticos. Cualquier actividad de organismos aeróbicos, requiere un mínimo de oxígeno en los cuerpos de agua, estableciéndose límites no inferiores a 2mg l<sup>-1</sup> de oxígeno. Valores aceptables son considerados los superiores a 6 mg l<sup>-1</sup>. (Rodier, 2011).

### 2.2.2 Resistividad.

La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas se expresa convenientemente en megaohms-centímetro. La conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como microsiemens por centímetro (μS cm<sup>-1</sup>). Para el agua ultrapura los valores respectivos son de 18,24 Mohms.cm y 0,05483 μs/cm a 25°C. (Moreno, 2011)

### 2.2.3 El potencial Hidrógeno

Es una medida que indica la acidez del agua. El rango varía de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica un rango básico. Por definición, el pH es en realidad una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Agua que contenga más iones de hidrógeno tiene una acidez mayor, mientras que agua que contiene más iones de hidróxido indica un rango básico (Rodier, 2011).

### 2.2.4 Conductividad.

Es la medición de la habilidad del agua para transportar corriente eléctrica. Depende en gran medida en la cantidad de materia sólida disuelta en el agua (como la sal), teniendo rangos aceptables mínimos de  $0.00 \text{ MS cm}^{-1}$  a máximos de  $2000.00 \text{ .C.E.} = \text{Conductividad eléctrica a } 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , en  $\text{dS m}^{-1}$  (Moreno, 2011).

### 2.2.5 Temperatura.

Existe un intervalo de temperatura de 15 a 30 °C, en el cual los microorganismos trabajan mejor si la temperatura del agua permanece alrededor de 20°C. Cada aumento de 10 °C en la temperatura duplica la velocidad de reacción. Sin embargo, cuando la temperatura del agua alcanza los 35 °C, la velocidad de crecimiento decae rápidamente. Cuando la temperatura disminuye empieza a ser más lenta la velocidad de reacción. (Violeta E. Escalante Estrada, 2006), este factor debe ser monitoreado debido al aporte de agua caliente procedente del aseo y las tareas domésticas, conservando una temperatura que oscile entre 10 °C y 21 °C, con un valor medio de 15 °C, aproximadamente. (García, 2012)

### 2.2.6 Sólidos disueltos totales.

El término sólido hace alusión a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos

filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0  $\mu\text{m}$  (o más pequeños). Los sólidos disueltos afectan la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas (Pérez & Rodríguez, 2008).

### 2.2.7 La salinidad.

Es una propiedad importante de aguas usadas y de cuerpos de agua naturales. Este parámetro representa una medida de la cantidad total de sales disueltas en un volumen determinado de agua. El contenido de sales suele ser peligroso cuando es superior a  $100 \text{ mg l}^{-1}$ , contabilizándose en esta cifra todos los iones existentes en el agua. (Moran, 2014)

### 2.2.8 Potencial de Oxido Reducción

La cuantificación del potencial de óxido reducción es la que se establece entre un electrodo inerte (platino o de oro), y una disolución de las formas oxidada y reducida de un ión. Cualquier sistema o ambiente que acepte electrones de un electrodo normal de hidrógeno es una media celda con un potencial redox positivo. (Moran, 2014)

Un valor oxido reducción positivo y de alta magnitud es indicativo de un ambiente que favorece las reacciones de oxidación. Del otro lado, un valor negativo y de baja magnitud es indicativo de un ambiente altamente reductor. Los microorganismos anaerobios facultativos demuestran actividad metabólica sobre un rango amplio de valores oxido reducción. Estos utilizan oxígeno como aceptor final de los electrones a valores altos. Cuando el potencial redox es bajo, algunos de estos microorganismos llevan a cabo reacciones de fermentación mientras otros obtienen energía a través de la respiración anaerobia. (Poole, 1979).

## 2.3 Selección de Vegetación.

Según García S.J. y Corzo, H.A. en 2008, la selección de la vegetación usada en un sistema de humedales debe tener en cuenta las

características de la región donde se realizará el proyecto, así como las siguientes recomendaciones:

1. Las especies deben ser colonizadoras activas, con eficaz extensión del sistema de rizomas, además de alcanzar una biomasa considerable para una mayor asimilación de nutrientes para potenciar el crecimiento de la biopelícula.
2. Deben disponer de un sistema eficaz de transporte de oxígeno hacia las partes subterráneas para promover la degradación aeróbica y la nitrificación.
3. Las especies utilizadas deben estar adaptadas a las condiciones ambientales del sitio.
4. Las especies deben tolerar los contaminantes presentes en las aguas residuales.
5. Se deben utilizar especies propias de la flora local.

El uso de macrófitas flotantes ha permitido eficiencias de remoción significativamente altas en todos los constituyentes de las aguas residuales. Una cantidad importante de especies ha sido empleada en sistemas de tratamiento, y en ejercicios investigativos a escala real y a escala laboratorio, siendo el jacinto de agua, la macrófita de mayor interés. Esta especie alcanza reducciones de DBO<sub>5</sub> en el orden de 95% y hasta 90,2% para la DQO. En el caso de los sólidos suspendidos se registran disminuciones con valores que se encuentran en el rango de 21% y 91%. (Martelo, 2012). Otra planta utilizada para la depuración del agua, es el Alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), originaria de zonas templadas, su evaluación en humedales artificiales, en México reporta beneficios adicionales por su valor económico; sin embargo, es susceptible a heladas y a algunas plagas y enfermedades, esta especie incrementa la efectividad en la remoción de la DQO en 13%, la DBO<sub>5</sub> en 13%, los fosfatos como PO<sub>4</sub> en 17.67%, N-amoniaco en 10.6%, SST en 9.62%, conductividad eléctrica en 5.3%, turbiedad en

11.02%, sulfatos como SO<sub>4</sub> en 9.25%, coliformes totales en 1.21% y coliformes fecales en 1.46%, con respecto a un pantano sin plantas emergentes (Avelar, 2011)

## 2.4 Características de la *Canna glauca*

Se refiere a una especie nativa de gran parte de América, desde los Estados Unidos hasta el centro de Argentina, crece desde el noroeste hasta el norte, en lugares húmedos y bajos aunque no es una especie muy frecuente, es más común de observar en terrenos modificados cerca de poblados y caminos. Mide entre 1 y 2 metros de altura. Posee una inflorescencia terminal en forma de ramo que llega a comprender 10 flores, de pétalos amarillos o de otros colores (Fig. 1). El fruto es una cápsula elíptica de entre 2 y 5 cm. La polinización es llevada a cabo por aves (Zingiberales, 2011).



**Figura 1.** Floración de la planta *Canna glauca* (Platanillo).

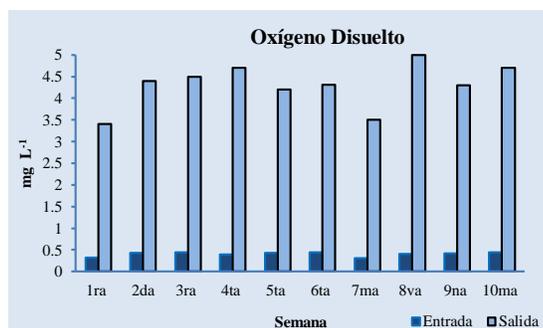
## 3 Metodología

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, estado de Hidalgo, México. Para evaluar el efecto de la *Canna glauca* sobre la calidad del agua, se realizó la caracterización de esta, utilizando una sonda multiparamétrica HANNA Instruments HI 9828 – 0<sup>®</sup> para calidad del agua, sumergiendo los electrodos y registrando parámetros como: Oxígeno disuelto (OD), Conductividad Eléctrica (CE), pH, Temperatura

(T) y Sólidos totales disueltos (STD) a la entrada y a la salida del humedal. Dichos parámetros se tomaron semanalmente por un lapso de 10 semanas consecutivas.

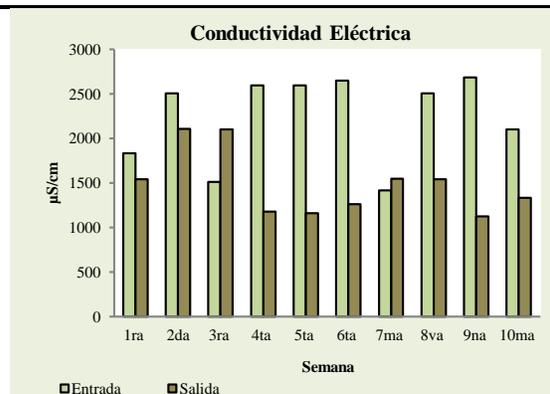
#### 4. Resultados

De los datos obtenidos se obtuvo que la concentración de oxígeno disuelto a la salida del humedal, fue altamente significativo, incrementando en hasta  $4.3 \text{ mg l}^{-1}$  de OD con respecto a la entrada ( $0.36 \text{ mg l}^{-1}$ ) lo cual, indica la efectividad del tratamiento con el uso de *Canna*, esta condición de OD incrementa la probabilidad de que se promuevan procesos anaerobios que favorezcan actividades de fauna icteológica y otros seres acuáticos, según lo refiere Rodier en 2011 (Figura 2).



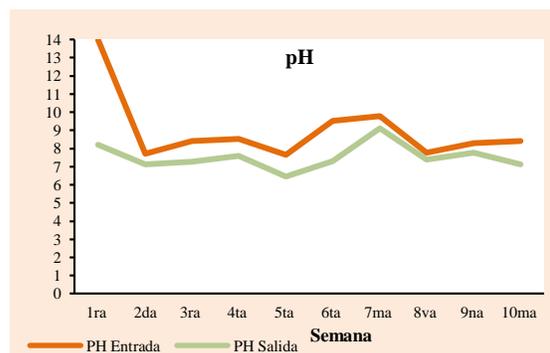
**Figura 2.** Concentración de oxígeno disuelto en entrada y salida del humedal.

En Relación a la conductividad eléctrica, la figura 3, muestra que los valores promedio a la entrada del reactor ( $2.242 \text{ dS m}^{-1}$ ), fueron mayores que los registrados a los promedios generados a la salida ( $1.492 \text{ dS m}^{-1}$ ), esto debido al proceso de depuración del tren de tratamiento, el cual permite que el valor disminuya  $0.32 \text{ dS m}^{-1}$ . Lo anterior, corrobora la efectividad de la filtración del humedal y de la *Canna glauca*.



**Figura 3.** Lecturas de Conductividad Eléctrica en el reactor.

La figura 4, muestra la eficiencia del humedal en la fluctuación del pH, cuyos valores a la entrada (alcalino, 9.01 en promedio,) tienden a decrecer de manera paulatina durante la toma de datos. Una vez que pasa el agua por el humedal se registró un promedio de pH de 7.53, lo cual clasifica al valor como neutro. Este efecto es deseable debido a que la mayoría de los cultivos se desarrolla en éste rango de pH, razón por la cual es agua apta para la producción de cultivos (Figura 4).



**Figura 4.** Comportamiento del potencial hidrógeno en humedal

La temperatura es un parametro importante debido a que se puede minimizar la velocidad de reacción de los organismos presentes en el reactor, en este caso, los valores se situaron en el rango de  $14.5$  a  $18.1 \text{ }^\circ\text{C}$ , en la entrada y de  $16.5$  y  $12.9 \text{ }^\circ\text{C}$  a la salida (Figura 5).

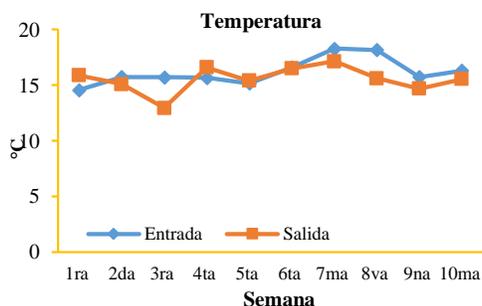


Figura 5. Temperatura presente en el humedal

En relación a sólidos totales disueltos evaluados a la entrada del prototipo, se registró un valor promedio de 1224.5 ppm. Los valores decrecieron considerablemente a partir de la cuarta semana de monitoreo, donde se alcanzó un promedio de 55% de remoción a la salida. El comportamiento de éste parámetro se ve modificado con la agregación del agua residual en el prototipo aparentemente en una relación directamente proporcional, esto indica la eliminación de partículas presentes en el agua debido a la presencia de *Canna glauca*.

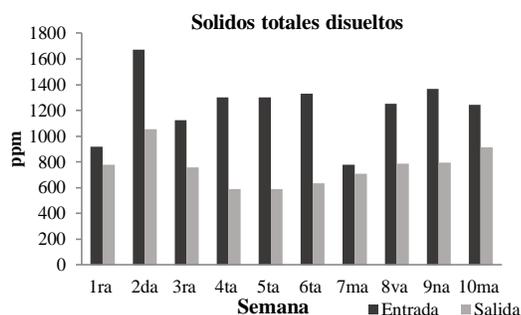


Figura 5. STD presentes a la entrada y salida del humedal.

## 5. Conclusiones

El uso de un humedal artificial permite el cumplimiento a los reglamentos de zonificación y construcción establecido como proporción de áreas verdes en casas habitación, favorecen el paisajismo, otorga beneficios al ecosistema al tratar las aguas residuales domiciliarias, evitando el vertido de agua contaminada a los causes de agua.

El uso de este tipo de obras civiles y la utilización de especies depuradoras como la *Canna glauca*, proporciona el mejoramiento de la calidad del agua doméstica, permitiendo la reutilización del agua residual en los domicilios y garantiza la sanidad de las personas

## 6. Referencias

Arias., F. G. (1999). *El Proyecto de Investigación: Guía*. Obtenido de <http://www.smo.edu.mx/>: <http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/proyecto-investigacion.pdf>

Blanca Elena Jimenez Cisneros. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún. México Riego agrícola con agua residual y sus implicaciones en la salud. Caso práctico. 2002.

Buerkle, T. 2007. Making every drop count, in, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gallego A. I. Y. 2011. Monografía sobre humedales artificial de flujo subsuperficial para remoción de metales pesados en aguas residuales. KinectMath: <http://KinectMatch.org/>.

García S.J. y Corzo, H. A., 2008. Depuración con humedales construidos. Guía parctica de diseño, Construcción y explotación de sistemas de humedales de flujo subsuperficial. Departamento de Ingeniería Hidraulica, Maritima y Ambiental.

Hoektra, A. Y., 2010. The relation between international trade and freshwater scarcity. Working paper ERSD-2010-05 World Trade.

J.A. Allan .1998. Virtual Water: A strategic resource global solutions to regional deficits, *Ground Water*, 36.545-546

J.L. Schnoor, Water-Energy Nexus, Environmental science & technology, 45 (2011) 5065-5065.

M.A. Montgomery, M. Elimelech. 2007. Water and sanitation in developing countries: Including health in the equation, Environmental Science and technology. 41, 17-24.

M.A. Shannon, P.W. Bohn, M. Elimelech, J.C. Georgiadis, B.J. Marinas, A.M. Mayes. 2008. Science and technology for water purification in the coming decades, Nature, 452,301-310.

Pérez, A. & Rodríguez, A.. 2008. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación.

Rev. Biol. Trop. Vol. 56 Num. 4 pp. 1905 – 1918.

PNUD, 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis in Naciones Unidas.

Qureshi, M. K. Schwabe, J. Connor, M. Kirby. 2010. Environmental water incentive policy and return flows, Water Resources Reseach. Pp. 46

Sorrequieta, 2004. Aguas Residuales: reuso y tratamiento. Lagunas de estabilización: una opción para latinoamerica. Departamento de bioquímica Clínica. Tecnología en salud publica de la Universidad Politécnica de Catalunya. Vol 1, pp. 16-18

## Daño causado por *Fusarium oxysporum* a diferentes cultivos importantes en México

Carmen Medina Mendoza<sup>1</sup>, Ernestina Valadez Moctezuma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, CP. 56230.

Autor para correspondencia: [cmedina@utvm.edu.mx](mailto:cmedina@utvm.edu.mx)

---

### Resumen

*Fusarium oxysporum* es un hongo ascomiceto que ha sido ampliamente estudiados debido al daño que causa en plantas y la especificidad de daño en los cultivos. Es por lo anterior que en el presente trabajo se evaluó el daño que causan representantes de *Fusarium oxysporum* en diferentes cultivos hortícolas, con la finalidad de conocer e identificar la respuesta que induce este patógeno en los cultivos. Se utilizaron dos aislamientos de *Fusarium oxysporum*, aislados de plantas de garbanzo, los cuales se inocularon en seis cultivos (jitomate, calabaza, frijol, garbanzo, chile y maíz). Se pudo identificar que los aislamientos de especies de *Fusarium oxysporum* presentaron diferentes tipos de daño al inocularlos en los cultivos. Por lo anterior, se concluye que un solo aislamiento es capaz de causar daño en diferentes cultivos.

**Palabras clave:** inoculación, incidencia, severidad, amarillamiento, marchitez vascular

### Abstract

*Fusarium oxysporum* is an ascomycete fungus that has been widely studied due to the damage it causes in plants and the specificity of crop damage. It is for the foregoing that in the present work the damage caused by representatives of *Fusarium oxysporum* in different horticultural crops was evaluated, in order to know and identify the response induced by this pathogen in crops. Two isolates of *Fusarium oxysporum* were used, isolated from chickpea plants, which were inoculated in six crops (tomato, pumpkin, bean, chickpea, chile and corn). It was possible to identify that the isolates of *Fusarium oxysporum* species presented different types of damage when inoculated on the crops. Therefore, it is concluded that a single isolation is capable of causing damage in different crops.

**Key words:** inoculation, incidence, severity, yellowing, vascular wilt

**Cita:** MEDINA MENDOZA CARMEN, VALDEZ MOCTEZUMA ERNESTINA Daño causado por *Fusarium oxysporum* a diferentes cultivos importantes en México

---

## 1. Introducción

*Fusarium oxysporum* es un patógeno del suelo, responsables de la marchitez vascular daño de la raíz y damping-off de un amplio rango de cultivos; es la especie más comúnmente encontrada y económicamente importante dentro del género *Fusarium* (O'Donnell et al., 2009). Recientes trabajos han propuesto que *F. oxysporum* representa un complejo de varias especies y que una sola de ellas puede causar daño en diferentes cultivos (O'Donnell et al., 2008 y O'Donnell et al., 2009).

El daño que causan estos patógenos son factores ampliamente limitantes para la producción de alimentos (Zhao et al., 2014), debido a que pueden infectar a una amplia variedad de hospedantes y causar varios tipos de enfermedad. Después de la germinación y penetración en la raíz, el hongo entra al sistema vascular de la planta y subsecuentemente usa los vasos del xilema como avenidas para colonizar rápidamente a la planta, desencadenando el marchitamiento masivo, la necrosis y clorosis de las partes aéreas, y causando síntomas de marchitez durante cualquier etapa de desarrollo de las plantas (Smit, 2007; Roncero et al., 2003; Chandra et al., 2011). Por otro lado, son productores de micotoxinas como: ácido fusarico, licomarasmina, funomisinas y

tricotecinas, los cuales ocasionan la muerte y degradación de las células, ocasionan el cierre parcialmente de los estomas, se reduce la clorofila y la fotosíntesis es detenida (Edel-Hermann, 2015). La existencia de un arsenal de factores de virulencia y mecanismos de patogenicidad universales amplían el rango de hospedantes; sin embargo, los mecanismos no han sido claramente entendidos (Ortoneda et al., 2004). Por otra parte, cuando una planta es atacada por un patógeno, un complejo de redes de mecanismos de defensa son activados para la protección del daño (Wongpia y Lomthaisong, 2010).

Por otra parte, la producción en invernadero es cada día un componente muy importante en los sistemas de agricultura, que año con año va en aumento, y en tales cultivos los efectos de marchitez ocasionados por *Fusarium* son serios (Yang et al., 2007). La incidencia (porción de la unidad dañada) y severidad (porción de la superficie de la planta infectada) son las medidas más comunes que se utilizan para referir el daño (Ridout et al., 2007). Es por lo anterior que en este trabajo se evaluó el daño que causa *Fusarium oxysporum* aislados de plantas de garbanzo y chile manzano en diferentes cultivos hortícolas para conocer e identificar la respuesta que inducen estos hongos en cultivos.

## 3 Materiales y metodos

**Aislamiento de cepas.** Se utilizaron dos aislamientos identificados como *Fusarium oxysporum*, aisladas de plantas de garbanzo de la región del Bajío, México con síntomas de fusariosis (marchitez y amarillamiento) (Luna et al., 2004).

**Identificación de cepas.** Los aislamientos de garbanzo MM25 y GVS48 fueron previamente aislados por Luna et al. (2004) e identificados dentro de la especie de *Fusarium oxysporum* con el Gen TEF.

Cuadro 1. Aislamientos empleados para la inoculación

Clave de aislamiento	Origen del aislamiento
MM25	Garbanzo
GVS48	Garbanzo

**Siembra de materiales.** Se utilizaron semillas de seis cultivos (Cuadro 2), las cuales fueron sembradas en charolas de unicel con sustrato peat moss:agrolita (2:1) en diferentes fechas, con la finalidad de obtener plántulas con características adecuadas para el trasplante y realizar la inoculación al mismo momento. Después de la germinación y durante todo el experimento se regaron las plántulas cada tercer día con la solución nutritiva Steiner 50%. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones en el ciclo P-V y O-I 2014.

Cuadro 2. Cultivos utilizados para las evaluaciones con *Fusarium*

Cultivos	Nombre Científico	Variedad
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>	Zucchini round Var. Star
Chile manzano	<i>Capsicum pubescens</i>	Josh
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Flor de mayo
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Blanca
Jitomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Silvana
Maíz	<i>Zea mays</i>	Torito amarillo I

**Preparación de inóculo.** Una vez purificados y activados los aislamientos, se sub-cultivaron en medio de cultivo PDA (Papa-dextrosa-Agar) e incubaron a 24 °C durante dos semanas y a 12 horas de luz para inducir la formación de macro y microconidios. Posteriormente se realizó el conteo de estructuras reproductivas, agregando agua destilada estéril a las cajas Petri y raspando la superficie del medio con una espátula estéril para desprender los conidios, se obtuvo así una suspensión y se filtró con una gasa estéril para remover las partículas de restos de agar y micelio.

**Inoculación.** La inoculación se realizó cuando las plántulas tenían aproximadamente 4 hojas verdaderas, se sacaron cuidadosamente de las

charolas de germinación, se lavaron las raíces para retirar los excesos de sustrato y se cortaron las puntas de las raicillas para que las heridas sirvieran como entrada del hongo. Se sumergieron durante 6 horas las raíces de las plántulas en las suspensiones del inoculo ( $1 \times 10^6$  conidios/ml). Transcurrido el tiempo se trasplantaron las plántulas en macetas individuales con sustrato estéril (peat moss-agrolita) en la relación 2:1 para la posterior evaluación del daño.

#### **Análisis de datos.**

Se tomaron los datos de incidencia (número de plantas enfermas) por unidad experimental a partir del momento en que aparecieron los síntomas. Las plantas que sobrevivieron se extrajeron completas a los 30 días del trasplante y se evaluó la severidad mediante la siguiente escala: 1=sin lesiones en raíz, corola o tallo (RCT); 2=menos de cinco lesiones en la raíz y sin obscurecimiento en RTC; 3=cinco a 10 lesiones radicales y leve obscurecimiento en RTC; 4=más de 10 lesiones con obscurecimiento en RTC; 5= pudrición del rizoma o muerte de la planta (Schreuder y Lamprecht, 1995). Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza no paramétrico basado en rangos y de acuerdo con la metodología descrita por Eskridge (1995). Las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ). Adicionalmente, los promedios totales de incidencia o severidad se compararon mediante

la prueba de t, con los promedios obtenidos. Para efectuar los análisis se utilizó el paquete SAS 9.0 (2002).

## **4. Resultados y discusión**

### **Evaluación del daño de *Fusarium* cultivos**

Las pruebas de patogenicidad con los aislamientos de *Fusarium* utilizadas en los seis cultivos mostraron diferente tipo de daño. Los síntomas observados de manera general fueron: amarillamiento y marchitez vascular, pudrición radical, menor desarrollo de raíces secundarias, manchas rojizas en los haces vasculares de la raíz y muerte de las plántulas. El daño que presentaron los cuatro aislamientos fue a diferentes intensidades y con características particulares para cada cultivo, aun cuando las cepas fueron aisladas de diferentes plantas hospedantes y con diferente origen geográfico. Lo anterior ya había sido descrito por O'Donnell et al., (2008 y 2009) quienes citaron que una sola especie puede causar daño en diferentes cultivos.

El análisis estadístico del daño de los aislamientos de *Fusarium oxysporum* en los diferentes cultivos, permitió identificar que la cepa GVS48 presentó mayor incidencia en el cultivo de calabaza, seguido de frijol, chile, maíz, jitomate y en último lugar a garbanzo (López, 2007). La severidad fue mayor en el cultivo de calabaza, seguido de chile, frijol, garbanzo, jitomate y maíz. El porcentaje de daño de acuerdo al ciclo de cultivo fue mayor para

otoño-inverno de 78.47 % y de 59.13 % para primavera-verano.

Cuadro 2. Análisis de Varianza de incidencia y severidad del daño de *Fusarium oxysporum* en diferentes cultivos hortícolas.

Incidencia	Cultivos					
	Calabaza	Chile	Frijol	Garbanzo	Jitomate	Maíz
Aislamiento						
GSV48	89.23 a	80 a	82.93 a	48.43 a	60.79 a	73.5 a
MM25	77.86 a	59.21 b	64.36 b	38.36 a	61.57 a	65.64 a
Severidad						
	72.79 a	61.09 b	56.75 b	56.57 b	54.98 b	34.21 c

Análisis de varianza y pruebas de Tukey ( $p < 0.05$ ). Letras diferentes presentan diferencias significativas.

Las pruebas de patogenicidad mostraron que las cepas de *F. oxysporum* fueron patogénicas a los cultivos de calabaza, chile manzano, frijol, garbanzo, jitomate y maíz. Reportes en la ocurrencia y patogenicidad de *Fusarium* spp. solo se basan en muestras de *Fusarium* aislados de plantas de la misma especie (Stankovic *et al.*, 2007; Dissanayake *et al.*, 2009; Peters *et al.*, 2008).

Los patógenos de plantas como *Fusarium* tienen la capacidad de presentar variaciones que pueden tener un impacto directo en su actividad biológica y su rol en el ambiente (Emokhonov *et al.* 1993). Entre patógenos fúngicos que afectan a plantas, las variaciones pueden ocurrir en alguna etapa de crecimiento para cambiar su morfología o virulencia que determine su rango de hospedante, potencial de inoculación e infectividad (Van der Does *et al.*, 2008). Una

característica de *Fusarium* es la producción de toxinas, compuestos que se han encontrado comunes en varias especies, así como familias de compuesto que son específicos para especies (Emokhonov *et al.*, 1993).

## 5. Conclusion

Los aislamientos (GSV48, MM25) de *Fusarium oxysporum*, presentaron diferentes tipos de daño al inocularlos en los cultivos de calabaza, chile manzano, frijol, jitomate, garbanzo y maíz, mostrando que el aislamiento GSV48 fue el más agresivo

## 6. Referencias

- Chandra S., N., E. G. Wulff., A. C. Udayashankar., B. P. Nandini., S. R. Niranjana., C. N. Mortensen., H. S. Prakash. 2011. Prospects of molecular markers in *Fusarium* species diversity. *Appl Microbiol Biotechnol* 90: 1625–1639
- Dissanayake M., L., M., C., R. Kashima., S. Tanaka., S. Ito. 2009. Genetic diversity and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* isolated from wilted Welsh onion in Japan. *J. Gen. Plant Pathol* 75: 125–130.
- Edel H., V., G. Nadine., M. Arnaud., S. Christian. 2015. *Fusarium* diversity in soil using a specific molecular approach

- and a cultural approach. *Journal of Microbiological Methods* 111: 64–71
- Emokhonov V., N., N. Groznov I., A. Monastirskii O., Y. Permogorov A. 1993. Detection of grain infection with specific toxicogenous fungal species gas chromatography–mass spectrometric analysis of volatile metabolites. In: *Mass spectrometry for the characterization of microorganisms*, ACS Symposium Series, pp 85–90.
- Luna P. A., Silva R. H. V., Marbán M. N. y Valadez M. E. 2004. Variabilidad genética de *Fusarium oxysporum* Schlechtend.:FR. F. sp. *ciceris* (Padwick) Matuo y K. Sato mediante PCR-RAPD'S en el Bajío México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22: 1(44-51).
- Medina M., C., G. M. Beltran R., A. López L., L. X. Zelaya M., E. Valadez M. 2014. Characterization and Identification of *Fusarium* Species Complexes Affecting Chickpea with Total Protein Profiles, TEF Gen. *Annual Research & Review in Biology* 4(23):3513-3523.
- O'Donnell K., A. Sutton D., A. Fothergill., D. McCarthy., G. Rinaldi M., E. Brandt M., N. Zhang., M. Geiser D. 2008. Molecular phylogenetic diversity, multilocus haplotype nomenclature, and in vitro antifungal resistance within the *Fusarium solani* species complex. *J. Clin Microbiol* 46: 2477–2490.
- O'Donnell K., C. Gueidan., S. Sink., P. R. Johnston., P. W. Crous., A. Glenn., R. Riley., N. C. Zitomer., P. Colyer., C. Waalwijk., T. Van der Lee., A. Moretti., S. Kang., H. S. Kim, D. M. Geiser., J. H. Juba., R. P. Baayen., M. G. Cromey., S. Bithell., D. A. Sutton., K. Skovgaard., R. Ploetz., H. C. Kistler., M. Elliott., M. D. Brice., A. J. Sarver. 2009. A two-locus DNA sequence database for typing plant and human pathogens within the *Fusarium oxysporum* species complex. *Fungal Genetics and Biology* 46: 936–948
- O'Donnell K., Gueidan C., Sink S., R. Johnston P., W. Crous P., A. Glenn., R. Riley., C. Zitomer N., P. Colyer., C. Waalwijk., T. Van der Lee., A. Moretti., S. Kang., S. Kim, H., M. D. Geiser., H. Juba J., P. Baayen R., G. Cromey M., S. Bithell., A. Sutton D., R. Skovgaard K., P. Kistler., C. Elliott H., M. Davis., A. J. Sarver, M., B. 2009. A twolocus DNA sequence database for typing plant and human pathogens within the *Fusarium oxysporum* species complex. *Fungal Genet Biol* 46: 936–948.
- Ortoneda M., J., G., M. P. Madrid., Z. Caracuel., M. I. G. Roncero., E. Mayayo., A. Di Pietro. 2004. *Infection and Immunity*, Mar., p.

- Peters R. D., Macleod C., A. Seifert K., A. Martin R., R. Hale L., 2008. Pathogenicity to potato tubers of *Fusarium* spp. isolated from potato, cereal and forage crops. *Am. J. Potato Res.* 85: 367–374.
- Ridout M., S., Y. K. Wan Y., Xu X. 2007. Sampling schemes for estimating spikelet incidence of *Fusarium* head blight. *Annals of Applied Biology* **151**: 341–7.
- Roncero M. I. G., C. Hera., M. Ruiz R., F. I. García M., M. P. Madrid., Z. Caracuel., F. Calero., J. Delgado J., R. Roldán R., A. L. Martínez R., C. Velasco., J. Roa., M. Martín U., D. Córdoba., A. Di Pietro. 2003. *Fusarium* as a model for studying virulence in soilborne plant pathogens. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 62: 7–98.
- Smith S., N. 2007. An overview of ecological and habitat aspects in the genus *Fusarium* with special emphasis on the soil-borne pathogenic forms. *Plant Pathol. Bull.* 16: 97–120.
- Stankovic S., Levic J., Petrovic T., Logrieco A., Moretti A. 2007. Pathogenicity and mycotoxin production by *Fusarium proliferatum* isolated from onion and garlic in Serbia. *Eur J Plant Pathol* 118: 165–172.
- Van der Does H., C., B. Lievens., Claes L., M. Houterman. Rep. 2008. The presence of a virulence locus discriminates *Fusarium oxysporum* isolates causing tomato wilt from other isolates. *Environ Microbiol* 10: 1475–1485.
- Yang X., H., Z. Lu G., H. Zhao Z., L. Liu L., M. Yao X. 2007. Isolation and identification of *Fusarium* species from cucumber wilt diseased plants in vegetable greenhouses in Northeastern China. *J. Shenyang Agric. Univ.* 38: 308–311.
- Zhao B., Y. Jianfang., Z. Shuo., L. Xian., G. Zenggui. 2014. Phylogeny and pathogenicity of *Fusarium* spp. isolated from greenhouse melon soil in Liaoning Province. *Saudi Journal of Biological Sciences* 21: 374-379.

## Evaluación del rendimiento de diferentes semillas de maíz en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México

Alejandro Ventura Maza, Alejandro Rodriguez Ortega, Francisco Marcelo Lara Viveros, Izcoalt Martinez Sánchez, Filiberto Martínez Lara

Autor para correspondencia: [aventura@uofim.edu.mx](mailto:aventura@uofim.edu.mx)

---

### Resumen

El Valle del Mezquital se encuentra en el Estado de Hidalgo, México. Se encuentra cerca de la ciudad de México y es una zona semidesértica. El principal cultivo es el maíz y los productores obtienen cerca de 15 toneladas por hectárea. La mayor parte de los cultivos es con riego rodado con aguas residuales con origen en la ciudad de México. Actualmente se siembran diferentes semillas que ofertan empresas con características especiales para incrementar la producción. La empresa que presentó una semilla con mayor rendimiento es PIONER con el material DE P3140W

**Palabras clave:** Semilla de maíz, Rendimiento, Valle del Mezquital, Hidalgo

### Abstract

The Valley Mezquital is in Hidalgo, Mexico. The region is half desert. The main cultivation is corn. The farmer harvest 15 ton per hectare nearly. The crops have irrigation with dirty water of the México City. Today there are many company that sell corn seed improved. There aren't research about of the appraisal of the corn seed. The objective of this research is know about the yield of various seed corn in Valley Mezquital, Hidalgo, México. The seed corn with yield higher is P3140W of the Pioneer Company.

**Keywords:** Corn seed, Yield, Mezquital, Valley Mezquital, Hidalgo.

**Cita:** VENTURA MAZA ALEJANDRO, RODRIGUEZ ORTEGA ALEJANDRO, LARA VIVEROS FRANCISCO MARCELO, MARTINEZ SANCHEZ ITZCOALT, MARTINEZ LARA FILIBERTO. Evaluación del Rendimiento de Maiz en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México.

---

## 1. Introducción

El Valle del Mezquital se encuentra en el Estado de Hidalgo, México. Se encuentra cerca de la ciudad de México y es una zona semidesértica. El principal cultivo es el maíz y los productores obtienen cerca de 15 toneladas por hectárea. La mayor parte de los cultivos se riegan con aguas residuales de la ciudad de México. Actualmente se siembran diferentes semillas que ofertan empresas nacionales y extranjeras.

Se requiere de semillas mejoradas de maíz para la obtención de mejores rendimientos por hectárea. En el Valle del Mezquital existen más de 30 materiales diferentes que se siembran en cada una de las parcelas. El mejoramiento de las semillas de maíz es un proceso evolucionario en el cual algunas etapas tienen necesariamente que evolucionar. Estas etapas son: recursos genéticos, variedades y poblaciones mejoradas; sintéticas de base amplia; híbridos no obtenidos a partir de líneas puras; sintéticas de base estrecha; híbridos de líneas puras, simples, dobles o triples. El objetivo básico de un programa de mejoramiento de una población compuesta es el de desarrollar grupos y poblaciones que tengan un germoplasma adecuado para su entrega directa al cultivo, para la extracción de variedades superiores de polinización abierta, compuestas o sintéticas, o para el desarrollo de líneas puras superiores que

puedan ser combinadas en varias combinaciones híbridas productivas.

Varios esquemas de selección con considerable flexibilidad en los detalles para su ejecución han sido desarrollados y están disponibles en la actualidad para los mejoradores de maíz. Algunos de los esquemas son simples y no necesitan una infraestructura compleja ni grandes inversiones, mientras que otros esquemas son relativamente complejos y costosos. Todos esos esquemas han sido usados por los mejoradores de maíz para desarrollar y mejorar los grupos y poblaciones de maíz, los que son la base de un programa exitoso de mejoramiento.

En un esquema de selección la base para la selección puede ser tanto una planta individual, una familia de plantas o una progenie. En el correr del tiempo se han desarrollado distintos esquemas de selección los que son usados para mejorar genética-mente características agronómicas que son, a menudo, heredadas de manera cuantitativa. El método más antiguo de selección es la selección masal la que se basa en la apariencia fenotípica de las plantas y que, por lo general, no comprende la evaluación de las progenies seleccionadas. Muchos otros esquemas de selección recurrente tienen tres etapas: (a) muestreo de la población y desarrollo de las progenies de la población o poblaciones

originales; (b) evaluación de las progenies en bases visuales o con pruebas en el laboratorio o en el campo, y (c) cruzamiento y recombinación de las progenies seleccionadas para formar el ciclo siguiente de la población para continuar la selección y el mejoramiento.

Estos esquemas de mejoramiento son llamados de selección recurrente ya que el procedimiento de selección es repetido consecutivamente hasta que se llega a los niveles de mejoramiento esperados. El objetivo primario del mejoramiento de las poblaciones por medio de la selección recurrente es el de mejorar las poblaciones de maíz en forma gradual y continua descartando las fracciones más pobres en cada ciclo; las plantas en la fracción superior se cruzan entre ellas para producir una nueva generación para el ciclo siguiente de selección. Las tres fases de un esquema de selección recurrente son igualmente importantes para obtener una buena respuesta de la selección. .

### 1.1 Justificación

Las semillas mejoradas se han probado en condiciones diferentes a las que cuenta el productor. Es importante el estudio de las semillas en el sitio donde se va sembrar o lo va a ocupar cada uno de los productores. No existen estudios similares en la región. En el Valle del Mezquital es importante conocer los materiales que se comercializan y se venden a los productores, así como las características de cada

una de ellas para que los tomadores de decisiones realicen la elección adecuada.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar las diferentes semillas comerciales en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Conocer las diferentes empresas que comercializan semillas en el Valle del Mezquital
- Conocer los diferentes materiales que se siembran con sistemas de riego con aguas residuales
- Conocer el rendimiento de cada uno de los materiales utilizados en Valle del Mezquital, Hidalgo

## 3.4 Metodología

En trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Politécnica de Francisco I Madero, en la plataforma “Maíz de alto valor”. Se realizaron mediante la siguiente metodología.

1. Se convocaron a las empresas a participar con los diferentes materiales que comercializan en la región
2. Se realizó el diseño experimental en campo, y se determinaron los materiales a sembrar

3. Se sembraron las semillas con la misma maquina para evitar diferencias entre distancias debido a las características de cada una de las semillas (Figura 1).
4. Se realizó el manejo agronómico de cada una de las semillas
5. Se determinó la fecha de cosecha según la cantidad de humedad del grano.
6. Se determinó el rendimiento con un ajuste del 14% de humedad para igualar las condiciones (Figura 2)



*Figura 1. Maquinaria realizando la cosecha*



*Figura 2. Maquinaria y transporte de los granos hacia la báscula para el pesado*

#### **4. Resultados**

Se evaluaron 9 empresas y 21 híbridos diferentes. Las empresas participantes fueron: Pioneer con 6 materiales, Aspros con 2 materiales, Brevant con 5 materiales, CB con un material, Green Force con 2 materiales, Hacienda con un matial, Medimex con dos materiales, Proceso con un material y Rica con un material (Figura 3).

La empresa de Pioneer fue la empresa que mayor rendimiento registró con 14.8 toneladas por hectarea.



**Figura 3.** Participación de empresas para la validación del diseño experimental

Green Force	GF017	11.841
Hacienda	ASH1141	11.649
Medimex	MEZQUITE	10.736
Medimex	MX04	9.939
Proceso	Proceso 277	8.1
Rica	BUSEFALO	8.573

**Tabla 1** Rendimiento de las semillas diferentes evaluadas en el Valle del Mezquital, Hidalgo

Empresa	Semilla	Rendimiento Ton/ha
Pionner	P3289W	13.042
Pionner	P3258W	13.749
Pionner	P3140W	14.816
Pionner	P3265W	13.244
Pionner	P3260W	12.818
Pionner	P3026W	14.004
Aspros	AQUILES	10.72
Aspros	NOBLE	10.576
Brevant	BG5354W	12.214
Brevant	DAS2368W	11.034
Brevant	B3650	12.228
Brevant	B3706	12.977
Brevant	B3732	12.561
CB	CRM77	11.544
Green Force	GF03	10.649

## 5. Conclusiones

1. Todos los materiales son adecuados para la siembra en el Valle del Mezquital con altos rendimientos de acuerdo a las características agronómicas
2. El material que presentó mayor rendimiento fue de la empresa PIONEER con el material P3141W
3. Es importante la evaluación de todos los materiales con la evaluación completa de características físicas y biológicas para contar con mayor información para una mejor decisión.

## 6. Referencias

- Acosta, R. R. (2013). Evaluación morfoagronómica de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de polinización abierta en el Municipio Batabano, Mayabeque. *Cultrop*. Vol 34. No 2
- Izquierdo B. R. (2012). Evaluación del Cultivo de Maiz (*Zea maiz*) como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas

de escasas de alimento en Cayambe, Ecuador. Proyecto de investigación. Acosta, R. R. (2013). Evaluación morfoagronómica de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de polinización abierta en el Municipio Batabano, Mayabeque. *Cultrop*. Vol 34. No 2

### **Agradecimientos**

A la Universidad Politécnica de Francisco I Madero por el apoyo en la realización de este proyecto. A las empresas participantes por su participación incondicional en el proyecto y por su aportación de materiales necesarios para el éxito de la plataforma experimental

## Características físico-químicas del agua para la producción de tilapia (*oreochromis niloticus*) en condiciones de presa en el rancho UMA “Agua Bendita”

Juan Noguez Estrada, Brenda Lizeth Alvarez Peña, Edgar Martinez Juarez, Nellybeth Rodríguez Martínez, Jorge Vargas Monter, Diana Maria Sifuentes Saucedo.

Autor para correspondencia: [jnoguez@upfim.edu.mx](mailto:jnoguez@upfim.edu.mx).

### Resumen

El objetivo fue analizar las características físico-químicas del agua en la presa A y B del Rancho Agua Bendita, para su uso en el cultivo de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Se recolectaron dos muestras por la mañana, durante 6 semanas siendo transportadas en recipientes de plástico (2 litros) para su análisis físico-químico. Se utilizó un fotómetro de análisis de nutrientes (HANNA HI83325), midiendo: Amoníaco (NH<sub>3</sub>-N) y Nitrato (NO<sub>3</sub>). La temperatura registrada en la presa A (13-18 °C) y B (15-18°C), está por debajo del límite permisible (20 °C). El valor mínimo promedio de oxígeno disuelto, se registró en la presa A (13.28 mg/l), valor por encima del ideal (5mg/l), siendo mayor en la presa B (19.03 mg/l). La turbidez en la presa A fue de (48 UNT), siendo para la presa B de 11 unt, en ambos casos, supera las 5 UNT recomendados por la NOM. El pH fue similar entre la presa A y B (7.51 y 7.49), estando dentro del rango recomendado (7-9). La concentración de amoníaco (0.61 y 1.02 mg/L para la presa A y B), está fuera del rango ideal (0.1mg/l). El contenido de nitratos de la presa A y B fue de 12 y 4mg/l, considerados dentro del rango ideal (0-40 mg/l). Los parámetros fisicoquímicos (Oxígeno, pH y nitratos) favorecen la producción, pero la temperatura, turbidez y amoníaco, se encuentran por encima del límite permisible y ponen en riesgo, la sobrevivencia de la especie.

**Palabras clave:** Tilapia, Calidad de agua, temperatura, turbidez.

**Keywords:** Tilapia, water quality, temperature, turbidity.

**Cita:** NOGUEZ ESTRADA, JUAN. ALVAREZ PEÑA, BRENDA LIZETH. MARTINEZ JUAREZ, EDGAR RODRÍGUEZ MARTÍNEZ NELLYBETH, VARGAS MONTER, JORGE. SIFUENTES SAUCEDO, DIANA MARIA. Características físico-químicas del Agua para la Producción de Tilapia (*oreochromis niloticus*) en Condiciones de Presa en el Rancho UMA “Agua Bendita”

### Abstract

The objective was to analyze the physical and chemical characteristics of the water contained in the Dam A and B of Agua Bendita Ranch, for use in the cultivation of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Two samples of water were collected in the morning, for 6 weeks, the samples were transported in plastic containers (2 liters) for the physico-chemical analysis. A nutrient analysis photometer (HANNA HI83325) was used, measuring the following elements: Ammonia (NH<sub>3</sub>-N) and Nitrate (NO<sub>3</sub>). The temperature recorded in the water dam A (13-18 °C) and B (15-18 °C) was below the permissible limit (20 °C). The average minimum value of dissolved oxygen was recorded in the dam A (13.28 mg / l), a value above ideal (5 mg / l), being higher in dam B (19.03 mg / l). The turbidity in the dam A was of 48 NTU being for dam B of 11 NTU, in both cases, it exceeds the 5 NTU recommended by the NOM. The pH showed a similar value between dam A and B (7.51 and 7.49, respectively), being within the recommended range (7-9). The concentration of ammonia (0.61 and 1.02 mg / L for dam A and B) is outside the ideal range (0.1mg / l). The nitrate content of the dam A and B was of 12 and 4mg / L, considered within the ideal range (0-40 mg / l). The physicochemical parameters (oxygen, pH and nitrates) favor the production, but the temperature, turbidity and ammonia, are above the permissible limit and put at risk, the survival of the species.

## 1. Introducción

La tilapia (*Oreochromis niloticus*) es considerada una de las especies de gran importancia, por contar con un nivel proteico alto, con un costo de producción relativamente bajo y ha tenido una gran promoción en el mercado, ya que es considerado el segundo grupo de peces que más se producen en la acuicultura mundial. En América Latina continúa aumentando su competitividad principalmente en el sector de los productos frescos e inocuos orientados hacia los grandes mercados de EUA y la Unión Europea (CONAPESCA, 2013).

La producción acuícola en México se lleva a cabo en 23 de los 32 estados, siendo los principales productores: Morelos, Nayarit, Jalisco, Veracruz y Yucatán; (SEGOB, 2018). La tilapia por su volumen se encuentra posicionada en el lugar 5 de la producción pesquera en México; sin embargo, por su valor, lo encontramos en el tercer lugar. La tasa media de crecimiento anual de la producción en los últimos 10 años es de 3.28% (SAGARPA, 2015).

El estado de Hidalgo cuenta con una población de 4,554 pescadores, una planta pesquera de 1,017 embarcaciones ribereñas activas y 421 unidades de producción acuícolas (CONAPESCA, 2013).

El Rancho Agua Bendita, localizado en Mineral de la Reforma cuenta con dos presas alimentado

con agua pluvial con una capacidad de 500,000 litros, con volumen y calidad del agua diferentes, por lo que la producción, principalmente de tilapia, se ha visto afectada.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo consistió en analizar las características físico-químicas del agua contenida en la presa del Rancho Agua Bendita para su uso en el cultivo de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### 1.1 Justificación

La elevada y constante demanda por proteína de origen animal para consumo humano, motiva a la práctica de actividades acuícolas, sin embargo, es importante diseñar sistemas de producción viables y que coadyuve a solucionar la situación actual, mediante el aprovechamiento de recursos naturales subutilizados como lo es el caso de las presas alimentadas con aguas pluviales. Una de las alternativas es sin duda alguna el cultivo de tilapia, sin embargo, es importante considerar que el crecimiento de la tilapia y la eficiencia de producción dependerá de varios factores tales como: genéticos, sanitarios, reproductivos y nutricionales, además de características del cuerpo de agua como: densidad, temperatura, oxígeno, pH, amoníaco, salinidad y turbidez, constituyendo con ello la “calidad del agua”, factor muy importante que interviene en la salud y desarrollo de los peces. El muestreo continuo de la calidad del agua, permitirá identificar los factores que pueden

influir en el crecimiento y producción de tilapia, y por lo tanto en la rentabilidad del sistema de producción.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Analizar las características físico-químicas del agua contenida en la presa del Rancho Agua Bendita para su uso en el cultivo de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar la revisión documental de los requerimientos de la especie Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) para elaborar una propuesta de aprovechamiento.
- Realizar el análisis físico-químico del agua de la presa del Rancho Agua Bendita para su aprovechamiento en el cultivo de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## 2. Marco Teórico

### 2.1 Calidad del agua

El medio ambiente acuático incluye factores físicos, químicos y biológicos interrelacionados entre sí, dando lugar a lo que se denomina “calidad del agua”, factor muy importante que interviene en la salud de los peces. Los factores fisicoquímicos de mayor importancia son: pH, temperatura, amoníaco, oxígeno disuelto y

nitratos, mientras que el factor biológico relevante para la producción en el estanque es el plancton, formado por vegetales y animales de tamaño microscópico (Freitas, 2015).

La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y de su actividad biológica. La mala calidad pone en riesgo la salud de los organismos que se cultivan, así como en las personas que lo consumen. Los problemas actuales de contaminación en los diferentes cuerpos de aguas, pueden afectar a los organismos con alteraciones genéticas, o que presenten susceptibilidad a enfermedades, plaguicidas y metales pesados, así como a microorganismos. El crecimiento de los peces depende en gran parte de la calidad del agua; por lo tanto, es necesario mantener las condiciones físico-químicas dentro de los límites de tolerancia para la especie a cultivar. La presencia de sustancias químicas y biológicas disueltas e insolubles en el agua define su composición físico-química y biológica (Berranchara, 2000).

El crecimiento de peces en la acuicultura depende principalmente de la alimentación (Slawski *et al.*, 2011), de la densidad (Ma *et al.*, 2006); Factores bióticos como el sexo y edad (Imslund y Jonassen, 2003); varianza genética; y Factores abióticos como la química del agua, la temperatura. (Imslund *et al.*, 2007). Para el manejo exitoso de los estanques de peces se requiere agua de calidad, que está determinada

por factores abióticos como la temperatura, el oxígeno disuelto (OD), turbidez, color del agua, dióxido de carbono, pH, alcalinidad, amoníaco, nitratos, población de plancton entre otras (Bhatnagar y Devi, 2013).

## 2.2 Temperatura

La principal fuente de energía calórica en el estanque es el sol, es absorbida por el agua y se convierte en calor, por consiguiente cualquier factor que influya sobre la penetración de los rayos solares, afectará el calentamiento del agua, lo cual causará diferencias térmicas entre los estanques en un mismo sitio y a su vez afectará la composición del plancton, la distribución de los organismos en la columna de agua y la productividad del estanque: Además, en estanques poco profundos no se presentan diferencias marcadas de temperatura en la columna de agua, debido a que la brisa puede mezclar el agua y distribuir la temperatura absorbida. En cambio, en los grandes lagos existe una gran diferencia entre la temperatura superficial del agua y la profunda (Vides, 2013).

Los peces son organismos poiquiloterms cuya temperatura corporal depende del medio en que viven. Por ello, la temperatura es la variable más importante y determinante para el cultivo, y a su vez la más difícil de controlar, el rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28 y 32° C (Poot *et al.*, 2009). Los cambios

de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica, y por ende, mayor consumo de oxígeno. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26- 33°C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37-42°C. (Saavedra; 2006), por otro lado, Alamilla, 2002, menciona que el rango óptimo oscila entre los 25 y 35°C, mientras que la FAO (2012) menciona crecimiento óptimo se alcanza a 28-36 ° C y disminuye con conforme baja la temperatura.

La intolerancia de la tilapia a bajas temperaturas es un problema serio para su cultivo e incluso si la temperatura del agua está por encima de los límites letales, no conduce a la mortalidad directa, esto conduce a la susceptibilidad de aparición de hongos e infecciones. La tilapia no puede crecer muy por debajo de 16 ° C y no pueden sobrevivir más de unos pocos días por debajo de 10 ° C, los valores de temperatura preferidos están entre 20 y 35 ° C, la reproducción tiene lugar entre 25 ° C y 36 ° C y dejan de consumir alimento cuando la temperatura de 16-17 ° C (Lim y Webster, 2006).

El aumento de temperatura disminuye la concentración de oxígeno, y con pH básico, favorecen que el amoníaco se encuentre en su forma tóxica, el consumo de oxígeno causado por la descomposición de la materia orgánica, se incrementa en la medida que aumenta la temperatura. Las diferentes especies de peces

tienen sus rangos óptimos de temperatura (Truchas: menores a 18°C; Carpa: 18-24°C; Mojarra, Cachama, Camarón de agua dulce y Bagre: más de 25°C).

### 2.3 pH

Los niveles de pH dentro del estanque pueden variar significativamente en un periodo de 24 horas, debido a la respiración y a la fotosíntesis que se realizan en los estanques, el ácido carbónico, por su naturaleza química tiende a bajar el pH (Bautista, 2011).

El pH en el agua fluctúa en un ciclo diurno, principalmente influenciada por la concentración de CO<sub>2</sub>, por la densidad del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza del agua. El pH para el cultivo de tilapia, debe de ser neutro o muy cercano a él, con una dureza normalmente alta para proporcionar una segregación adecuada del mucus en la piel. Un valor de 7,5 favorece la productividad natural del estanque constituyendo una fuente de alimento (Poot et al., 2009).

Las tilapias muestran el mejor crecimiento en agua con pH neutro o ligeramente alcalino, la productividad primaria es bastante intensa, se han adaptado para soportar grandes rangos de pH de 5 y 11, pero se ha demostrado que el crecimiento se ve afectado negativamente en aguas ácidas. Las tilapias son capaces de tolerar

un amplio rango de pH de 3.7 a 11, pero el mejor crecimiento se logra entre pH 7-9 (Ross, 2000).

La estabilidad del pH viene dada por la llamada reserva alcalina o sistema de equilibrio (tampón) que corresponde a la concentración de carbonato o bicarbonato. Las aguas ácidas irritan las branquias de los peces, las cuales tienden a cubrirse de moco llegando en algunos casos a la destrucción histológica del epitelio. La sobresaturación de dióxido de carbono acidifica aún más el agua causando alteraciones de la osmorregulación y acidificando la sangre, El amoníaco en pH ácido se transforma en ión amonio, forma ionizada no tóxica, pero en pH básico se torna altamente tóxico (Vides, 2013).

Las algas, plancton y zooplancton utilizan el dióxido de carbono durante las horas del día, por lo que la cantidad de dióxido de carbono es reducida, incrementando los niveles de pH. En la noche, el proceso de fotosíntesis se detiene y los niveles de pH disminuyen debido a la presencia de mas dióxido de carbono presentes en el agua (Bautista, 2011).

## 2.4 Oxígeno

Gas fundamental para los peces en un cuerpo de agua. La tilapia, soportan bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/L. Sin embargo, a menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente, también el crecimiento de los peces.

El oxígeno es disuelto en el agua por difusión desde la atmósfera (por vientos o medios artificiales) y por la fotosíntesis. Es consumido del agua por la respiración de los organismos. Durante el día con la fotosíntesis se produce oxígeno que es removido del agua por la demanda respiratoria de los animales y de las plantas, mientras tanto, en la noche, tanto plantas como animales continúan respirando sin que haya nuevos aportes de oxígeno al agua. El oxígeno también se remueve del agua como un resultado de ciertas reacciones químicas inorgánicas, lo que se conoce como demanda química de oxígeno (DQO) (Vides, 2013).

Lo más conveniente es conservar valores mayores de 5 mg/l. (Poot et al., 2009). El aumento de la temperatura del agua conduce a la reducción de la tasa de oxígeno disuelto en el agua (El Sayed, 2016).

La noche también provoca bajas significativas en los niveles de oxígeno, estos son promovidos por los efectos del ciclo de la fotosíntesis. Los efectos de ausencia de oxígeno pueden llevar a

la pérdida inmediata de toda la producción de un estanque por la muerte masiva provocada por la asfixia de los organismos, mientras tanto, los peces tienden a crecer a niveles de 5 a 12 ppm, en los niveles de 3 a 4 ppm de oxígeno, los peces dejan de alimentarse, a niveles de 2 ppm de oxígeno, el pez sube a la superficie por aire disponible y a niveles entre 1 y 1.5 ppm el pez muere por asfixia (Bautista, 2011).

La saturación de oxígeno disuelto depende de la temperatura, la salinidad y de la altitud, la concentración puede variar de acuerdo a la iluminación solar, una mayor temperatura del agua acelera el proceso de degradación de la materia orgánica y por consiguiente mayor consumo de oxígeno, la cantidad de fitoplancton zooplancton, bacterias y demás organismos, además, la producción de oxígeno en los días nublados es menor que la de días despejados (Vides, 2013).

## 2.5 Turbidez

Esta dada por el material en suspensión en el agua, bien sea mineral u orgánico. El grado de turbidez varía de acuerdo a la naturaleza, tamaño y cantidad de partículas suspendidas. Se deben mantener 30 centímetros de visibilidad o transparencia. (Poot *et al.*, 2009).

El grado de turbidez varía de acuerdo a la naturaleza, tamaño y cantidad de partículas suspendidas, la turbidez originada por el plancton es una condición necesaria en acuicultura, entre más plancton, mayor turbidez, por otra parte, la turbidez causada por partículas de arcilla en suspensión que actúa como filtro de los rayos solares afecta la productividad primaria del estanque y por consiguiente la actividad fotosintética del fitoplancton y la producción de oxígeno.

La medición de turbidez se realiza mediante un Turbidímetro. La norma oficial mexicana para la producción calidad suprema de tilapia, menciona que la turbidez no debe ser mayor a 5 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez)

## 2.6 Amoniaco

El amoniaco es la principal forma de los desechos metabólicos excretados a través de las branquias y riñón de los peces. El amoníaco excretado se puede encontrar en dos formas diferentes; Forma de  $\text{NH}_3$  sindicalizada (UIA-N), que es tóxica para los peces y  $\text{NH}_4$  ionizado + forma, que es mucho menos tóxico (El-Sayed, 2006). La toxicidad del amoniaco está estrechamente relacionada con el pH y con la temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto, los valores de amoniaco deben fluctuar entre 0.01 ppm a 0.1 ppm, valores cercanos a las 2 ppm son críticos. El amoníaco o el amonio no-ionizado ( $\text{NH}_3$ ) es el producto principal del metabolismo de proteína en peces, crustáceos y otros organismos acuáticos, también las bacterias excretan  $\text{NH}_3$ , como producto de la descomposición de la materia orgánica en medios acuosos. El amoniaco proviene específicamente del proceso catabólico de desanimación de los aminoácidos. El  $\text{NH}_3$  es una sustancia química muy tóxica para la vida animal. El amoníaco en el agua aumenta el consumo de oxígeno por los tejidos branquiales y disminuye la capacidad de la sangre a transportar oxígeno. La exposición prolongada y sub-letal a amoniaco en el agua, aumenta la susceptibilidad de los peces a una variedad de enfermedades (Meyer, 2006).

La proteína del alimento es una de las principales fuentes de amoníaco en los estanques acuícolas, además de los sedimentos del fondo del estanque. Las algas y los alimentos producen grandes cantidades de materia orgánica. Los sólidos fecales y algas muertas quedan en el fondo del estanque y comienzan su proceso de descomposición; este proceso produce amoníaco, el cual se difunde desde los sedimentos hacia la columna de agua (Aquafeed, 2013).

Durante la noche, el pH del agua tiende a reducirse, disminuyendo la cantidad de amonio en forma tóxica. Los peces también procurarán encontrar durante el día un confort en aguas más profundas, donde el pH no se encuentre tan elevado; aunque también es cierto que las aguas profundas muestran poco oxígeno. A pesar de que los peces no mueren directamente con una exposición temporaria a niveles tóxicos de amoníaco, ellos ingerirán menor cantidad de ración (especialmente durante la tarde) y presentarán peor conversión alimentaria. Este hecho afectará el crecimiento y también puede debilitar su sistema inmunológico, favoreciendo la presencia de enfermedades. También pueden esperarse mortalidades crónicas desde ese momento. Por lo tanto, aún asegurando buenos niveles de oxígeno con aireación, el segundo factor limitante en la producción, el amoníaco tóxico, deberá controlarse. Esto exige una renovación de agua. Donde ello no sea posible,

será preciso restringir la alimentación o adoptar estrategias más complejas de control del fitoplancton (Bautista y Ruiz, 2011).

La fotosíntesis actúa como una esponja para la absorción del amoníaco, por lo que las plantas y las algas, por lo general, crecen en los estanques y ayudan a utilizar el amoníaco. Por supuesto, el excesivo crecimiento de plantas puede tener algún efecto sobre los ciclos diurnos de los niveles de oxígeno disuelto (OD), provocando que el OD sea más bajo durante la noche, el otro proceso de eliminación de amoníaco es la transformación del amoníaco a través de la nitrificación, existen dos tipos de bacterias, *Nitrosomonas* y *Nitrobacterias*, que oxidan al amoníaco, además, el amoníaco libre es la parte tóxica del nitrógeno amoniacal total (NAT). Por encima de un pH de 8,0 la toxicidad del NAT se eleva rápidamente (Aquafeed, 2013).

## 2.7 Nitratos y Nitritos

El nitrito y el nitrato son compuestos que se encuentran en la naturaleza y forman parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato es la forma oxidada más estable del nitrógeno el cual puede ser reducido por acción microbológica a nitrógeno gaseoso, el nitrito puede ser oxidado con facilidad por procesos biológicos o químicos a nitrato, parte del nitrato puede ser absorbido

por las plantas o fitoplancton, para formar proteína vegetal (Almudena y Lizaso, 2001).

Niveles de nitrato entre 0 y 40 ppm son generalmente seguros para los peces. Cualquier valor superior a 80 ppm puede ser tóxico. A menudo es difícil precisar el origen de un alto contenido de nitratos, debido a que puede provenir de muchas fuentes. Los procesos naturales incluyen la precipitación, el constante movimiento de los minerales y descomposición de la materia orgánica. Niveles de nitritos superiores a 0,75 ppm en el agua pueden provocar estrés en peces y mayores de 5 ppm pueden ser tóxicos (Bautista y Ruiz, 2011).

Estos se originan en los estanques como producto del metabolismo de los organismos bajo cultivo y son liberados durante la descomposición que hacen las bacterias sobre la materia orgánica. Este proceso se debe a la acción de bacterias aeróbicas, como Nitrosomonas, responsables del paso de amoníaco a nitritos, y la bacteria Nitrobacter es la responsable del paso de nitrito a nitrato. La desnitrificación de nitratos a nitrógeno, puede llevarse a cabo por bacterias como Pseudomonas, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus* y *Corynebacterium* (Vides, 2013).

### 3. Metodología

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la presa del Rancho Agua Bendita, la cual está a

2499 metros de altitud, con una temperatura media anual de 16 grados centígrados (INEGI, 2019), ubicado en el Municipio de Mineral de la Reforma, comunidad de Amaque Hgo, a 19° 58' y 20° 09' de latitud Norte; los meridianos 98° 39' y 98° 47' de longitud oeste (Google, 2019). La cual cuenta con una capacidad total de aproximadamente 1 millón y medio de litros de agua aunque en la actualidad cuenta con aproximadamente una tercera parte de su capacidad, poco más de 500 mil litros, es abastecida durante todo el año por agua pluvial.

#### 3.1 Toma de muestras:

Se recolectaron dos muestras de agua por la mañana, durante 6 semanas, una de la presa donde se realizó la introducción de alevines de tilapia (Presa A) y otra más, (Presa B) de la presa principal del Rancho Agua Bendita. Las muestras fueron transportadas en un recipiente de plástico de capacidad de 2 litros para su análisis físico-químico. Se utilizó un fotómetro de análisis de nutrientes (HANNA HI83325) para el análisis de: Amoníaco (NH<sub>3</sub>-N) y Nitrato (NO<sub>3</sub>),

#### 3.2 Transporte de las muestras:

El transporte de la muestra se llevó a cabo en base a la NOM 003-ECOL-1993, la cual establece las condiciones para el adecuado transporte y almacenamiento del agua, para su posterior análisis en los laboratorios de análisis

de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

### 3.3 Caracterización del agua in situ

Para la caracterización del agua se llevó a cabo la toma de datos in situ a través de una sonda multiparamétrica Hanna Instruments HI98194, la cual se sumergió a la corriente y se obtuvieron los datos para su correlación en laboratorio.

### 4. Resultados

Los resultados de los parámetros físico-químicos en cada componente de las presas A y B (Ver tabla 2) de un sistema cerrado a lo largo de 90 días presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1** Resultados de los parámetros físico-químicos de las presas A y B del Rancho Agua Bendita para la producción de tilapia.

Parámetro	Óptimo	Presa A	Presa B
Temperatura	20-35	13-18°C	15-18°C
Oxígeno	5- 9 mg/l	13.28 mg/l	19.03 mg/l
Turbidez	5 (unt)	48 unt	11 unt
pH	7-9	7.51	7.49
Amoniaco (NH <sub>3</sub> -N)	0.1 mg/l	0.61 mg/l	1.02 mg/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	0-40 ppm=mg/l	12 mg/l	4 mg/l

La temperatura registrada en la presa A (13-18 °C) y B (15-18 °C), está por debajo del límite permisible, siendo uno de los factores ambientales con mayor impacto en las respuestas fisiológicas de crecimiento y alimentación de la tilapia.

El valor mínimo promedio de oxígeno disuelto, se registró en la presa A (13.28 mg/l), valor por encima del ideal (5mg/l), siendo mayor en la presa B (19.03 mg/l), las condiciones para este parámetro hasta el muestreo, se consideran aceptables para la producción de tilapia, pero acercándose a la saturación.

La turbidez registrada en la presa A fue de (48 NTU), siendo para la presa B de 11 unt, en ambos casos, supera las 5 unt recomendados por la NOM.

### 5. Conclusiones

Al evaluar de manera continua los parámetros de calidad del agua permitirá obtener información importante para el desarrollo de estrategias que ayuden a mejorar la producción y el óptimo desarrollo de Tilapia en condiciones controladas o en cuerpos de agua naturales. En este trabajo los parámetros físico-químicos fueron estables, lo cual favorece la supervivencia de los organismos estudiados, sin embargo, es necesario mejorar algunos indicadores que se encuentran al límite permisible

### 6. Referencias

Alamilla, H., 2002. Cultivo de Tilapias. ZOE Tecno Campo. México: 16 p

- Barrenechea, M., 2000. Manual I: Teoría Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua México. P. 56.
- Bautista, J., Ruiz J., 2011. Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. Dirección de Fortalecimiento a la Investigación, Universidad Autónoma de Nayarit, México.
- Bhatnagar, A., Devi, P. 2009. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *Int J Environ Sci.* ;3(6).
- El-Sayed, F. 2003. *Protein Nutrition of Farmed Tilapia: Searching for Unconventional Sources. Faculty of Science University of Alexandria, Alexandria.* p.364-378.
- El-Sayed, A.-F.M. (2006) *Tilapia Culture.* CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, 294 pp.
- Freitas, F. 2015. La calidad del agua y las buenas prácticas en acuicultura. Centro de Acuicultura da Unesp.
- Imsland, A., & Jonassen T. 2003. Growth and age at first maturity in turbot and halibut reared under different photoperiods.
- Imsland, A., Schram, E., Roth, B., Schelvis-Smit, R. & Kloet, K. 2007. *Growth of juvenile turbot Scophthalmus maximus (Rafinesque) under a constant and switched temperature regime.* 15:403–77.
- Ma, A., Chen, C., Lei, J., Chen, S., Zhuang, Z., & Wang, Y. 2006. *Turbot Scophthalmus maximus: stocking density on growth, pigmentation and feed conversion.* *Chin J Oceanol Limnol.* 24:307–12.
- Meyer, D., C. Castillo & S. Triminio. 2006. Manual de prácticas de acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, 111 pp.
- Poot, D. & Novelo S., 2009. Cultivo integral de la Tilapia.
- Ross, L. G. 2000. Environmental physiology and energetics. In: M. C. M. Beveridge and B. J. McAndrew (eds.) *Tilapias: Biology and Exploitation,* Fish and Fisheries Series 25, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. . pp. 89–128
- Slawski, H., Adem, H., Tressel, R., Wysujack, K., Kotzamanis, & Schulz, C. 2011. *Austausch von Fischmehl durch Rapsproteinkonzentrat in Futtermitteln für Steinbutt (Psetta maxima L).* *Züchtungskunde.* 83:451–60.
- Vides, S. 2013. Parámetros fisicoquímicos del agua. *Acuicultura hoy.*

### Cibergrafía

- Almudena Antón y Lizaso Jesús, (2001). Nitritos, Nitratos y Nitrosaminas. Recuperado de <http://mie.esab.upc.es/ms/formacio/Control%20Contaminacio%20Agricultura/biblio/nitratos%20y%20nitrosaminas.pdf>

- Aquafeed. 2013. La comprensión del amoníaco en los estanques acuícolas. En: <http://www.aquafeed.co/la-comprension-del-amoniaco-en-los-estanques-acuicolas/> consultado: 11/02/19
- CONAPESCA, 2013. Anuario estadístico de acuicultura y pesca. *In:* <http://docplayer.es/94090461-Anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca.html> consultado: 12/01/19
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), 2015. Acuicultura. *In:* <http://www.fao.org/aquaculture/es/> consultado: 02/02/19
- Saavedra, M. M. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. Descargado de <http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades-del-cultivo-de-Tilapia.pdf> consultado: 28/01/19
- SAGARPA, 2015. Estudio para la determinación de esquemas de mejora para rendimiento en las granjas de producción acuícola de tilapia. *In:* [http://file:///C:/Users/KITY/Documents/Tilapia\\_Detallado.pdf](http://file:///C:/Users/KITY/Documents/Tilapia_Detallado.pdf). pp. 11 consultado: 12/01/19.

## Algunos aspectos de la morfología de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y elotero (*Heliothis zea*)

Olvera Delgadillo E. H<sup>1</sup>., Mendoza Fernandez C. A<sup>2</sup>., Rodriguez Martinez N<sup>2</sup>., Rodríguez Ortega L. T<sup>2\*</sup>., Ventura Maza A<sup>2</sup>., Rodríguez Ortega A<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo, México. <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo, México. C.P. 42660.

\*Autor para correspondencia: [ltrodriguez@upfim.edu.mx](mailto:ltrodriguez@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

Se recolectaron larvas de gusano cogollero y gusano elotero en los meses de mayo-agosto del 2018, en una plantación de maíz con presencia de estos insectos. El análisis se hizo en el laboratorio de entomología de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Las variables evaluadas fue el peso de larvas de quinto instar, largo del cuerpo, ancho del abdomen, tamaño del tubo digestivo, largo del vaso dorsal y la temperatura máxima y mínima de cada especie. Se concluyo que el gusano cogollero es más tolerante que gusano elotero a temperaturas extremas debido a que su ciclo de vida en estado de larva se encuentra más expuesto a condiciones climáticas. *S. fugiperda* comparado con *H. zea* es más grande, tolera temperatura extrema y causa más daño al cultivo de maíz.

**Palabras clave:** maíz, gusano elotero, gusano cogollero, morfología.

### Abstract

Larvae of cogollero worm and eloterous worm were collected in the months of May-August 2018, in a corn plantation with the presence of these insects. The analysis was done in the entomology laboratory of the Polytechnic University of Francisco I. Madero. The variables evaluated were the fifth instar larvae weight, body length, abdomen width, digestive tract size, dorsal vessel length and the maximum and minimum temperature of each species. It was concluded that the cogollero worm is more tolerant than the eloterous worm at extreme temperatures because its larval life cycle is more exposed to climatic conditions. *S. fugiperda* compared to *H. zea* is larger, tolerates extreme temperature and causes more damage to the corn crop.

**Keyword:** corn, elot worm, budworm, morpgology.

**Cita:** Olvera Delgadillo E. H<sup>1</sup>., Mendoza Fernández C. A<sup>2</sup>., Rodríguez Martínez N<sup>2</sup>., Rodríguez Ortega L. T<sup>2\*</sup>. Ventura Maza A<sup>2</sup>., Rodríguez Ortega A.<sup>2</sup>

---

## 1. Introducción

El maíz es una especie central en la alimentación y cultura de Centroamérica consideran al maíz como un elemento estratégico para la soberanía y seguridad alimentaria en sus distintas formas de usos y valores socioculturales de los mexicanos, principalmente para el medio rural. Este cereal fue domesticado y venerado por las culturas prehispánicas, y sigue siendo la base de la alimentación mexicana. En México, el maíz es consumido en varias formas: en elote, tamales, bebidas fermentadas, pero principalmente en forma de tortilla, con un consumo per cápita de 100 kg de maíz al año en diferentes formas. La tortilla es un alimento de forma circular aplanada de 10 a 30 cm de diámetro y 0.2 a 0.6 cm de grosor, se elabora a partir de diferentes tipos de maíz cocido con hidróxido de calcio; proceso conocido como nixtamalización que hace más biodisponible los nutrientes, y el agua residual del proceso de nixtamalización es conocido como nejayote. La tortilla es considerada como un alimento de primera necesidad para el 94% de la población mexicana, principalmente en las zonas rurales, donde su consumo es de 328 g diarios per cápita y provee el 70% del total de calorías, cerca de 50% de las proteínas y 49% del calcio. Esto hace que los mexicanos sean los principales consumidores de tortilla en el mundo, con una producción y consumo cercano a los 12 millones de toneladas de tortillas por año. Para la producción de maíz, a nivel nacional se destina aproximadamente 35% de la superficie cultivable. El estado de Hidalgo cuenta con una extensión agrícola de 621,394 ha, que corresponde al 26.6% de la superficie estatal. Esta superficie se distribuye en dos modalidades: la de temporal con 469,660 ha, (75.6%) y la de riego con 151,734 ha (24.4%) de la superficie bajo riego, 54,425 ha, corresponde a maíz equivalente al 35.9%. Al Distrito de Desarrollo Rural (DDR) de Mixquiahuala corresponden 32,922 ha de maíz, lo que representa una participación porcentual del 60.5%. Esta superficie se distribuye en tres distritos de riego (003 de tula, 100 Alfajayucan y 112 de Ajacuba). Es un cereal considerado muy completo, con muchos aportes nutritivos,

tanto para el ser humano, como para los animales.

## 2. Marco teórico

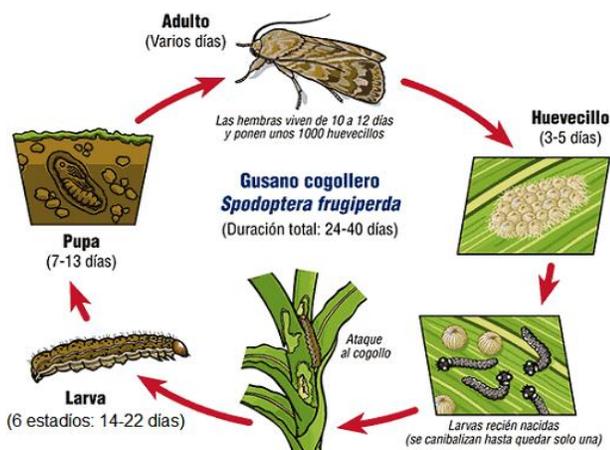
### Gusano cogollero

Es la larva de la palomilla nocturna *Spodoptera frugiperda*, que ataca principalmente maíz, sorgo y arroz, aunque también, en menor grado, hortalizas y algodón, entre otros cultivos. Esta plaga, considerada la más importante del maíz en México, es de origen tropical y ataca con más rigor las siembras tardías en las costas y las regiones cálidas de riego. Menos infestados son los maizales de los altiplanos, donde el ataque del cogollero disminuye al entrar las lluvias o al alcanzar las plantas un metro de altura.

Los estudios realizados en México, demuestran que *Spodoptera frugiperda*, se encuentra ampliamente distribuida en las zonas donde se cultiva el maíz causando daños severos en los Estados de Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Hidalgo Chiapas y Veracruz principalmente. Reportan que la *Spodoptera frugiperda* se encuentra distribuida por todo el Hemisferio Occidental desde el Sureste de Canadá hasta Chile y Argentina. Reportó que la distribución de esta plaga es casi mundial, presentándose en toda marica e inclusive en área de las Indias Occidentales, Haití, África y Hawái.

El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60 %. Los daños más serios corresponden a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales (SIAP, 2010). Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz. Su presencia y daños han sido consignadas en las siguientes entidades: Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Guanajuato, Tamaulipas, Hidalgo, Puebla,

México, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Además de maíz este insecto puede afectar otras gramíneas como sorgo, arroz, pastos, algunas leguminosas como frijol, soya y cacahuete y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote, (Notz, 1973).



Las características distintivas del macho son: expansión alar de 32 a 35 mm; longitud corporal de 20 a 30 mm; siendo las alas anteriores pardo-grisáceas con algunas pequeñas manchas violáceas con diferente tonalidad, en la región apical de estas se encuentra una mancha blanquecina notoria, orbicular tiene pequeñas manchas diagonales, una bifurcación poco visible que se extiende a través de la vena costal bajo la mancha reniforme; la línea subterminal parte del margen la cual tiene contrastes gris pardo y gris azulado. Las alas posteriores no presentan tintes ni venación coloreada, siendo más bien blanquecina. Las hembras tienen una expansión alar que va de los 25 a 40 mm, faltándole la marca diagonal prominente en las anteriores que son poca aguda, grisácea, no presentan contrastes; la mancha orbicular es poco visible, oblonga e conspicua; la línea postmedial doble y fácilmente vista. Los huevecillos son grisáceos, semiglobulares, algo afilados en sus polos. En cuanto a las larvas las caracterizan de la siguiente manera: las larvas recién emergidas tiene su cuerpo blanquecino vidrioso, pero la cabeza y el dorso del primer segmento torácico negro intenso, las larvas de los primeros estadios II, III y IV son pardos

grisáceo en el dorso y verde en el lado ventral, sobre el dorso y la parte superior de los costados tienen tres líneas blancas cada una con una hilera de pelos blancos amarillentos que se disponen longitudinalmente, sobre cada segmento del cuerpo aparecen cuatro manchas negras vistas desde arriba ofrecen la forma de un trapecio isósceles; además tiene una “Y” invertida en la parte frontal de la cabeza y es de color blanco. La pupa es de color pardo rojizo y tiene una longitud de 17 a 20 mm (Gutiérrez, 1984).

Individualmente son de forma globosa, con estrías radiales, de color rosado pálido que se torna gris a medida que se aproxima la eclosión. Las hembras depositan los huevos corrientemente durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos o masas cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo que sirven como protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos, (Ángulo, 2000).

Las larvas al nacer se alimentan del coreon, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo. Su color varía según el alimento, pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una “Y” blanca invertida, (Ángulo, 2000). Las larvas pasan por 6 ó 7 estadios o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve, (Ángulo, 2000).

Las pupas son de color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo

abdominal (cremaster) terminando en 2 espinas o ganchos en forma de “U” invertida. Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa, (Ángulo, 2000).

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas. En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax. Permanecen escondidas dentro de las hojarascas, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activas al atardecer o durante la noche cuando son capaces de desplazarse a varios kilómetros de distancia, especialmente cuando soplan vientos fuertes, (Ángulo, 2000).

El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que, al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín, (Ángulo, 2000).

#### **Gusano elotero *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae)**

En el cultivo de maíz de temporal y de riego una de las plagas más importantes es el gusano elotero (*Heliothis (Helicoverpa) zea*), el cual ocasiona daños directo e indirecto a la mazorca. El mayor problema para los agricultores en el control del gusano es que debido a la penetración en la mazorca, el gusano escapa del control químico basado en aspersión.

El incremento de la población mundial y en especial de la República Mexicana ha ocasionado un aumento en la utilización de nuevas tecnologías para la producción de alimentos y el manejo fitosanitario de las plagas

que afectan al cultivo de maíz, en especial el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y Gusano elotero (*Heliothis zea*) dos lepidópteros que en estado inmaduro causan grandes pérdidas al alimentarse de esta gramínea en estado vegetativo. Este cereal es de gran importancia nutricional para el pueblo de México, como alimento para ganado, para la producción de biocombustibles y para su conservación genética.

El maíz es uno de los tres cereales más importantes del mundo, junto con el trigo y el arroz. Posee una gran diversidad genética y se cultiva en una amplia gama de ambientes, desde el nivel del mar hasta los 3,800 m. Los factores que limitan la producción de maíz son muy diversos; entre los más significativos están los insectos y otros organismos afines a éstos, como los ácaros. Desde los elevados valles tropicales y subtropicales hasta las tierras bajas tropicales y regiones templadas, estas plagas son capaces de infestar el maíz en cualquier etapa de su desarrollo o en el almacén y además pueden atacar cualquier parte de la planta con graves consecuencias en el rendimiento.

El grupo de las palomillas (que incluye gusanos cogolleros, soldados, eloteros y barrenadores) es el que más daños causa a nivel mundial, seguido de los escarabajos (gusanos de las raíces, gusanos de alambre, gallinas ciegas, barrenadores del grano y gorgojos). Los insectos pertenecen a un grupo de animales articulados denominados artrópodos cuya evolución tiene cerca de 350 millones de años, comparados con los dos millones de años del ser humano. El enorme éxito que han tenido como habitantes de la Tierra se debe a su tremendo potencial de reproducción, capacidad de sobrevivencia, diversidad y pequeño tamaño.

Por lo general, los insectos pasan por cuatro etapas de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Las formas inmaduras (larva o ninfa) no tienen alas y algunas tampoco tienen patas ni otras estructuras típicas, lo cual les confiere una apariencia que es totalmente distinta a la de la pupa o adulto.

### 3. Metodología

La presente investigación se realizó en el ciclo de cultivo primavera – verano del 2018 en plantaciones de maíz del municipio de Mixquiahuala, Hgo., cuyas coordenadas geográficas son 20°13'52" de latitud norte y 99°12'47" de longitud oeste, del meridiano de Greenwich y a una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar, se encuentra ubicado a 31 Km de Actopan y a una distancia de 67 Km de la capital del estado. El municipio de Mixquiahuala de Juárez colinda al norte con los municipios de Chilcuautla, Progreso de Obregón y San Salvador, al este con el municipio de Tetepango y Francisco I. Madero, al sur con los municipios de Tetepango, Tlahuelilpan y al oeste con los municipios de Chilcuautla y Tezontepec de Aldama.

Se realizó un patrón de muestreo para recolectar larvas de *S. frugiperda* y *H. zea* formando una "X" que cubra el lote en cinco estaciones de muestreo de diez plantas cada una. Se recolectaron larvas de *S. frugiperda* y *H. zea* las cuales fueron depositadas en un recipiente de plástico (botella).

Con ayuda de las pinzas sacar las larvas de 5 to instar de *S. frugiperda* y *H. zea* del recipiente (botella), colocarlas en la báscula y determinar el peso de 30 larvas anotarlos en la libreta en (gr), posteriormente poner las larvas en un trozo de unicel, con ayuda de un vernier digital determinar las medidas externas largo, ancho de 30 larvas en (mm) sacar el promedio y analizar los datos en un programa de excel por medio de una gráfica.

Con la ayuda de un vaso de precipitado se colocaron 40 ml de agua potable, se puso en la estufa a hervir a una temperatura de 90 °c, retirando las larvas de 5 to instar de la botella con ayuda de las pinzas colocarlas por 2 minutos en

el vaso de precipitado hirviendo, posteriormente poner 50 ml de alcohol al 70 % en un frasco etiquetado de 1 lt para poder colocar las larvas hervidas, con ayuda de las pinzas para poder conservarlas por más tiempo. Se utilizaron las pinzas para sacar las larvas del frasco ,para colocarlas en la caja Petri formando grupos de 5 larvas por caja, después colocar las larvas durante 30 min en el congelador, retirar la caja Petri del congelador y situar las larvas congeladas en un trozo de unicel , con la ayuda de un alfiler colocar uno en la cabeza y otro en la parte caudal o final de la larva para evitar moverse ,posteriormente con apoyo de la navaja cortar de forma horizontal de la cabeza hacia la cola logrando un corte trasversal perfecto a la mitad de la larva ,retirar los alfileres colocar la mitad de la larva en la caja Petri de modo que se pueda observar en el estereoscopio:(tubo digestivo, vaso dorsal, cutícula ),hidratar la larva con ayuda del gotero con agua para evitar que se sequen los órganos de interés, determinar las medidas de 15 larvas en (mm), anotarlas para determinar el promedio y analizarlas en un programa de excel por medio de una gráfica.

Con ayuda de las pinzas se retiraron del recipiente (botella) las larvas vivas de *S. frugiperda*, *H. zea* formando grupos de 5 a 10 larvas por caja Petri obteniendo un total de 5 cajas petri por sp , después colocar un termómetro dentro de refrigerador para ajustar la temperatura, cuando la temperatura este a 19 °c colocar una caja Petri con larvas de *S. frugiperda* dentro del refrigerador y determinar el tiempo que la larva muere con ayuda del cronometro, consecutivamente realizar el mismo procedimiento con larvas de *H. zea*, las variables fueron: (20 min, 25 min, 30 min, 35 min).

### 4. Resultados

En este trabajo de investigación encontramos los siguientes resultados de las larvas de gusano cogollero y gusano elotero:

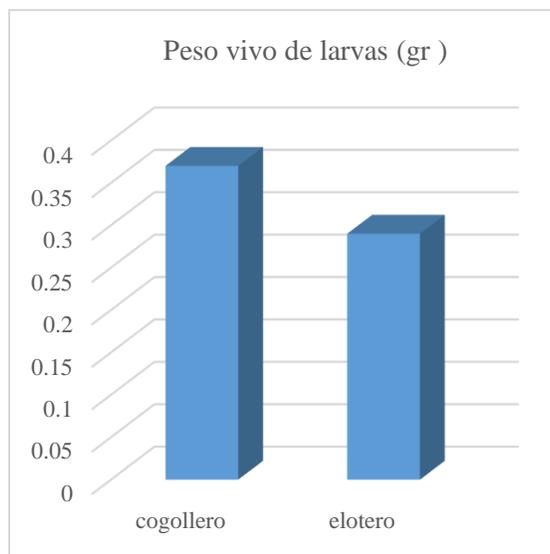


Figura 1. Peso vivo de larvas de 5° instar.

En la figura 1 se reporta el promedio del peso vivo, se puede observar las larvas de 5 to instar de *S. frugiperda* superando por 0.08 gr a las larvas de 5 to instar de *H. zea*, de estos resultados podemos deducir que la concentración de nutrientes necesarios para estas larvas se encuentran mayor abundancia en los meristemos apicales de las plantas de cultivo de maíz y la diferencia de peso no es significativo.

Figura 2. Comparación de las medidas externas de larvas de gusano cogollero y elotero.

Debido a los nutrientes que se encuentran en el collogo de las plantas de maíz observamos en la figura 2 que las larvas de *S. frugiperda* son ligeramente más largas y anchas que las larvas de *H.zea*.

El tubo digestivo de *S. frugiperda* es ligeramente más largo y ancho que el de gusano elotero (6 mm y 0.41 mm) respectivamente lo que nos hace pensar que este insecto tiene que comer más y como consecuencia causa más daño en el cultivo convirtiéndose en una plaga importante del cultivo de maíz.

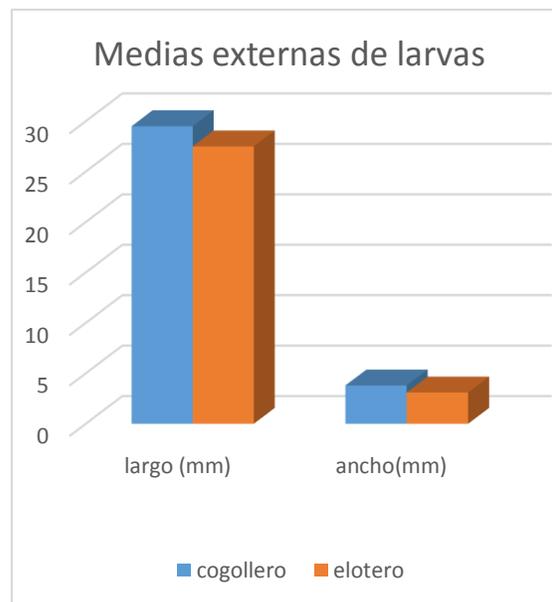
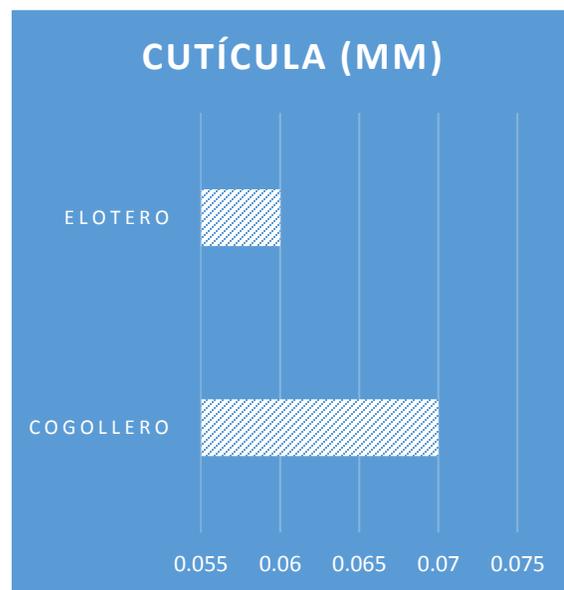


Figura 3. Medidas del tubo digestivo de larvas



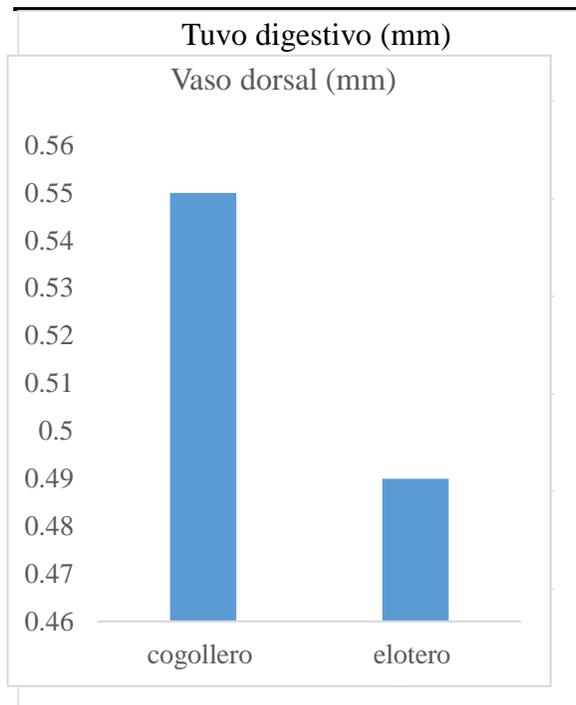


Figura 4. Comparación de las dimensiones del vaso dorsal de las larvas.

Al comparar las dimensiones del vaso (figura 4), encontramos que es más largo y ancho el de *S. frugiperda* (cogollero) y *H. zea* (elotero), lo que nos hace pensar que este insecto regula más rápido la temperatura, conduce más cantidad de oxígeno y puede presentar mayor tolerancia a productos químicos.

En la figura 5 reportamos que la cutícula de *S. frugiperda* es ligeramente más gruesa lo cual hace a la larva más tolerante a altas y bajas temperaturas, al viento y a sus enemigos naturales.

Se tomó una sola temperatura de  $-19^{\circ}\text{C}$  y se midió el tiempo que la larva muere el cual fue 35 min *S. frugiperda* y 30 min para *H. zea*. Probablemente cogollero es más tolerable debido a que su ciclo de vida en estado de larva se encuentra más expuesto a condiciones climáticas (altas, bajas temperaturas y viento).

Figura 5. Medida del grosor de la cutícula de cada especie de larva.

Limite térmico inferior de gusano cogollero (*S. frugiperda*)

$-19^{\circ}\text{C}/10$  Min el insecto no muere solo presenta movimientos poco lentos.

$-19^{\circ}\text{C}/15$  Min el insecto se moviliza, pero no muere, a un minuto de temperatura ambiente vuelve a presentar movimientos normales.

$-19^{\circ}\text{C}/20$  Min el insecto se inmoviliza saca saliva y a los 3 min a temperatura ambiente se recupera.

$-19^{\circ}\text{C}/30$  Min el insecto parece morir, pero a los 5 min a temperatura ambiente presenta movimientos lentos y a las 12 hrs consume hoja de maíz (no muere).

$-19^{\circ}\text{C}/35$  Min el insecto presenta congelación (cuerpo duro), antes de morir saca saliva y excretas.

$-19^{\circ}\text{C}/40$  Min el insecto a los 15 min presenta movimientos ligeros al tacto.

Limite térmico inferior de gusano elotero (*Helicoverpa (Heliotis) zea*).

$-19^{\circ}\text{C}/20$  Min el insecto presenta congelación (cuerpo duro) presenta vómito y excretas y no presenta movimiento.

$19^{\circ}\text{C}/25$  Min el insecto no muere, pero presenta estímulos de movimiento lentos al tacto saca saliva y excretas.

$-19^{\circ}\text{C}/30$  Min el insecto muestra un cuerpo completamente duro, presenta saliva (vómito congelado) muestra una piel completamente arrugada y no presenta ningún tipo de movimiento y muere por completo.

## 5. Conclusiones

En este trabajo de investigación concluimos que las larvas de gusano cogollero son más tolerantes que gusano elotero a temperaturas extremas, probablemente es debido a que su ciclo de vida en estado de larva se encuentra más expuesto a condiciones climáticas (alta, baja temperaturas y

viento). *S. fugiperda* comparado con *H. zea* es más grande, tolera temperatura extrema y causa más daño al cultivo de maíz.

## 6. Referencias

Ángulo, J, M, 2000. Manejo del Gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas, en: <http://www.turipana.org.com>

Gutiérrez M, A, 1984. Factores interferentes en la captura de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) probando dos tipos de trampas de feromonas (Z)-9-DODECEN-1-OL, ACETATO. Tesis profesional de licenciatura. Villaflores, Chiapas, México, Pp.3-8.

Notz, A. 1973. Estudio preliminar de *Spodoptera frugiperda* (Smith), (Lepidoptera: Noctuidae) en el estado Portuguesa, Venezuela. Trabajo de Ascenso a Asistente. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Pp. 5-10

SIAP,2010.[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15&Itemid=19](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=19)

## COMPARACIÓN NUTRICIONAL DEL CARACOL (*Helix aspersa*) ALIMENTADO CON ALFALFA (*Medicago sativa*) Y MORERA (*Morus alba*)

Trejo Francisco I<sup>1</sup>; Rodríguez Ortega A<sup>1\*</sup>; Sánchez Herrera S<sup>1</sup>; Vargas Monter J<sup>1</sup>; Rodríguez Ortega L<sup>1</sup>., Rodríguez Martínez N<sup>1</sup>., Pino Moreno J. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica Francisco I. Madero, Tepatepec, Hgo. México. <sup>2</sup> Universidad Autónoma de México. Instituto de Biología. Ciudad de México

\*Autor para correspondencia: [arodriguez@upfim.edu.mx](mailto:arodriguez@upfim.edu.mx)

---

### Resumen

Evaluar el valor nutrimental del caracol (*H. aspersa*) alimentado con alfalfa (*M. sativa*) y morera (*M. alba*). La comparación del análisis proximal consistió en: proteína cruda, proteína verdadera, proteína digestible, minerales, extracto etéreo y energía bruta, en base seca de caracol alimentados con alfalfa y morera en estado adulto respectivamente. Se utilizaron como muestra caracoles sin ninguna restricción en su alimentación, recolectados en el mes de febrero del 2017 en los campos agrícolas experimentales de la Universidad Politécnica Francisco I. Madero del Estado de Hidalgo México. Los análisis se realizaron en marzo del 2017 en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. La harina de caracol alimentado con morera mostró mayor contenido de proteína digerible (66.87%), extracto etéreo (2.34%) y energía (5.21 Kcal/g). Se determina que la harina de caracol alimentado a base de morera posee mayor cantidad de nutrientes que pueden ser aprovechados en la dieta del ser humano o en animales.

**Palabras clave:** proteína digestible, helicultura, extracto etéreo, morera, alfalfa.

### Abstract

Evaluating the nutritional value of snail (*H. aspersa*) fed with alfalfa (*M. Sativa*) and morera (*M. Alba*). The comparison of the proximal analysis consisted of: crude protein, true protein, digestible protein, minerals, ethereal extract and raw energy, on dry basis of snail fed with alfalfa and morera in adult state respectively. Snails without any restriction in their fed were used as samples, collected in the month of February 2017 in the experimental agricultural fields of the Universidad Politecnica Francisco I Madero, of the State of Hidalgo, Mexico. The analyzes were carried out in March 2017 in the Laboratory of the Department of Animal Nutrition and Biochemistry of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the Universidad Nacional autonoma de Mexico. The snail flour fed with morera showed a higher digestible protein content (66.87%), ethereal extract (2.34%) and energy (5.21 Kcal/kg). It is determined that snail flour fed with morera has more nutrients which can be used in the human or animals diets.

**Keyword:** digestible protein, heliculture, ethereal extract, mulberry, alfalfa.

**Cita:** Trejo Francisco I; Rodríguez Ortega A.; Sánchez Herrera S. G.; Vargas Monter J.; Rodríguez Ortega L., Rodríguez Martínez N., Pino Moreno J. M.

---

## 1. Introducción

En busca de alternativas para alimentar a la creciente población humana se cuenta con sectores ampliamente conocidos y explotados como la agricultura y ganadería. En décadas recientes ha cobrado importancia otro sector como la “helicicultura” que consiste en un proceso productivo racional y en cautiverio de caracoles terrestres comestibles, dispuestos en criaderos naturales abiertos o cerrados (López *et al.*, 2003).

La especie de caracol que más se utiliza en la helicicultura es *H. aspersa*, que es una especie de *molusco gasterópodo* pulmonado de la familia *Helicidae* de vida terrestre, dentro de los moluscos se encuentran agrupados los pescados, almejas, pulpos, calamares y otros menos conocidos como la cucaracha de mar (Ramírez *et al.*, 2014).

Los hábitats de los caracoles suelen ser de suelos calizos, es necesario un ambiente húmedo con abundante o escasa vegetación, la humedad relativa optima oscila entre 75% y 90%, la temperatura ideal es de 15 a 20°C (Cuellar y Cuellar, 2002).

## 2. Marco teorico

Los sistemas de producción de caracol en cautiverio se llevan a cabo a cielo abierto y/o cielo cerrado, además se pueden encontrar sistemas de producción mixtos (Arditi *et al.*, 2003; Marasco y Murciano, 2000). El sistema a cielo abierto consiste en un recinto al aire libre, donde los caracoles habitan las diferentes etapas de producción con vegetación implantada para tal fin. Se estiman rendimientos de hasta 10 ton por hectárea de caracol (Sastre, 2006; Murphy, 2001).

En sistemas de producción a cielo abierto, la tendencia actual es brindar una cobertura vegetal, que al mismo tiempo sirva de refugio, y suplementar con alimento balanceado o

vegetales cultivados en otra huerta (Membiela, 2007; Sastre, 2006).

Son varias las especies vegetales que se pueden implantar como alimento y habitat para los caracoles (Sastre, 2006). No obstante, ello es motivo de controversia y al mismo tiempo no existe un consenso con respecto de la carga de caracoles, rotación de cultivos y formas de suplementación alimentaria. La suplementación se debería emplear principalmente en la etapa de terminación, cuando la oferta forrajera no permita satisfacer los requerimientos de consumo (Membiela, 2007).

En los sistemas de producción de caracoles es indispensable disponer de refugios naturales y/o artificiales, de esta manera se reduce el riesgo de depredación y los protege del estrés ambiental (Lagrifa, 2002). Productores y expertos consideran conveniente proveer sólo refugios naturales, provenientes de la implantación de diferentes especies vegetales (Perea *et al.*, 2006).

En los últimos años se ha determinado a las leguminosas como fuente rica de proteínas, las cuales han resultado ser económicamente más accesibles. La alfalfa es una planta que pertenece a la familia de las leguminosas, es cultivada en los Estados de Chihuahua, Guanajuato, Morelos, Puebla, Hidalgo, Oaxaca, aunque no es exclusiva de estos lugares, también crece en otras regiones del País, sin embargo, hasta el momento se encuentran subutilizada como forraje para la alimentación de animales de los diferentes sistemas de producción. Su cultivo es muy extendido en los países de clima templado. Donde la ganadería intensiva es la que ha demandado de forma regular este forraje, cuya finalidad es abastecer a la industria de piensos. La importancia de su cultivo reside en que es una fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas (C, D, E y K) y minerales, así como su contribución al paisaje y conservación de la fauna (Martínez, 1979).

Los arbustos leñosos son una opción forrajera más eficiente en la generación de biomasa que las gramíneas, destacándose la morera (*M. alba*) por su gran adaptabilidad en zonas tropicales de centro américa y su fácil integración en los sistemas pecuarios (Pineda, *et al.*, 2009). Estos árboles y arbustos forrajeros se caracterizan por presentar elevados contenidos de proteínas y una alta digestibilidad comparada con la mayoría de los pastos. Debido a lo anterior se han evaluado como alimento exclusivo o combinado para ovinos y caprinos de leche y/o carne, en los sistemas de producción por pastoreo o estabulado (Sánchez, M. D. 2002).

La carne de caracol posee características nutricionales que en algunos aspectos pueden superar a la de pollo o res, en su composición destacan los aminoácidos esenciales, además de ser rico en magnesio y alto contenido de hierro, bajo en grasas, rica en proteína con alto valor biológico (Fleta, 2017). En el caso de las proteínas sus porcentajes de 13 a 15%, de minerales 1.4 a 1.8 %, de lípidos 0.63 a 0.69 % y de calorías 73 a 82.7% (García *et al.*, 1987). El objetivo del presente trabajo es la comparación nutricional del caracol (*H. aspersa*) alimentado con dos forrajes diferentes, alfalfa (*M. sativa*) y morera (*M. alba*).

### 3. Metodología

Se utilizaron caracoles *H. aspersa* alimentados con alfalfa y alimentados con morera en estado adulto respectivamente, sin ninguna restricción en su alimentación. La recolección se realizó en el mes de febrero del 2017 en los campos agrícolas experimentales de la Universidad Politécnica Francisco I. Madero del Estado de Hidalgo México. La cabecera municipal es la localidad de Tepatepec, se localiza al centro del territorio hidalguense entre los paralelos 20°14'44"N, 99 5'16"O, a una altura de 1983 msnm. El municipio de Francisco I. Madero colinda al norte con los municipios de Mixquiahuala de Juárez y San Salvador; al este con el municipio de San Salvador; al sur con los

municipios de San Salvador y Ajacuba; al oeste con los municipios de Ajacuba y Mixquiahuala de Juárez. Está subdividido en 37 localidades y un total de 35,872 habitantes (INEGI 2015).

Se sometieron en ayuno por un periodo de 12 horas, posteriormente se desflemaron a una temperatura de 85°C durante 10 minutos, el secado se llevó a cabo por convección forzada utilizando un horno de secado marca FELISA modelo TE-H45D a una temperatura de 65°C durante 5 horas y finalmente se molió en un molino pulverizador con sistema de martillo marca VEYCO modelo MPV-150 utilizando un tamiz de 0.5 mm.

El análisis nutrimental se realizó en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se obtuvieron los resultados en base húmeda y en base seca de los caracoles *H. aspersa* alimentado con alfalfa y los alimentados con morera.

### 4. Resultados

Los caracoles alimentados con alfalfa presentaron un peso promedio de 3.57 gramos, las dimensiones con respecto a la altura de 1.75 cm y de diámetro 2.68 cm. Los caracoles alimentados con morera presentaron un peso promedio de 3.00 gramos, las dimensiones con respecto a la altura de 1.50 cm y de diámetro 2.40 cm.

De acuerdo a la clasificación de variedades con respecto al tamaño de caracol que realiza García *et al.*, (1987). Los caracoles alimentados con morera y alfalfa se encuentran en la variedad de pequeñas, por presentar un diámetro de concha que se encuentra en el rango inferior a 2.8 cm, con respecto a la Figura 1.

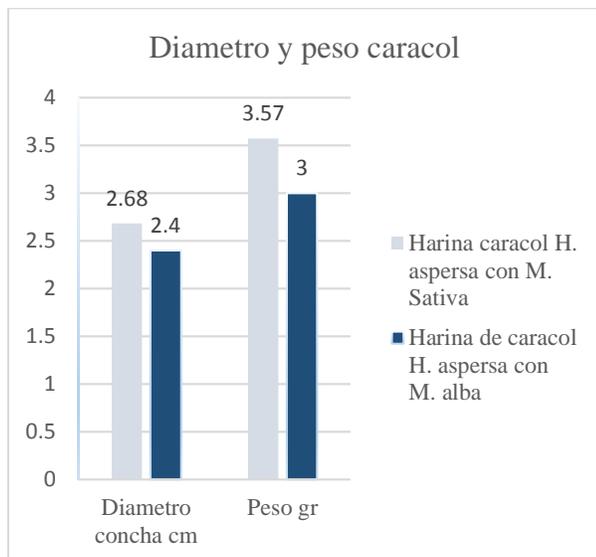


Figura 1. Características de caracol *H. aspersa* alimentado con *M. sativa* y *M. alba*, con respecto al diámetro de concha y peso total.

Los análisis de la composición proximal de las harinas de caracol *Helix aspersa* alimentados con alfalfa *M. sativa* y con morera *M. alba* se muestran en el (cuadro 1), de acuerdo a la constancia con número 101I/17, del LAQA UNAM. Se observó que ambas harinas en base seca contienen más del 70% de proteína, componente de alto valor nutrimental en la alimentación del ser humano por contener nitrógeno y/o aminoácidos esenciales en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades fisiológicas. La harina de caracol que presentó la mayor cantidad de proteína cruda es la que se alimentó a base de morera (73.08%), en comparación con la harina de caracol en la que su dieta consistió en alfalfa corresponde (70.84%), la diferencia es de (2.24%) a favor de la que fue alimentada con morera. Diana *et al.*, (2012) reporta un contenido de proteína presente en la morera en base seca de 31.5%, cualidad que atribuye mayor presencia de proteína cruda a la harina de caracol alimentado de morera. En este estudio no se realizaron análisis de aminoácidos, Cuellar y Cuellar (2002) mediante un estudio de la composición nutrimental del caracol hace mención a tres importantes aminoácidos

expresados en (mg) por cada 100 gr de porción comestible: equivalentes a niacina 41 mg, riboflavina 0.14 mg y tiamina 0.04 mg.

La proteína verdadera en harina de caracol alimentado con alfalfa fue mayor (53.80%) en comparación con la de morera que represento el 41.51%, la diferencia obtenida es de 12.29%.

Con respecto a proteína digerible (figura 2), la harina de caracol alimentado con morera se tiene el porcentaje en base seca de (66.87%) superior a la de caracol alimentado con alfalfa que es de (63.58%), al proceso de digestión y absorción se le conoce como digestibilidad y está estrechamente relacionado con el valor nutritivo del alimento, por lo que la harina de caracol alimentado con morera se aprovecha más, en un (3.29%). El porcentaje de proteína que constituye toda materia que se pueda utilizar como alimento es de suma importancia debido a que es considerada como el nutriente más importante en la alimentación humana, que al digerirse por el sistema digestivo libera sus constituyentes en forma de aminoácidos los cuales tienen diversas funciones a nivel estructural en el sistema óseo y muscular, y/o funcional. Miguel L, (2006).

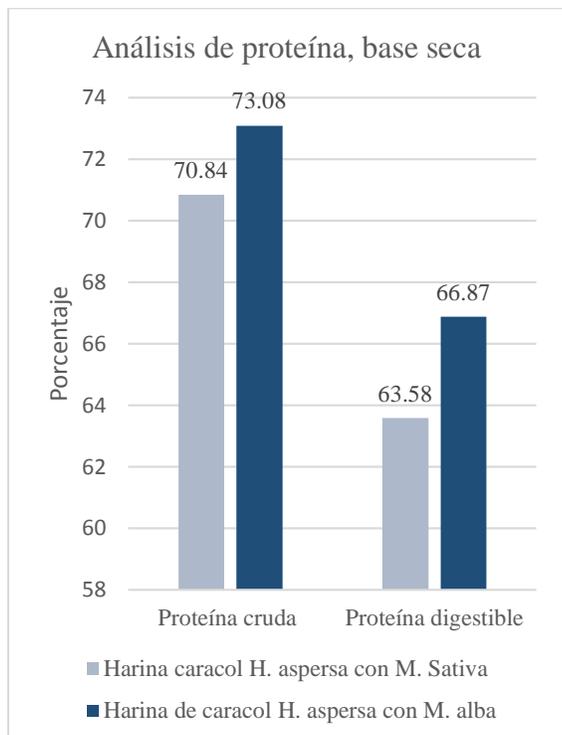


Figura 2. Análisis de proteínas base seca de caracol *H. aspersa* alimentado con *M. Sativa* y *M. alba*.

En Latinoamérica más de 100 millones padecen hambre o desnutrición, en Asia y África las cifras son aún mucho más elevadas, la producción de alimentos no avanza al mismo ritmo que el crecimiento demográfico, por lo que se imponen la necesidad de encontrar nuevas fuentes proteicas para complementar los recursos agropecuarios clásicos y satisfacer las necesidades de la población que va en aumento. Arango *et al.*, (2005). Con respecto al contenido extracto etéreo o cantidad de grasa (figura 3) de las diferentes harinas de caracol en base seca difieren significativamente, teniendo mayor porcentaje de este componente en la harina de caracol alimentado con morera (2.34%) y siendo inferior en la harina de caracol alimentado con alfalfa (2.21%). Realizando un comparativo en unidades de gramos por cada 100 gramos de muestra, existe una gran diferencia entre el contenido de extracto etéreo del caracol y los dos tipos de carne que más se consume a nivel mundial que es la de pollo y de ternera, el caracol en su composición posee la cantidad de grasa de

(0.8 g), mientras que la carne de ternera (10 g) y de pollo (3 g). Fleta (2017).

En cenizas (figura 3), la harina de caracol en base seca alimentado con morera aporta el (6.46%), ligeramente inferior a la harina de caracol alimentado con alfalfa (7.06%). Las cenizas las conforman los elementos inorgánicos (minerales) que no se ven alterados durante la combustión de la materia. Valero *et al.*, (2018) hace mención que de los minerales que conforman a los moluscos de tierra *Helix aspersa* destacan el magnesio y el hierro, en la ingesta recomendada diaria en hombre y mujeres de 20-39 años con actividades físicas moderadas, en una porción de 100 g de caracol, el magnesio en hombres y mujeres equivale al 15%, y en el caso del hierro equivale el 21% y 12% respectivamente.

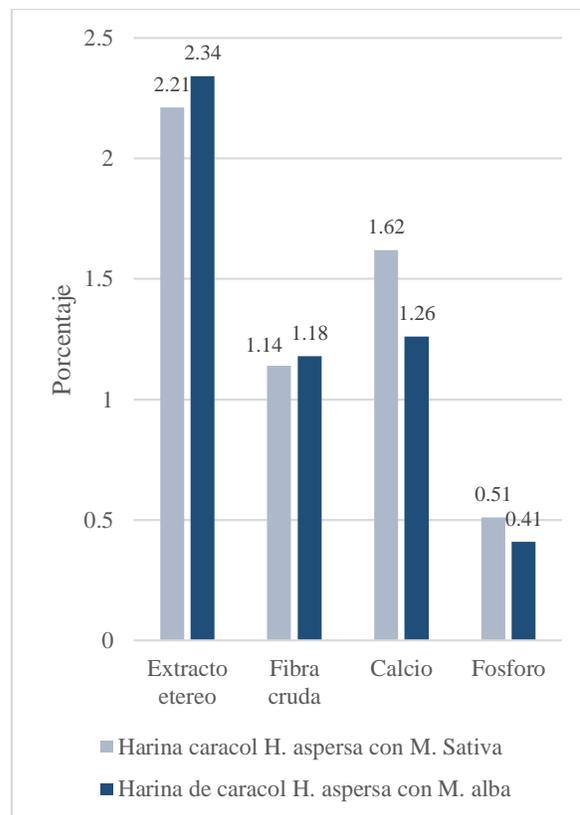


Figura 3. Análisis de extracto etéreo, fibra cruda y minerales, en base seca de caracol *H. aspersa* alimentado con *M. Sativa* y *M. alba*.

La fibra dietética se define como la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. American Association of Cereal Chemist (2001). Escudero *et al.*, (2006) menciona que los componentes mayoritarios de la fibra son los hidratos de carbono complejos y lignina, aunque en un momento determinado otros compuestos pueden ser incluidos a lo que define como fibra. Aunque no existe una cantidad definida de en la ingesta diaria recomendada, se sigue considerando correcto sugerir una dieta que aporte de 20-35 g/día de fibra de diferentes fuentes. En el análisis de fibra cruda de la harina de caracol alimentado con morera y alfalfa no hay diferencia significativa siendo el porcentaje de (1.18% y 1.14%) respectivamente, a pesar de que las cantidades de fibra cruda son mínimas en la harina de caracol, posee ventaja con respecto a la carne de res la cual en su composición no se menciona una cantidad considerable de fibra cruda.

La energía que requiere el ser humano para realizar sus funciones vitales como la continua renovación de estructuras corporales, circulación sanguínea, respiración, es suministrada mediante los macronutrientes (proteínas, lípidos e hidratos de carbono) que proporcionan la energía para realizar las funciones antes descritas, Valero *et al.*, (2018).

La energía metabolizable es la energía total del alimento menos la energía de las heces y orina, Torres (2017), en el análisis de energía metabolizable de la harina de caracol alimentado con morera y alfalfa, la diferencia fue significativa, teniendo como resultado aproximadamente 2725.32 kcal/kg y 2713.14 kcal/kg respectivamente.

Las recomendaciones diarias de energía están calculadas para cubrir las necesidades de la persona según sus características y actividades físicas, la ingesta calórica en cantidades de 3000

Kcal y 2300 Kcal son consideradas suficientes para hombres y mujeres sanos en edad promedio de 20 y 39 años con actividad física moderada, Valero *et al.*, (2018). En el análisis de energía bruta, la harina de caracol alimentado con morera (5.21 Kcal/g) es superior a la harina de caracol alimentado con alfalfa (4.64 Kcal/g). Rodríguez S, (2011) reporta que en cada 100 g de porción comestible de pollo entero se encuentran 166 Kcal.

En el cuadro 1 se muestran el resultado del análisis realizado a dos minerales en específico que es el calcio y fósforo, la diferencia en contenido porcentual de los dos minerales es mínima, siendo ligeramente superior los dos minerales en la harina de caracol alimentado con alfalfa Ca (1.62%) y P (1.26%), mientras que en la harina de caracol alimentado con morera Ca (0.51%) y P (0.41).

El Ca y P son de vital importancia en el organismo del ser humano, el 99% del Ca se encuentran en la estructura ósea y dientes, mientras que el 1% restante se encuentra libre y tiene la función reguladora que interviene en los procesos de contracción muscular, transmisión de los impulsos nerviosos, coagulación de la sangre, etc. En tanto el P es el segundo mineral más abundante en el cuerpo humano el 80 % se encuentra asociado al calcio, se encuentra presente en todas las células y en el material genético, Valero *et al.*, (2018).

Como sistema de producción la Helicicultura es altamente redituable, independientemente del método de producción, debido a que el caracol (*H. aspersa*) es altamente reproductivo y el tiempo que se lleva a cabo esta actividad es relativamente corto en comparación a otras especies del sistema agropecuario convencional, su dieta representa costes mínimos al consumir únicamente vegetales, teniendo la posibilidad de administrar alimento balanceado si se considera pertinente.

## 5. Conclusiones

La harina de caracol alimentado con morera (*M. alba*) posee las mejores características nutricionales en: proteína cruda, proteína digestible y energía bruta, en comparación con la harina de caracol alimentado con alfalfa (*M. Sativa*), a pesar de que este es uno de los forrajes con mayor contenido de proteína utilizado preferentemente por los productores del valle del mezquital en la alimentación de animales (bovinos y ovinos). En el caso de los minerales de calcio y fosforo el valor es superior en la harina de caracol alimentado con alfalfa.

El caracol (*H. aspersa*) posee cualidades altamente nutritivas lo que la convierte en una excelente alternativa en la dieta del ser humano al contener en su composición las cantidades necesarias de proteínas, minerales y bajo contenido de grasas.

## 6. Referencias

- Arango G. 2005. Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna, Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia.
- Arditi, A., D. Rodríguez y Villar R. 2003. Plan de negocios para la cría, procesamiento y comercialización de caracoles *Helix aspersa*.
- Cuellar M, Cuellar R. 2002, Producción de Caracoles: Bases Fisiológicas, Sistemas de Producción y Patología, 2 ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Escudero Á. y González S. 2006, La fibra dietética, Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital La Fuenfría. Madrid.
- Fleta Z. J. 2017. Facultad de Ciencias de la Salud. Domingo Miral s/n. 50009 Zaragoza.
- García A. y Díaz M. 1987. Cultivo de caracoles, Institut Interaméricain de Cooperation Pour L'Agriculture, España.
- Hurtado D. I, Nocua S, Narváez W, Vargas J, 2012. Valor nutricional de la morera (*Morus sp.*), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto indio (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia
- INEGI (2015). Panorama sociodemográfico de Hidalgo 2015, Francisco I Madero Hidalgo. INEGI.
- Lagrifa, L. 2002. Helicicultura. Cultivo del Caracol Terrestre. Editorial Propia. La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- López P. R, Maiorano L.; Raimondi N, Ybalo C. 2003. La helicicultura Invenio, Universidad del Centro Educativo Latinoamericano Rosario, Argentina.
- Marasco F, Murciano C. 2000. Guía completa de cría de caracoles, Barcelona: Editorial de Vicchi, S. A.
- Martínez M. 1979. "Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas". Fondo de cultura económica, México D.F.
- Membriela, M. 2007. Efecto de la densidad de caracoles *Helix aspersa* Muller sobre la terminación y el comportamiento durante la fase de engorde en sistema abierto.
- Miguel L. S. 2006. Proteínas en nutrición artificial, Unidad de Nutrición Clínica, Hospital Doce de Octubre. Barcelona Madrid.

- Murphy, B. 2001. Breeding and Growing Snails Commercially in Australia. RIRDC No. 00/188.
- Perea, J., R. Martín, R. Acero, F Gómez, A.M. García Mayoral, F Peña y A. García. 2006. Selección de hábitat en caracoles terrestres y sus aplicaciones a la helicultura. Archivos de Zootecnia.
- Pineda M. L, Chacón A, Cordero G. 2009. Efecto de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de morera (*M. alba*). Agronomía mesoamericana.
- Ramírez H y Urbano M. B. 2014. Moluscos invasores de México. CONABIO. Biodiversitas, 112:6-9.
- Sastre R. 2006. Helicultura. Cría de caracoles en la Argentina: una alternativa innovadora en agronegocios. Área Agronegocios y Alimentos. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Sánchez, M. D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. Animal Production and Health Division FAO, Rome.
- Torres M. 2017. Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde, Revista de Investigación Agraria y ambiental.
- Valero G, Rodríguez A, Ruiz M, Ávila T, Varela M. 2018, La alimentación Española, características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta, 2<sup>da</sup> Edición. Editorial: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid

## Incremento del peso de capullo de gusanos de seda *Bombyx mori* L. alimentados con leche

Álvarez García O<sup>1</sup>., Rodríguez Martínez N<sup>2</sup>., Callejas Hernández J<sup>2</sup>., Rodríguez Ortega L. T<sup>2</sup>., Pérez Hernández G<sup>2</sup>., Ventura Maza A<sup>2</sup>., Rodríguez Ortega A<sup>2\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, México. <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo, México. C.P. 42660.

\*Autor para correspondencia: [lrodriguez@upfim.edu.mx](mailto:lrodriguez@upfim.edu.mx)

### Resumen

En la presente investigación se utilizó de la leche de ganado vacuno, como un promotor que aumenta el peso de capullo de gusano de seda (*Bombyx mori* L.) El experimento se realizó en el municipio de Francisco I. Madero. En la universidad Politécnica de Francisco I. Madero, se evaluaron distintas marcas comerciales de leche, dando como resultado 10 tratamientos. El diseño experimental fue completamente al azar, cada tratamiento conto con 10 gusanos de seda del quinto instar. Las variables fueron el peso del capullo y peso de la pupa. La alimentación se llevó a cabo sumergiendo las hojas de la morera en leche por aproximadamente cinco minutos, se sacudían y posteriormente se les alimentaba tres veces al día, diariamente se retiraban las heces y se les limpiaba el recipiente que los contenía. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis en el sistema SAS en la prueba Tukey. Se determinó que existe una diferencia estadística significativa, cuando se alimenta con leches; Lala, Forti leche y Nutri leche obteniendo los mejores resultados con estos tratamientos. La alimentación de larvas con las leches Alpura sabor fresa y la Carnation evaporada registraron los pesos más bajos lo cual nos indica que estas no son recomendadas para la alimentación del gusano de seda. Como resultado para la temporada invernal es necesario alimentar a los gusanos de seda con las leches Lala, Forti leche y Nutri leche para obtener los mejores resultados en la obtención de capullos de buena calidad.

**Palabras clave:** gusano de seda, leche, morera, capullo.

### Abstract

In the present investigation, we used the milk of cattle, as a promoter that increases the weight of silkworm cocoon (*Bombyx mori* L.) The experiment was carried out in the municipality of Francisco I. Madero. At the Polytechnic University of Francisco I. Madero, different brands of milk were evaluated, resulting in 10 treatments. The experimental design was completely random, each treatment had 10 silkworms from the fifth instar. The variables were the cocoon weight and pupa weight. The feeding was carried out by immersing the leaves of the mulberry in milk for approximately five minutes, they were shaken and subsequently fed three times a day, the feces were removed daily and the container containing them was cleaned. The results obtained were subjected to an analysis in the SAS system in the Tukey test. It was determined that there is a significant statistical difference, when fed with milk; Lala, Forti milk and Nutri milk obtaining the best results with these treatments. The feeding of larvae with Alpura strawberry flavored milks and evaporated Carnation registered the lowest weights, which indicates that these are not recommended for feeding the silkworm. As a result, for the winter season it is necessary to feed the silkworms with Lala, Forti milk and Nutri milk milks to obtain the best results in obtaining good quality cocoons.

**Keywords:** silkworm, milk, mulberry, cocoon.

**Cita:** Álvarez García O., Rodríguez Martínez N., Callejas Hernández J., Rodríguez Ortega L. T., Pérez Hernández G<sup>2</sup>., Ventura Maza A, Rodríguez Ortega A\*.

## 1. Introducción

El Gusano de seda (*Bombyx mori*) es un insecto del orden de los Lepidópteros. A este orden pertenecen las llamadas vulgarmente “polillas” de hábitos nocturnos, dentro de los cuales se encuentra el gusano de seda y las “mariposas” de hábitos diurnos. Es una larva que produce seda a partir de su alimentación con la planta morera, es una especie domesticada que ha sido explotada por más de 5,000 años. Las razas criadas hasta hoy han sido derivadas de un gusano silvestre *Bombyx mandarina* originario de China, India y Corea. El gusano de seda (*Bombyx mori*) pertenece al mismo género, posee 28 pares de cromosomas, un par más que el *Bombyx mandarina*, sin embargo, ambas especies pueden aparearse y reproducirse (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

El gusano de seda necesita condiciones ambientales particulares para desarrollarse; estos requerimientos son muy similares a los de la morera. Por lo tanto, la cría es posible donde se puede cultivar esta planta. En general se puede decir que las condiciones son rango de temperatura media óptima debe variar entre los 22° y 26 ° C. Sin embargo, esta producción se puede realizar con temperaturas menores o mayores al rango anterior, aunque variando en consecuencia la duración del ciclo y la productividad. El mínimo de precipitaciones es de 600 mm anuales para que la morera se desarrolle sin necesidad de riego Pescio *et al*, (2006).

## 2. Marco teórico

El gusano de seda es una larva u oruga de un insecto lepidóptero, que tiene metamorfosis completa, atraviesa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto o mariposa en un periodo de 50 a 55 días Salice *et al*, (2001). La etapa de huevecillo tiene una duración de siete a 10 días, la etapa larval se divide en dos fases: la primera, de alimentación y crecimiento, que dura de 25 a 30 días y la segunda de construcción de capullo que dura de tres a cuatro días, la etapa de pupa (metamorfosis dentro del capullo) dura de 10 a

14 días, y la etapa adulta que se refiere a la salida del capullo, apareamiento, puesta de huevecillo y muerte dura, tres a cinco días (Marmolejo, 1982). El cuerpo de la larva o gusano es de forma cilíndrica; en la parte anterior se encuentra la cabeza portadora del aparato bucal de tipo masticador con la hiladora, seis ojos a cada lado y un par de pequeñas antenas. A continuación de la cabeza se encuentra el tórax, con tres pares de patas, utilizadas para sujetar la hoja durante la alimentación. El resto del cuerpo es el abdomen, formado por 10 segmentos y con 5 pares de falsas patas, que permiten el desplazamiento del animal. En la parte dorsal del último segmento se encuentra una espina caudal (figura 1).

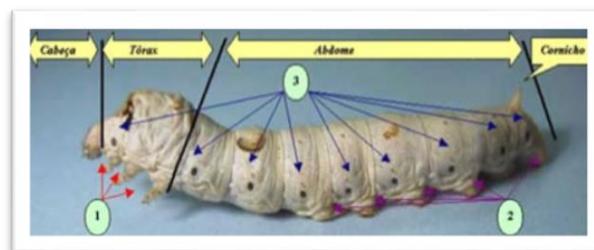


Figura 1. Morfología del gusano de seda.

En el primer segmento torácico y en ocho abdominales hay un par de orificios llamados estigmas, a través de los cuales se produce el intercambio gaseoso para la respiración. Glándulas productoras de seda. Son llamadas glándulas sericígenas y es allí donde se produce y se acumula la sustancia sérica denominada fibroína. Se ubican a cada lado del abdomen y poseen una longitud aproximada de 5 veces la del cuerpo de la larva. Cuando la larva comienza la construcción del capullo, y con esto la producción de los hilos de seda, la fibroína es recubierta por otra sustancia llamada sericina. Existe otro par de glándulas, en la parte anterior de la desembocadura de las sericígenas, que producen una sustancia aglutinante de los hilos provenientes de cada conducto sericígeno. En este punto los dos pares de conductos se unen en un único tubo estrecho que finaliza en el labio inferior, constituyendo la hiladora Casadio *et al*, (2004).

## Alimentación

La morera (*Morus alba*) es una planta leñosa, perenne, de porte bajo a medio, caducifolia y semicaducifolia, de rápido crecimiento, monoica o dioica y con un sistema radicular profundo (Cifuentes y Kee-Wook, 1998). La morera es una planta multipropósito originaria de China. Durante más de 5 000 años ha sido el único alimento del gusano de seda, debido a sus excelentes cualidades nutricionales, entre las que se destaca su alto contenido de proteína y de energía. Además, es utilizada en varias regiones del mundo para la alimentación del ganado Martin *et al.*, (2007). Es un árbol que tradicionalmente se utiliza para la producción de seda. Perteneció al orden de las Urticales, familia Moraceae y género *Morus*. Los rangos climáticos para su cultivo son: temperatura de 18 a 38°C; precipitación de 600 a 2500 mm; fotoperiodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80% (Ting-Zing *et al.*, 1988). Se cultiva desde el nivel del mar hasta 4000 m de altitud y se reproduce por semilla, estaca, acodo e injerto Ting-Zing *et al.*, (1988).

La morera posee una amplia variabilidad de características que están relacionadas directamente con la calidad agronómica del cultivo. Desde un punto de vista práctico no puede contemplarse este recurso como un ingrediente de características alimenticias, con un rango de variabilidad estándar tal y como presentan fuentes proteicas sujetas a manejo industrial pos cosecha como el grano de soya. Diversos autores reportan contenidos desde 11% de proteína cruda Boschini, (2001). Los contenidos de proteína, energía y la digestibilidad reportada es superior a la encontrada en las gramíneas y leguminosas; inclusive superior a la alfalfa producida en áreas subtropicales Boschini, (2001).

Las hojas de morera contienen todas las sustancias nutritivas necesarias para el total desarrollo de *Bombyx mori*, gusano de seda, siendo también su única fuente de alimento

natural. La cantidad de nutrientes disponibles para el gusano, tales como proteínas, lípidos, hidratos de carbono, vitaminas, minerales y agua contenida en las hojas, varía sustancialmente de acuerdo a la variedad, fertilidad del suelo, clima, época del año, edad y posición de las hojas, etc. Es probable entonces que la calidad nutricional del hospedero influya en el desempeño del gusano de seda, tanto en las etapas de desarrollo como en la producción del capullo (Villagómez, 2007).

La leche contiene muchos minerales, vitaminas y antioxidantes. Los antioxidantes tienen un papel en la prevención de la oxidación de la leche, y también pueden tener efectos protectores en la célula productora de leche, y para la ubre. Antioxidantes más importantes en la leche son el mineral selenio y las vitaminas E y A. Como hay muchos compuestos que pueden tener la función antioxidante en la leche, la medición de la capacidad antioxidante total puede ser una herramienta útil. La composición de la leche varía según la especie, tanto en la proporción en que se encuentra sus componentes como también en su estructura en algunos casos. Existen diferentes factores que influyen notablemente en las características físicas, químicas y de estructura de la leche y que determinan su variabilidad, su complejidad y alterabilidad. Como la leche es un producto netamente biológico es susceptible de variación en su composición y propiedades por diferentes factores como son.

Leche bovina contiene aproximadamente 32 g de proteína por litro. La proteína de la leche tiene un alto valor biológico, y por lo tanto la leche es una buena fuente de aminoácidos esenciales. Además, la leche contiene una gran variedad de proteínas con actividades biológicas que van desde los antimicrobianos a los que facilitan la absorción de nutrientes, además de actuar como factores de crecimiento, hormonas, enzimas, anticuerpos y estimulantes inmunes. El nitrógeno en la leche se distribuye entre las

caseínas, proteínas de suero y de nitrógeno no proteico. El contenido de caseína de leche representa aproximadamente el 80% de proteínas de la leche. El objetivo de esta investigación fue evaluar el incremento del porcentaje de capullo seda del gusano *Bombyx mori* L., alimentando larvas del quinto instar con diferentes tipos de leche en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

### 3. Metodología

El proyecto de investigación, se realizó en la Universidad politécnica de Francisco I. Madero ubicada en el municipio de Francisco I. Madero Hidalgo, con una característica de clima predominante, templado frio con una temperatura media anual de 17° C y una precipitación pluvial anual de 540 milímetros por año, cuyas coordenadas geográficas son 20° 15' 20" de latitud norte y 99° 00' y 10" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, se encuentra ubicado a 53 kilómetros de la capital del Estado. Se utilizaron larvas de seda *Bombyx mori* estos se encontraban en buenas condiciones físicas y de un buen tamaño para someterlos posteriormente a cada tratamiento, cabe mencionar que los gusanos de seda a evaluar se encontraban en el quinto instar. La selección de los gusanos fue completamente al azar, tomando diez ejemplares para cada tratamiento, contando con diez tratamientos: Testigo, nutri leche, Alpura, Lala, Forti leche, Santa Clara, Leche bronca de vaca, Alpura de fresa, Alpura de chocolate y leche evaporada.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Cada tratamiento se montó sobre un recipiente de unicel, se le colocaron diez gusanos de seda, en nueve de los tratamiento se utilizó un tipo de leche distinto, más el tratamiento testigo dando un total de diez tratamientos, durante el desarrollo del experimento las hojas de morera se lavaron con agua potable, posteriormente se sacudían para el secado de las hojas y a continuación se

sumergían en recipientes de unicel que contenía cada una de las leches ya enumeradas anteriormente, se dejaban sumergidas durante un periodo aproximado de cinco minutos y se alimentaban los insectos, esto se realizaba tres veces al día. Una vez obtenidos los resultados se sometieron a un análisis en el sistema SAS la prueba de comparación de medias de Tukey para verificar si existe alguna diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

### 4. Resultados

Con el resultado de datos y sometidos a un análisis estadístico de las medias del peso de capullos de *Bombyx mori* alimentados con nueve tipos de leche de vaca. Nos demuestra que las medias con la misma letra no son significativamente diferentes entre ellas mientras que en el peso promedio de capullo existen diferencias estadísticas significativas cuando se alimenta con leche lala, forti leche y nutri leche obteniendo los mejores resultados en peso. Mientras que por otra parte la alimentación de larvas con leche alpura sabor a fresa y la Carnation evaporada registran el peso más bajo (figura 1).

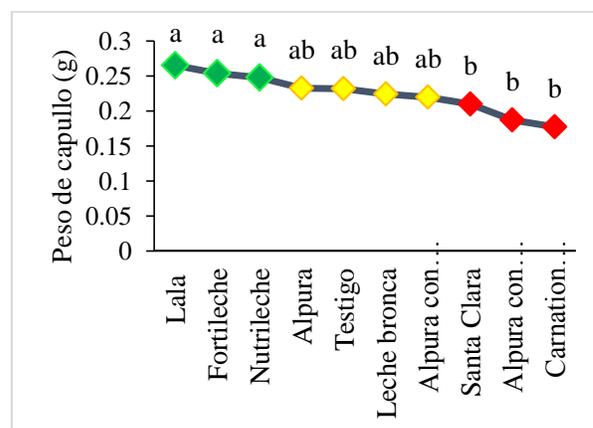


Figura 1. Peso promedio de capullos de gusanos alimentados con morera impregnada con diferentes tipos de leche.

También, se reporta que en el peso promedio de pupas no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos esto afirma que

dichos tratamientos no presentan efecto en el incremento de pupas, los tipos de leche solo aumentan el peso de capullo y no en el incremento de peso de las pupas.

Teniendo las medias del peso de los capullos es importante conocer qué porcentaje realmente se ganó con la complementación en la alimentación de los gusanos de seda en el experimento para ello se muestra la figura 2 y 3 donde ya con operaciones matemáticas se obtuvo dicho porcentaje el cual muestra que algunos tratamientos aumentaros y algunos disminuyeron.

En la gráfica 3 donde se muestra el peso de capullos y pupas, así como, las diferencias entre tratamientos, en la determinación de resultados de capullos de seda existe una diferencia estadística significativa, cuando se alimenta con leches; lala, forti leche y nutri leche las cuales son recomendadas en la alimentación de larvas en el quinto instar, para obtener capullos de un buen peso.

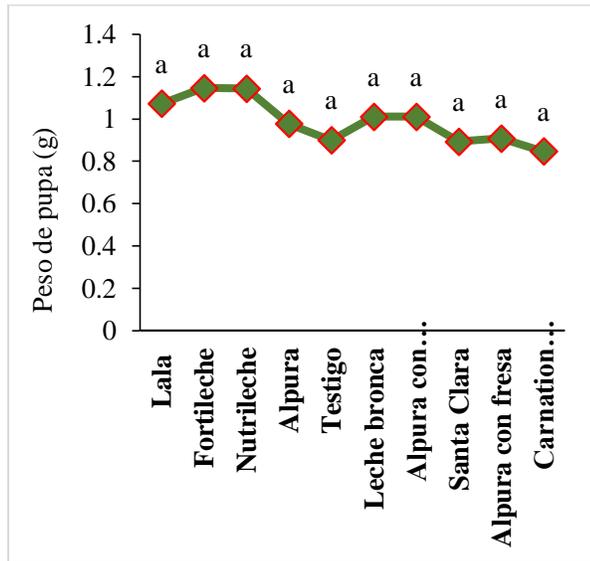


Figura 2. Peso promedio de pupas de gusanos alimentados con morera impregnada con diferentes tipos de leche.

Mientras tanto en el resultado de peso en las pupas no existió diferencia estadística

significativa entre los tratamientos como lo muestra la gráfica 2 esto quiere decir que no presentan efecto en el incremento de pupas, los tipos de leche solo aumentan el peso de capullo y no en las pupas.

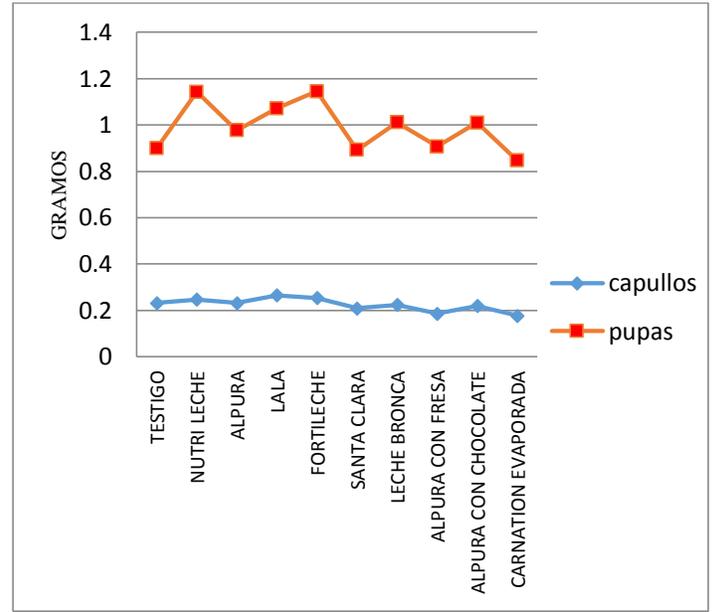


Figura 3. Comparación entre los pesos promedio de capullos y pupas en los diferentes tipos de leche.

En la gráfica 3 se muestra una comparación entre los resultados obtenidos de los pesos de capullos de seda y los pesos obtenidos en las pupas, se puede manifestar que en las pupas no existió diferencia alguna que sea significativa, mientras que en el pesaje del capullo estas diferencias si existió.

**5. Conclusiones**

En la determinación de resultados en la metodología utilizada se concluye que en la etapa larval del quinto instar la ingesta de hoja de mora suplementada con leche, en los capullos de seda existió una diferencia estadística significativa, cuando se alimentaron con leches; lala, forti leche y nutri leche obteniendo los mejores resultados con estos luches esto puede ser por la aportación de cada tipo de leche las

cuales son distintas en aportes nutrimentales. Medias en las cuales no existió diferencia significativa estas fueron los tratamientos alimentados con leches; alpura, testigo, leche bronca, alpura con chocolate y santa clara. Por otra parte, la alimentación de larvas con las leches alpura sabor fresa y la Carnation evaporada registraron los pesos más bajos en lo cual desde mis puntos de vista estos no son recomendadas para su utilización en la sericultura.

Eso nos indica que para la temporada invernal es recomendado alimentar a los gusanos de seda con las leches lala, forti leche y nutri leche para obtener los mejores resultados en la obtención de capullos de buena calidad sin embargo sería necesario reproducir nuevamente el experimento en otras temporadas donde se puedan encontrar hojas con mejor aporte nutritivo y de una mejor calidad.

## 6. Referencias

- Boschini C. y Elizondo J. 2004. Desarrollo productivo y cualitativo de maíz híbrido para ensilaje. *Agronomía Mesoamericana* 15(1): 31-37.
- Casadio Adriana y Francisco Pescio. 2004. Introducción a la sericultura. Red Latinoamericana de la seda. Colombia. 13 p.
- Cinfuentes C., César Augusto y Son Kee Wook 1998. Manual técnico de sericultura: cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Pereira, Convenio SENA-CDTS, Colombia. 438 p.
- Marmolejo, G. A. 1982. "Gusano de seda (*Bombyx mori*), aspectos generales sobre su cría". Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis. México D.F. 114 p.
- Martín G. J, Yolai Noda, Gertrudis Pentón, D.E. García; F. García, E. González, F. Ojeda, Milagros Milera, O. López, J. Ly, Liliam eiva y J. Arece. 2007. La morera (*Morus alba*, Linn.): Una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y forrajes*. 23:323.
- Pescio, F., Zunini, H., Pedro, B. C., Divo, de S. M., Frank, R. G., Pelicano, A. E. y María V. C. 2006. Sericultura: manual para la producción. Instituto Nacional de tecnología Industrial (INTI). Facultad de Agronomía UBA. 183 p.
- Salice, G., Soria, S. y Avendaño, F. 2001. Guía práctica de sericultura. Instituto Italo latinoamericano, Roma (Italia).
- Ting, Z.; Yun, F.; Guang, X. & Huaizhong, B. 1998. Mulberry cultivation. Rome: FAO. *Agricultural Services bulletin* 73/1.