



**COLEGO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

**ESTUDIO BIOECOLÓGICO Y DE CONTROL DEL  
*Trips Neohydatothrips opuntiae* (Hood)  
QUE DAÑA AL NOPAL TUNA EN LA REGIÓN DEL VALLE DE  
TEOTIHUACÁN, ESTADO DE MÉXICO.**

**ANGÉLICA HERNÁNDEZ NAVARRO**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTORA EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**2013**

**ANGELICA HERNANDEZ NAVARRO, Dra**  
**COLEGIO DE POSTGRADUADOS 2013**

**Estudio bioecológico y de control del trips *Neohydatothrips opuntiae* (Hood) que daña al nopal tuna en la región del valle de Teotihuacán, Estado de México.**

Los Thysanoptera: Thripidae son considerados la principal causa de la baja productividad en el cultivo del nopal -tuna (*Opuntia ficus indica*) en la región del Valle de Teotihuacán, Estado de México. El objetivo de este estudio fue identificar las especies de thripidae presentes en el cultivo. Este trabajo de campo se realizó en dos huertos de nopal - tuna de la variedad Alfajayucan, uno en San Martín de las Pirámides y el otro en Nopaltepec, mediante 12 recolectas realizadas cada quince días durante los meses de Enero a Marzo en los años 2010 a 2011, durante las etapas de crecimiento de yemas fructíferas, completando 12 recolectas en cada sitio. Los resultados revelaron la presencia de tres especies de trips: *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *F. chamulae* (Johansen) y *Neohydatothrips opuntiae* (Hood), ésta última fue la especie más abundante y persistente a lo largo de todo el ciclo de inicio de fructificación. Para la fluctuación poblacional de trips se logró determinar que en el mes de marzo, la densidad de la población con los tiempos de mayor temperatura del periodo estudiado.

En dos huertas comerciales, se evaluaron de dos clases de productos uno alternativo Spinosad (Tracer ®) y el otro convencional (Malatión), contra larvas y adultos, en condiciones de campo. La evaluación fue llevada a cabo por el método de aspersión dirigida a cladodios de nopal -tuna infestados. Las concentraciones probadas para ambos productos fueron, Spinosad (Tracer ®) 20 mL (1.6) Spinosad (Tracer ®) 40 mL (3.2) y malatión (5 mL) el trabajo de campo se realizó en dos huertos de nopal - tuna de la variedad Alfajayucan, en los municipios, de San Martín de las Pirámides y otro en Nopaltepec. Se utilizó el diseño de bloques al azar con 5 tratamientos, 3 repeticiones durante los años del 2010 y 2011; se

efectuaron muestreos periódicos de frutos de nopal tuna de (1.5 a 2.5 cm) a los 0, 1, 3, 7, 14 y 21 días después de la aplicación de los productos (DDA).

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de disfrutar sus grandezas y bendecir mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por financiar mis estudios de Doctorado (10860756).

Al Colegio de Postgraduados, en especial al Programa de Entomología y Acarología.

A todos y cada uno de los Miembros de mi Comité Particular, que me han brindado su tiempo y orientado para realizar este trabajo.

A quien tuve el privilegio de elegir como consejera Dra. **Socorro Anaya Rosales**, porque con su ejemplo me enseñó a integrar los componentes humanos y científicos.

Al Dr. **Hiram Bravo Mojica** por sus valiosas aportaciones, consejos y todo el tiempo que me brindó para lograr este trabajo.

Al Dr. **Javier Hernández Morales** por su asesoría, sus enseñanzas, por su amabilidad en todo momento y apoyo y tolerancia.

Al Dr. **Julio Sánchez Escudero** por su atención y por el tiempo que dispuso y por sus enseñanzas

Al Dr. **Cristian Nava Díaz**. Por su atención apoyo, tolerancia y por su amabilidad en todo momento.

A todos mis amigos y compañeros del Colegio de Postgraduados, a todos ellos Mil Gracias por su amistad y compartir parte de su tiempo a mi lado.

A todo el Personal del Colegio de Postgraduados. Muchas gracias por colaborar en mi formación y ser parte de mi formación.

## DEDICATORIAS

Después de terminar un ciclo más, me es difícil entender que haría sin todas aquellas personas que intervinieron de una u otra forma para poder llevar a cabo el objetivo que se tiene el de terminar y cerrar un ciclo. Es por ello, que les doy las gracias.

A Dios Nuestro Señor:

Por concederme el don de la vida y mantenerse junto a mí, por guiar mis pasos e iluminar mis pensamientos, por los momentos de dicha y amor que me has permitido compartir con mis seres queridos, y ahora por un motivo más, el privilegio de llegar a este feliz momento.

A Mi Mama: Francisca Navarro Silva

Como un pequeño reconocimiento a tus esfuerzos, por iluminarme con tu cariño y pacientemente suavizar el dolor, impulsándome a seguir siempre adelante mostrándome que es posible continuar y que cualquier dificultad se puede resolver. Por tu fortaleza, carácter y por estar allí siempre cuando más te he necesitado, apoyándome en todo momento hacia el camino que yo tomare; A quien admiro mucho porque nunca ha demostrado debilidad, dolor o tristeza a pesar de tener el trabajo más difícil que pueda existir, ser madre.

A Mi Papa: Juan Hernández Garfías

Por todo su amor, ese amor que nunca me ha faltado y que nunca me ha fallado; gracias por el ejemplo, su esfuerzo, dedicación, por su apoyo incondicional. Por haberme dado la oportunidad de estudiar, por haber hecho de mí una persona honesta, trabajadora y profesionalista.

Es por ello que deseo dedicarles este trabajo como un pequeño reconocimiento a todas sus enseñanzas. Ustedes son parte esencial de mi vida, son la fuerza que me impulsa a seguir día a día tratando de ser mejor... son lo primero y lo más importante... Gracias por todo. Los quiero mucho.

A mis Hermanos:

Yolanda, Maricela, Alejandra, Maribel, Lucia y Juan Fernando Hernández Navarro. Obstáculos para tener lo que uno desea, por brindarme su cariño, apoyo, comprensión, por su ejemplo, tranquilidad, por creer en mi dándome su apoyo en, todo momento, haciendo duro el camino a seguir, por estar siempre a mi lado, por todos sus detalles y por lo que nos une. Los quiero mucho.

A mis sobrinos:

Luis Gael, Quetzal, Damián y Santiago por sus sonrisas y cariño. Los quiero mucho.

Considero que los logros del ser humano son producto de la enseñanza que han obtenido durante toda su vida, en la familia, en aulas, en el trabajo, todas las personas que llenan estos espacios, son quienes transmiten su amor, su experiencia, su filosofía de la vida moldeando así un carácter y alentando un espíritu. .

A todos y cada uno de los profesores que se esmeran en compartir su tiempo, sus conocimientos y sus experiencias.

A los buenos amigos que me apoyaron en cada etapa de vida, que me brindaron su amistad, su cariño su confianza, quisiera poder nombrar a todos y de esta forma agradecer cada momento que compartimos juntos, pero unas cuantas líneas no bastan. Lo importante es que ustedes saben que son mis amigos y yo sé que puedo seguir contado con ustedes.

## CONTENIDO

	Páginas
<b>GENERAL SUMMARY</b>	ii
<b>RESUMEN GENERAL</b>	iii
<b>INDICE GENERAL</b>	vi
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
OBJETIVOS	2
<b>CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
1.1 El nopal ( <i>Opuntia spp.</i> )	3
1.1.1 Origen y Distribución	3
1.1.2 Clasificación Taxonómica	4
1.1.3 Producción de nopal-tuna en México	4
1.1.4 Importancia económica del Nopal – tuna	5
1.1.5 Variedades de tuna que se cultivan en el valle de México	8
1.1.1.5 Descripción de la variedad Alfajayucan	8
1.1.6 Usos del nopal tuna	10
1.2 Aspectos generales del orden Thysanoptera	12
1.2.2 Clasificación Taxonómica del orden Thysanoptera	12
1.2.3 Características Generales	13
1.2.3.1 Hábitos de los trips	14
1.2.3.2 Daños causados por los trips	15
1.2.3.3 Especies de trips de importancia económica	16
1.3 Problemática fitosanitaria del nopal -tuna	16
1.3.1 Plagas	18
1.3.2 Enfermedades	19
1.4 Uso de plaguicidas	20
1.4.1 Producto Evaluado	22

1.4.2 Características del Spinosad (Tracer ®)	23
1.4.3 Uso del Spinosad (Tracer ®)	24
1.4.4 Modo de acción	24
1.5 Cosecha	24
1.5.1 Manejo postcosecha de la tuna	26
1.5.2 Selección y empaque	27
1.5.3 Comercialización	28
LITERATURA CITADA	29
<b>CAPÍTULO II ESPECIES DE TRIPS DEL NOPAL TUNA EN LA REGIÓN DEL VALLE DE TEOTIHUACÁN, MÉXICO.</b>	
2.1 INTRODUCCIÓN	39
2.2 MATERIALES Y MÉTODOS	41
2.2.1 Localización	41
2.2.2 Descripción de la gestión del Comité	41
2.2.3 Recolecta de material biológico para la determinación taxonómica de especies	42
2.2.4 Montaje de Trips	42
2.2.5 Determinación Taxonómica	43
2.2.6 Relación de la fluctuación poblacional de los trips y temperatura máxima	43
2.3 Resultados y Discusión	43
2.3.1 Diagnóstico	43
2.3.2 Características Morfológicas	45
2.3.3 Fluctuación de poblaciones	46
LITERATURA CONSULTADA	52
<b>CAPÍTULO III Determinación de la efectividad biológica del Spinosad (Tracer ®) como una alternativa al control del trips <i>Neohydatothrips Opuntiae</i> (Hood) que daña al nopal tuna en el valle de Teotihuacán, Estado de México.</b>	
3.1 INTRODUCCIÓN	56

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS	57
3.3.1 Aplicaciones en campo	57
3.3.2 Muestreo	58
3.3.3 Análisis estadístico	58
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
LITERATURA CONSULTADA	64
<b>CAPÍTULO IV Caracterización del daño causado por <i>Neohydatotrips opuntiae</i> (Hood) al fruto de tuna que se produce en el Valle de Teotihuacán.</b>	
4.1 INTRODUCCIÓN	66
4.2 OBJETIVOS	70
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS	70
4.3.1 Muestreo	70
4.3.2 Preparación de la muestra para la determinación de grados °brix	71
4.3.3 Análisis estadísticos	72
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
LITERATURA CONSULTADA	78
<b>ANEXOS</b>	81



## LISTA DE CUADROS

CUADROS	TÍTULO	PÁGINAS
1	Superficie, rendimientos y producción de tuna por estado, 2010	7
2	Principales usos del nopal tuna	11
3	Familias del orden Thysanoptera, nombres y número de especies	13
4	Plagas del nopal-tunero	18
5	Enfermedades del nopal- tunero	19
6	Plaguicidas utilizados en México para el control de plagas y enfermedades que atacan al nopal tunero.	21
7	Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2010.	47
8	Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2011.	48
9	Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2010.	50
10	Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2011.	51
11	Productos Aplicados en el cultivo de nopal - tuna	58

12	Número de especímenes encontrados después de las aplicaciones en el municipio de San Martín de las Pirámides 2010.	59
13	Número de especímenes encontrados después de la aplicación (DDA) en el municipio de San Martín de las Pirámides 2011.	60
14	Número de especímenes encontrados después de la aplicación (DDA) en el municipio de Nopaltepec 2010.	61
15	Número de especímenes encontrados después de la aplicación (DDA) en el municipio de Nopaltepec 2011.	62
16	Caracterización de frutos de tuna en estado maduro en San Martín de las Pirámides 2010.	73
17	Caracterización de frutos de tuna en estado maduro en San Martín de las Pirámides 2011.	75
18	Caracterización de frutos de tuna en estado maduro de Nopaltepec 2010.	76
19	Caracterización de fruto de tuna en estado maduro de Nopaltepec 2011.	77

## LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	TÍTULO	PÁGINAS
		4
1	México tiene una gran biodiversidad, posicionado entre los 11 países mega diversos.	
2	Principales regiones productoras de nopal en México.	6
3	Estructura química de Spinosad.	23
4	Evolución del desarrollo y maduración de frutos de nopal - tuna antes de la antesis; Estadios de maduración: V (fruto verde); IP (inicio de la pigmentación amarillo); VA (verde amarillado) e AV (Amarillo verde).	25
5	<i>Neohydatothrips opuntiae</i> ♀	44
6	<i>Neohydatothrips opuntiae</i> ♂	44
7	Número de especímenes de trips y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2010.	48
8	Número de especímenes de trips y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2010.	49
9	Número de especímenes de trips de y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2010.	50

<b>10</b>	Número de especímenes de trips de y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2011.	
<b>11</b>	Fruto de tuna sano	69
<b>12</b>	Fruto de tuna dañada <i>N. opuntiae</i>	69
<b>13</b>	Extracción de jugo de frutos de tuna para determinar los grados °Brix	71

## INTRODUCCIÓN

Uno de los íconos más representativos de la cultura mexicana es el nopal, parte importante del legado de nuestros pueblos prehispánicos. Existen evidencias de su uso desde hace más de 25000 años y debió de haber sido un recurso básico en la antigua Mesoamérica. En el mundo se conocen aproximadamente alrededor de mil 600 especies en 122 géneros, a partir de una complicada y controversial clasificación taxonómica; su identificación se dificulta por su alto nivel de hibridación (Gallegos-Vázquez *et al.* 2006).

Los nopales son originarios del continente americano y se encuentran desde el norte de Canadá hasta el sur de Chile (Gallegos-Vázquez *et al.* 2006). En nuestro país se encuentra la mayor riqueza de especies y cultivares del mundo. Se han descrito 18 variedades de tuna que se dedican a la producción comercial (Gallegos *et al.*, 2006), mismas que constituyen uno de los recursos más importantes y numerosos de la flora mexicana, apenas superado en cantidad por las familias Fabaceae, Asteraceae y Poaceae (Sánchez y Figueroa, 1990).

Existen especies de este cultivo que se usan como plantas de ornato, forraje, fruto, verdura e incluso como huéspedes de insectos para producir colorantes naturales y algunas otras especies pueden usarse en la industria cosmética, alimenticia e incluso en la farmacéutica (Granados y Castañeda, 1991; Pimienta, 1997, Reyes-Agüero *et al.*, 2004). Por la tradición de consumo del nopal- tuna y la superficie que se destina a su producción en México, es un cultivo importante desde el punto de vista económico, social, ecológico y por tanto es trascendente conocer los factores que afectan su producción. Dentro de estos, los bióticos como plagas y enfermedades son de los más importantes. Uno de los inconvenientes para la producción de nopal-tuna es que no existen plaguicidas registrados o autorizados para el manejo fitosanitario del cultivo en México (CICOPLAFEST, 2004). Como consecuencia de esto se usa una gran variedad de productos sin considerar su efectividad biológica contra las plagas y su probable residuabilidad. En México se han descrito al menos 14 especies de insectos como plagas del nopal-tuna, siendo el trips *Neohydatohtrips opuntiae* (Hood), uno de los

principales. El cual causa un daño y disminuye la producción de nopal-tuna (Badii y Flores, 2001).

## **OBJETIVOS GENERALES**

- Determinar la diversidad específica de trips que afecta al cultivo de nopal-tuna y caracterizar su comportamiento durante el periodo comprendido de 2010 - 2011, en el Valle de Teotihuacán.
- Tipificar el daño causado por el trips en frutos de tuna del Valle de Teotihuacán para asociarlo con el deterioro de la calidad.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Gestionar la participación de productores cooperantes a través del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México. Por medio de la Campaña de Manejo Fitosanitario del nopal-tuna.
- Identificar las tres principales especies de trips asociadas al cultivo de nopal-tuna en los municipios de San Martín de las Pirámides y Nopaltepec, Estado de México.
- Establecer la fluctuación poblacional de trips en nopal-tuna en los municipios de San Martín de las Pirámides y Nopaltepec, Estado de México, en el periodo comprendido de 2010 - 2011.
- Conocer la variabilidad existente entre las tunas no dañadas y dañadas de trips *Neohydatotrips opuntiae* (Hood) de la región geográfica de San Martín de las Pirámides y Nopaltepec, Estado de México.

- Caracterizar seis parámetros de calidad de frutos de tuna procedentes de huertos tratados con Spinosad (Tracer ®) en el Valle de Teotihuacán, Estado de México.

## 1.1 El nopal (*Opuntia* spp)

### 1.1.1 Origen y Distribución

La familia de las cactáceas, es considerada como endémica del continente americano ya que la mayoría de las especies de nopal descritas se encuentran en México, que es considerado como uno de los centros de origen. Las cactáceas pertenecen los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, los cuales son utilizados como alimento para el hombre ya sea como verdura, fruta o forraje para ganado (Granados, 1991).

El género *Opuntia* se distribuye desde la provincia de Alberta en Canadá, hasta la Patagonia en Argentina, pero es más frecuente en las zonas desérticas del sur de Estados Unidos, México y América del Sur (Bravo, 1978).

En la actualidad, el nopal se cultiva en países como (Figura 1): Argelia, Marruecos, Túnez, Libia, Israel, Sudáfrica, Argentina, Estados Unidos, Perú, Bolivia, Chile y México (Campos, 1996).

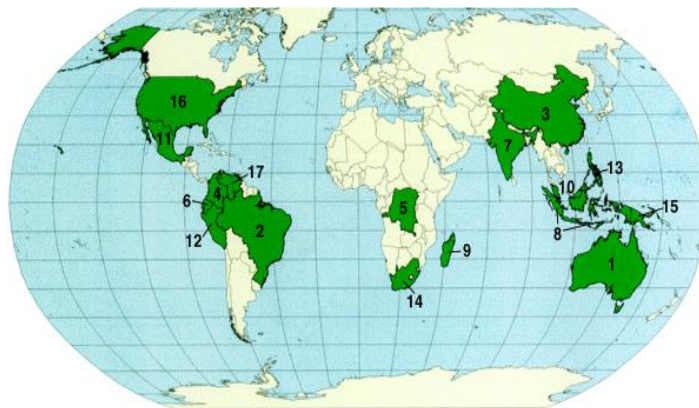


Figura 1.- México tiene una gran biodiversidad, posicionado entre los 11 países mega diversos del mundo. En color verde se indican los países que tienen gran variedad de cactáceas.

### 1.1.2 Clasificación taxonómica

La clasificación de las cactáceas es compleja y se basa en características anatómicas analizadas desde el punto de vista evolutivo y taxonómico (Bravo, 1978).

La taxonomía más utilizada para la clasificación de las cactáceas es el Sistema de Britton y Rose, el cual clasifica a las Opuntias de la siguiente forma (Bravo, 1978):

Reino:	Vegetal
Subreino:	Embryophyta
División:	Angioespermae
Clase:	Dicotiledoneae
Subclase:	Dialipétalas
Orden:	Opuntiales
Familia:	Cactaceae
Subfamilia:	Opuntioideae
Tribu:	Opuntiae
Género:	<i>Opuntia</i> y <i>Nopaleae</i>
Especie	<i>Opuntia spp.</i> , <i>Nopaleae spp.</i>

### 1.1.3 Producción de nopal- tuna en México

Actualmente, la producción de nopal-tuna en nuestro país se encuentra ampliamente distribuida en una gran variedad de zonas con condiciones edáfico – climáticas diversas, la producción, se divide en tres sistemas: nopaleras silvestres, huertos familiares y plantaciones comerciales (Flores, 2003).

Los últimos inventarios realizados en el país, reportan la existencia de alrededor de 3 millones de hectáreas con poblaciones importantes de nopaleras naturales y existen 60,000 hectáreas de nopal cultivadas para el autoconsumo de los pobladores de las zonas rurales y para el mercado. En la actualidad, las



principales zonas productoras de nopal se localizan en regiones (Figura 2). (Gallegos -Vázquez, 2005).

### **Región central**

En esta zona productora, que comprende los estados de México, Hidalgo y Tlaxcala, se cultivan cerca de 18 mil ha, del cultivar “Alfajayucan “O. amyclaea T). El estado de México cuenta con una superficie de 12 940 ha de nopal- tunero, concentrada en los municipios de San Martín de las Pirámides, Otumba, Axapusco y San Juan Teotihuacán del Estado de México (Flores *et al.*, 1997). En el estado de Hidalgo, Aguilar (1999) reportó una superficie de 4 5000 ha con nopal-tuna del cultivar “Alfajayucan”, localizada principalmente en los municipios de Actópan, Zempoala, El Arenal, San Agustín Tlaxcala y El Cardonal (Gallegos y Méndez, 2000).

La producción de tuna en esta región se basa en sistemas de cultivo semi-intensivo, con prácticas culturales, como podas, abonado, fertilización mineral, construcción de terrazas y obras de captación de lluvia *in situ*, control de plagas, enfermedades y malezas, lo cual implica una alta utilización de insumos y mano de obra. Se obtienen rendimientos promedio de 10.5 t/ha, con la ventaja de encontrarse cerca de la ciudad de México, principal centro de consumo nacional y mundial de la tuna (Gallegos y Méndez, 2000).

### **Región Centro norte**

Desde el punto de vista de la superficie plantada, la región productora más importante de México y del mundo, es la región centro norte. En esta zona productora se cultivan cerca de 27 000 ha con nopal–tuna. En esta región, destaca la zona productora del sureste zacatecano, con una superficie de 12 044 ha de plantaciones comerciales de nopal-tuna, bajo un sistema de cultivo extensivo, en un ambiente restrictivo que presenta entre 300 – 500 mm de precipitación anual,

además de un periodo de 4 a 6 meses, aproximadamente, con presencia de heladas (Cervantes *et al*, 2008).

## Región Sur

Esta zona productora se ubica en el estado de Puebla y cuenta con mejores condiciones ambientales para la producción, debido a la baja ocurrencia de heladas invernales y lluvias de alrededor de 700 mm anuales. En esta región existen alrededor de 5 mil hectáreas de nopal-tuna y alrededor de 700 hectáreas de nopal verdura. Puebla, cuenta con aproximadamente 1 062 ha. En esta región se practica un sistema de cultivo semi intensivo que involucra prácticas para el manejo de suelo y del agua (terrazas, microcuencas de captación de agua de lluvia, etc.) un alto uso de insumos, uso intensivo de mano de obra y por consiguiente un bajo uso de maquinaria agrícola. Los productores de esta zona tunera basan su producción en dos cultivares: “Blanca Villanueva” y “Cristalina” y obtienen altos rendimientos (15 a 20 t/ha), con la ventaja comparativa respecto a otras regiones de concurrir al mercado entre marzo y mayo, producción temprana basada en el cultivar “Blanca y Villanueva”, o bien a finales de septiembre y durante el mes de octubre con el cultivar “Cristalina”, hecho que les permite alcanzar mejores precios.

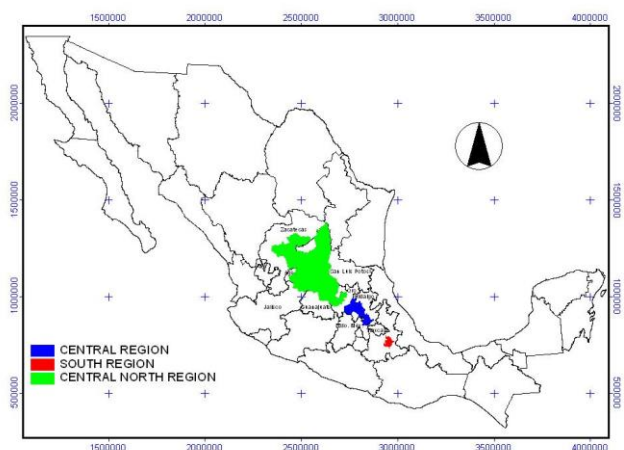


Figura 2.- Principales regiones productoras de nopal en México (Colunga *et al* 1986).

### 1.1.3 Importancia económica del nopal-tuna

A nivel mundial México es el principal productor de tuna, aporta 527, 627.11 toneladas al año (SIAP 2012), principalmente de los estados de Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Puebla, Tamaulipas y Zacatecas. El estado de México ocupa primer lugar en producción y en calidad con reconocimiento a nivel internacional, el segundo lugar lo ocupa Zacatecas con más variedades de nopal y tuna y el tercero es Puebla en donde se generan más ingresos en cuanto a la venta de estos productos. Existen muchas variedades de tunas como son las nombradas Reyna, Cristalina, Burrón, Esmeralda, Blanca San José, Chapeada, Alfajayucan Villanueva, La Gavia, Pico chulo, Amarilla Montesa, Amarilla Plátano, Amarilla Maquihuana, Naranjón Legítimo, Copena Torroja, Roja San Martín, Roja Liria y Bolañera, las cuales son de las especies *Opuntia albicarpa*, *O. amyclaea*, *O. magacantha*, *O. ficus-indica*, *O. undulata* y *Opuntia sp.* Estas y otras más se consumen en los mercados nacional e internacional para lo cual son importantes la selección del tamaño, la resistencia al manejo, embalaje y transporte.

**Cuadro 1.- Superficie, rendimientos y producción de tuna por estado, 2012**  
**corregir el cuadro**

Ubicación	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)
AGUASCALIENTES	746.00	721.00	2,291.76	3.18
COAHUILA	131.00	0.00	0.00	0.00
DURANGO	18.00	0.00	0.00	0.00
GUANAJUATO	1,523.00	1,523.00	18,213.00	11.96
HIDALGO	5,477.00	4,851.00	27,225.52	5.61
JALISCO	2,178.00	2,166.00	15,036.64	6.94
MEXICO	16,647.00	16,647.00	189,037.69	11.36
MICHOACAN	3.00	3.00	14.40	4.80
NAYARIT	25.00	25.00	95.00	3.8
OAXACA	71.00	55.0	304.39	5.53
PUEBLA	4,859.00	4,859.00	83,292.75	17.14
QUERETARO	665.00	664.00	1,311.60	1.98

SAN LUIS POTOSI	3,004.00	1,628.00	10,491.00	6.44
TAMAULIPAS	1,495.00	1,370.00	2,740.00	2.00
TLAXCALA	32.00	32.00	160.0	5.00
VERACRUZ	25.00	25.00	155.00	6.20
ZACATECAS	18,832.70	16,515.00	177,107.86	10.72
<b>Totales y Promedios nacionales.</b>	<b>55.917.00</b>	<b>51,134.15</b>	<b>527,627.11</b>	<b>10.32</b>

Fuente: SIAP, 2012

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP, 2012) registró que para el año 2012 una superficie cultivada de nopal tuna para el municipio de San Martín de las Pirámides de 4,605 ,00 ha, con una producción de 43, 757,00 situación que generó un valor de la producción de 149.564 miles de pesos y para el municipio de Nopaltepec una superficie cultivada de nopal tuna de 2, 532 ha, con una producción de 23, 238 ton, situación que generó un valor de la producción de 78.453 miles de pesos.

### **1.1.5 Variedades de tuna que se cultivan en el valle de México.**

#### **1.1.5.1 Blanca Alafajayucan (*Opuntia albicarpa* Scheinvar)**

Esta selección de nopal-tuna, también conocida como variedad Alfajayucan, es la más extendida en la región central de México, principalmente en las zonas de las Pirámides, Estado de México y Chicavasco - El Arenal, Hidalgo, en donde existe una superficie plantada superior a las 20,000 ha. Es la tuna por excelencia de la región central del país. Es una planta arbustiva, de 1.27 a 1.55 m de alto y de 2.05 a 2.60 m de ancho; tronco no definido, con espinas. Artículos ovoides a oblongos, de 32 a 50 cm de largo, 19 a 29 cm de ancho y de 21.06 a 32.50 mm de grosor; color verde medio; superficie cerosa y opaca. Areolas en número de 6 a 10 en la hilera central; de 3.30 a 4.62 mm de largo y 2.91 a 4.03 mm de ancho; de color gris claro; con pelos setosos de color blanco grisáceo. Glóquidos no visibles inmersas en el fieltro de la areola, color anaranjadas. Espinas subuladas, algo recurvadas, divergentes, sin torcedura, de 17 a 29.8 mm de largo; en número de 2 a 4 en la areola central; color blanco, con la base y punta color amarillo. Peso del fruto de 86 a 124.4 g; con cicatriz del receptáculo de 24.05 a 28.16 mm de

diámetro y de 1 a 1.76 mm de profundidad; fruto de color verde claro a blanco con areolas en número de 56 a 67 color negro y glóquidos color amarillo. Semillas completamente desarrolladas en número de 171 a 252, semillas abortivas de 11 a 45 y un contenido de sólidos solubles totales de 15.6 a 18.7 grados °Brix.

**Selección: Rojo San Martín (*O. megacantha*)**

Originaria de la región de San Martín de las Pirámides, estado de México, en donde existen poco más de 250 hectáreas para la producción comercial de la selección misma que se ha difundido a otras regiones productoras de Puebla. Los frutos son de un color rojo oscuro brillante, con pulpa roja y consistencia suave y medianamente jugosa. Tiene buena aceptación en el mercado del centro del país y se exporta a Estados Unidos y Japón.

**Variedad: COPENA V1 (*O. ficus-indica*)**

Esta variedad fue obtenida mediante cruzamiento, proceso que se realizó en el área de Chapingo, Estado de México. La distribución de este material es restringida, aunque puede difundirse con rapidez debido a que produce nopalito de buena calidad y excelentes frutos de color rojo intenso, de pulpa rojo brillante de muy buena calidad y excelente sabor.

**Selección: COPENAS F1 (*O. ficus-indica*)**

Esta variedad forma parte de la serie COPENA, obtenidas mediante cruzamiento en la región de Chapingo, Estado de México. Hasta el momento, este material ha tenido poca difusión en huertas comerciales, aunque la calidad de sus frutos, parecidos a los del cultivar Reyna, podría favorecer su aumento en superficie.

## **Selección: Xoconostle Cuaresmeño (*O. matudae*)**

Actualmente, la variedad de xoconostle que se consume en el centro del país corresponde a esta selección. Se produce en el Valle de México, donde muy probablemente es originario. Las plantaciones comerciales de este material alcanzan las 700 hectáreas, aunque existen numerosas plantas establecidas en cercos y pequeños espacios de huertos de nopal-tuna de la región. Se trata de plantas de crecimiento vigoroso que normalmente produce numerosos frutos de color verde claro y cáscara gruesa que se torna rosa cuando madura. El fruto es de sabor ácido y muy utilizado en la cocina mexicana gruesa cáscara, que es la parte comestible del fruto.

### **1.1.6 Usos del nopal tuna**

En muchos países las plantas del género *Opuntia* y sus derivados sirven para varios propósitos, son plantas de gran importancia para el hombre en gran parte del mundo, debido a cantidad de usos que se le ha dado, además, como frutal, para la producción de tuna, como hortaliza, planta forrajera, sustrato para la producción de grana cochinilla y como planta medicinal. También se usa como materia prima para la producción de cosméticos, bebidas alcohólicas y conservas (Díaz, 2006) (Cuadro 2).

Desde el punto de vista ecológico, se ha considerado al nopal como una de las plantas más útiles para frenar la desertificación, evitar la erosión hídrica y eólica de los suelos, ya que con él se logran reforestaciones seguras (Flores, 2003).

**Cuadro 2.-** Principales usos del nopal tuna (Mena-Covarrubias, 2004b).

Alimento	Frutos y cáscara de frutos: (fresco, seco, enlatado, congelado, endulzado). Jugo, pulpa, bebidas alcohólicas (vino, licor, coloché). Mermelada: melcocha, queso de tuna, miel de tuna (syrup). Dulces, jaleas, pastelería, endulzador líquido. Aceite de semilla. Tallos (nopalitos); frescos, procesados en salmuera o vinagre, precosidos, congelados).
Forraje	Tallos, frutos, semilla, pastoreo, como arbusto para forraje.
Energía	Etanol (tallos, frutos); leña.
Medicina	Diarrea (tallos), diurético (flores y raíces), disentería amibiana (flores), diabetes (tallos), hiperlipidemia (tallos), obesidad (fibras) y antiinflamatorio (tallos).
Cosméticos	Shampoo, crema humectante, jabones, astringentes y lociones para el cuerpo.
Ecológico	Protección de suelos, cercas, compostas, rompevientos, materia orgánica.
Otros	Adhesivos y gomas, pectinas, fibras para manualidades, papel (tallos), colorantes (cría de <i>Dactylopius</i> spp. En tallos), mucílago para la industria alimentaria (tallos), antitranspirantes (tallos) y ornamentales.

## **1.2 Aspectos generales del orden Thysanoptera**

Fundamentalmente, los miembros del orden Thysanoptera muestran fuerte afinidad a la línea filética de insectos Corrodentia, Anoplura - Mallophaga - Homoptera y Hemiptera. Algunas de las características que apuntan a la relación cerrada de estos ordenes de insectos son la homología de los estiletes maxilares, es decir, con la lacinia en forma de cincel de los Corrodentia y los estiletes más elaborados de los Homoptera – Hemiptera, junto con la común reducción de los cuatro tubos de Malpighi (Stannard, 1968).

De acuerdo con Johansen y Mojica (1997) los trips son de tamaño pequeño, de cuerpo esbelto y miden entre 0.3 y 12 mm de longitud, aunque algunas especies tropicales alcanzan hasta 14 mm. Existen formas macrópteras, braquípteras y ápteras. Cuando las alas están completamente desarrolladas son largas y estrechas, con pocas o ninguna venación y con flecos de pelos largos. Estos sobre las alas dan el nombre al orden: Thysanos = flecos; pterom = alas (Borrór *et al.*, 1989). Otra peculiaridad de los trips es la presencia de un arolio vesiculiforme y retráctil en el extremo de las patas que dio lugar a la denominación de *Physopoda* o *Vesitarses* con que se les conocía primitivamente (Quintanillas, 1980).

### **1.2.1 Clasificación Taxonómica del orden Thysanoptera**

Este orden está dividido en los subórdenes Terebrantia y Tubulifera, los cuales difieren en la forma del último segmento abdominal y el desarrollo del ovipositor. Los Terebrantia tienen el último segmento abdominal más o menos cónico o redondeado, y las hembras usualmente tienen un ovipositor bien desarrollado. Los Tubulifera tienen el último segmento abdominal en forma tubular y las hembras carecen de un ovipositor (Stannard, 1968).

Lewis (1973) ubica a las familias Aelothripidae, Merothripidae, Heterothripidae y Thripidae en el suborden Terebrantia y a Phlaeothripidae en el suborden Tubulifera. Se conocen hasta ahora 5000 especies de Thysanoptera clasificados dentro de ocho familias (Cuadro 3) (Mound *et al.*, 1980). Sin embargo, el 93% de



estas especies pertenecen a las familias Thripidae y Phlaeothripidae y son los que normalmente se encuentran sobre las plantas cultivadas (Mound, 1997).

Cuadro 3.- Familias del orden Thysanoptera, nombres y número de especies con el cuadro.

Orden	Suborden	Familia	Subfamilia	Total de Especies	
Thysanoptera	Terebrantia	Uzelothripidae	-0-	1	
		Merothripidae		15	
			Aelothripinae		210
			Melanthripinae		50
		Adiheterothripidae	-0-	5	
		Fauriellidae	-0-	4	
		Heterothripidae		-0-	70
				Thripinae	1400*
				Panchetothripinae	120*
				Dendrothripinae	70*
	Tubulifera	Phlaeotripidae		Phlaeotripinae	2500*
				Idolothripinae	600

\* Indica presencia de especies plaga

### 1. 2. 2 Características generales

Los Thysanoptera ocupan en un lugar entre los insectos hemimetábolos y los holometábolos; están considerados dentro de la última categoría, dado que presentan los tres estados juveniles típicos: huevo, larva (I y II) y pupa. En los Tubulifera se presenta además el estadio de primipupa, que es anterior a la prepupa. Los anteriores estados y estadios - son claramente diferenciales entre sí (Johansen y Mojica, 1996 a). Los fitófagos de Terebrantia y Tubulifera tienen un

ciclo de vida casi uniforme. La cópula generalmente dura de 5 a 30 minutos (Ananthakrisnan, 1998); Para efectuarla, el macho se ubica al lado de la hembra y dirige el órgano copulador hacia atrás hasta hallar la abertura genital (Quintanilla, 1980). El apareamiento dura generalmente más tiempo en Terebrantia que en Tubulifera (Lewis, 1973). La capacidad normal de ovoposición es de 25 – 50 huevos por hembra, pero dependiendo de la temperatura, el rango puede estar entre 20 y 300 (Ananthakrisnan, 1984, Lewis, 1973). Estas cantidades generalmente son similares en ambos subórdenes y en especies bisexuales partenogénicas (Lewis, 1973). Sin embargo, en los Thysanoptera prevalece la reproducción sexual (Ananthakrisnan, 1984). En las poblaciones de la mayoría de las especies los machos son poco comunes ó desconocidos y la reproducción es particularmente o totalmente partenogénica (Lewis, 1973). Respecto a la partenogénesis, los thisanópteros son haplodiploides, es decir, los machos tienen sólo la mitad del número de cromosomas que tienen las hembras (Mound y Marullo, 1996a). Los machos se desarrollan sólo de huevos sin fertilizar; lo que se conoce como “arrenotoquia” y las hembras se generan de huevos fertilizados (Ananthakrisnan, 1984). Las hembras de algunas especies también se reproducen partenogénicamente a través de un proceso llamado “teliootoquia” (Mound y Marullo, 1996a) proceso durante el cual procrean únicamente hembras (Stannard, 1968).

### **1.2.3.1 Hábitos de los trips**

Comúnmente se piensa que los trips viven de flores, pero probablemente cerca del 50% de todas las especies de trips se alimentaban sólo de hongos, principalmente de las hifas de éstos en hojas caídas o sobre madera en descomposición, aunque 600 especies de Idolontrippinae se alimentan, de esporas de hongos (Mound *et al.*, 1998).

Según Johansen y Mojica (1996a), los Thysanoptera son integrantes de ecosistemas terrestres, comúnmente en todos los tipos de vegetación. Así los hay micófagos en hojarasca en suelo; micófagos subcorticales y en líquenes; fitófagos

florales (polinófagos y polinizadores) y foliares; depredadores de otros trips, ácaros e insectos diversos y parasitoides de cóccidos del genero *Olliffiella*, los cuales son productores de agallas en follaje de encinos (*Quercus spp*).

En algunos grupos de trips, los adultos y larvas se alimentan del contenido celular de tejidos florales, incluyendo granos de polen, así como también de las células alrededor de la base de las anteras y sobre frutos en desarrollo (Kirk, 1984).

La mayoría de las especies obtienen su alimento penetrando los tejidos vegetales vivos, mediante sus pinzas bucales picadoras para absorber la savia, o la hemolinfa en el caso de los depredadores y parasitoides, aunque estos últimos también se alimentan de tejidos del huésped (Johansen, 1996b).

### **1.2.3.2 Daños causados por los trips**

La superficie de los tejidos afectada por la alimentación de los trips desarrolla una tonalidad plateada a causa del aire que ocupa las cavidades vacías de las células. El matiz plateado se enfatiza por efecto visual de lente de la epidermis afectada. El daño de las células del mesófilo muestra una tonalidad verdosa-oscuro o amarilla. Las hojas afectadas por altas poblaciones de trips muestran áreas cloróticas, las cuales se colapsan, ocasionando que las hojas se sequen y caigan prematuramente (Lewis, 1973).

Actualmente se ha presentado una gran cantidad de epidemias en todo el mundo causadas por los trips al transmitir virus a cultivos de importantes. Estos insectos han ocasionado reducción de la productividad y causando pérdidas económicas cuantiosas.

El manejo de los trips transmisores de virus es hoy en día, uno de los problemas más difíciles de resolver en sistemas de cultivo. En estos casos, el control por medio de los insecticidas no es la mejor alternativa debido a varias razones. Como es una baja población del vector puede causar una alta dispersión del patógeno; muchas especies de trips son resistentes a insecticidas, de modo que las poblaciones no son bien controladas; la inoculación del patógeno a la planta sucede tan rápido, no obstante que el insecto muere por efecto del insecticida

mucho tiempo después de haberlo transmitido y finalmente muchas epidemias son causadas por la dispersión de trips que son transitorios en el cultivo afectado (Ullman, 1996).

### **1.2.3.3 Especies de trips de importancia económica**

De las 5,000 especies de trips descritas, apenas un 1% es considerado plaga (Mound y Teulon 1995). A pesar que los trips pueden ser polinizadores importantes alcanzan un estatus de plaga, en parte, por el año causando al alimentarse de las plantas, generando distorsión de las hojas, flores, frutos y en parte por la transmisión de microorganismos virales (Mound y Marullo 1996a).

La alimentación de trips puede provocar diferentes síntomas. En hojas jóvenes normalmente produce distorsión y en casos extremos puede impedir el crecimiento de la planta e incluso provocar su defoliación. Ser distinguido de las auténticas infecciones virales (Moritz *et al.* 2001).

La mayor parte de las plagas importantes de trips son polífagas; por ejemplo *Thrips tabaci* y *Frankliniella occidentalis* pueden producirse en un amplio rango de especies de plantas; además ambas especies pueden alimentarse de huevos de ácaros y considerarse benéficas en este caso. Estos trips están asociados con las flores y hojas jóvenes de sus plantas hospedantes. Especies de *Scirtothrips* dañan especialmente los tejidos jóvenes como ocurre *S. perseae* en aguacate (Moritz *et al.* 2001). Por lo contrario las especies polífagas de *Panchaethripinae* como *Heliethrips haemorroidalis* y *Hercinothrips bicinctus* se alimentan primordialmente de hojas viejas, en las que dejan las larvas de muchas especies de trips plaga se esconden debajo de los pétalos de las hojas, cerca de las venas principales. Debido a esto, con frecuencia, no se observan las larvas y puede que su captura sea muy difícil (Moritz *et al.* 2001).

### **1.3 Problemática fitosanitaria del nopal tuna**

A pesar de la importancia social y económica que el cultivo de nopal representa en el medio rural, los trabajos de investigación científica a nivel nacional e internacional con respecto a las plagas y enfermedades del nopal-tuna son reducidos y por lo tanto el conocimiento y la literatura que existe sobre el tema es escasa; Flores (2003).

Diversas evaluaciones y diagnósticos, señalan que la incidencia y severidad de algunas enfermedades puede llegar hasta un 90% lo cual causa una reducción de la productividad si no son manejadas adecuadamente, por lo cual el método más apropiado y económico para evitar este nivel de daño, es prevenir la infección de plantas. Mediante la selección del material de propagación, el empleo de herramientas de trabajo desinfectadas, empleo conveniente de elementos nutritivos y además propiciar condiciones favorables al crecimiento y desarrollo normal de las plantas, como por ejemplo, los drenajes deficientes.

Al nopal lo pueden atacar nematodos, hongos, bacterias, virus y fitoplasmas de diferente naturaleza, los cuales pueden afectar cualquiera de los órganos de la planta. La mayoría de las enfermedades en nopal se ven favorecidas por la presencia de humedad en el cladodio y sobre todo, por heridas causadas por insectos, ácaros, roedores, aves y daños mecánicos que provoca el mismo hombre en su manejo.

### 1.3.1 Plagas del nopal-tuna.

Flores (2003) menciona que México, por ser el centro de origen de las variedades de nopal también se presenta la mayor diversidad de plagas y enfermedades.

El cuadro 4 muestra las plagas del nopal-tuna, reportadas en México.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Picudo Barrenador	<i>Cactophagus spinolae</i> Gyll
Gusano blanco del nopal	<i>Lanifera cyclades</i> Druce
Picudo de las espinas	<i>Cylindrocopturus birradiatus</i> Champ
Chinche gris	<i>Chelinidea tabulata</i> brum
Gusano cebra	<i>Oleycella nephelepsa</i> Dyar
Chinche roja	<i>Hesperolabops gelastops</i> Kirk
Mosca del nopal	<i>Dasiops bebbetti</i> Mc. Alpine
Cochinilla o grana	<i>Dactylopius</i> Green
<b>Trips del nopal</b>	<b><i>Neohydatotrips opuntiae</i> Hood</b>
Gusano de alambre	<i>Melanotus</i> sp
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> spp
Barrenador del nopal	<i>Moneilema</i> spp
Caracol	<i>Helix aspersa</i> Müller
Cerambícido	<i>Moneilema variolris</i> Thom

### 1.3.2. Enfermedades del nopal-tuna

Las diversas enfermedades reportadas en México, son causadas por hongos, bacterias, virus y fitoplasmas los cuales pueden afectar cualquiera de los órganos de la planta y pueden llegar a causar síntomas como los que se muestran en el siguiente cuadro 5. (Altamirano, 2003).

<b>Síntoma</b>	<b>Agente Causal</b>
Pudriciones	<i>Armillaria mellea</i>
Pudriciones	<i>Macrophomina sp</i>
Pudriciones	<i>Sclerotinia sp</i>
Pudriciones	<i>Phytophthora sp</i>
Pudriciones	<i>Erwinia caratovora</i>
Pudriciones	<i>Pseudomas viridiflava</i>
Pudriciones	<i>Xanthomonas sp</i>
Pudriciones	<i>Gnomonia sp</i>
Gomosis	<i>Dothioerella sp</i>
Manchas	<i>Alternaria sp</i>
Manchas	<i>Cercospora</i>
Manchas	<i>Phoma sp</i>
Manchas	<i>Cytospora sp</i>
Manchas	<i>Gloesporium sp</i>
Manchas	<i>Pleospora sp</i>
Antracnosis	<i>Colletotrichum sp</i>
Fumagina	<i>Capnodium sp</i>
Chamusco	<i>Mycosphaerella sp</i>
Marchitez	<i>Fusarium sp</i>
Roñas	<i>Phyllosticya opuntiae</i>
Royas	<i>Aecidium sp</i>
Agallas	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
Mosaicos	Virus X de las cactáceas
Proliferación de yemas	Virus
Engrosamientos	Fitoplasma

## 1.4 Uso de plaguicidas

Los plaguicidas han propiciado inmensos beneficios a la humanidad al contribuir significativamente a mejorar la salud, la nutrición, economía y alimentos (Ballantyne y Marrs, 2004). Los plaguicidas pertenecen a numerosos grupos químicos, las cuales tienen el potencial de producir efectos adversos en organismos dañinos pero (Harris y Hill, 2004). También representan un peligro por los efectos secundarios indeseables que causan y por el riesgo para el consumidor a causa de residuos tóxicos que los alimentos pudieran contener (Coscolla, 1993).

Actualmente el SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) en conjunto con la CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el control del proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas) coordinan el uso de plaguicidas en México basados con base al Catálogo Oficial de Plaguicidas, cuyo propósito es ayudar al buen uso y manejo de estos productos en las áreas: agrícola, forestal, pecuario, doméstico, urbano, industrial y jardinería. En él se integra la información de los plaguicidas autorizados en nuestro país.

En México se usan plaguicidas que se consideraran peligrosos y que a su vez están autorizados por el Catálogo Oficial de los mismos, entre los cuales citamos a ellos a Endosulfán, gama, cialotrina, Lidano (uso restringido) metoxicloro (uso restringido), fosfamidón, malatión, metamidofos (uso restringido) monocrotofos, ometoato, paratión metílico, diclorvos, aldicarb (uso restringido) carbarilo, metomilo, pentaclorofenol (uso restringido), captan, maneb, paraquat (uso restringido), trifluralina, bromuro de metilo, estreptomina. Algunos de ellos (DDT, pentaclorofeno y cindano) están prohibidos por el Pesticide Action Network (PAN) desde 1985 (Villa, 2003).

El instituto nacional de Ecología y la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (1994) informa que los plaguicidas más utilizados para la tuna en la zona centro del país son el malatión y el paratión metílico.



A pesar de las iniciativas nacionales sobre la regulación de plaguicidas, no existe una lista de estos productos para el control de plagas y enfermedades en el nopal-tuna. Según informes del Gobierno del Estado de México, la falta de agroquímicos autorizados para el control de plagas y enfermedades del nopal-tuna, ha traído consecuencias de tipo toxicológicas en personas que los aplican, ha aumentado la resistencia de las plagas y ponen en riesgo la inocuidad del producto agrícola.

Cuadro 6.- Plaguicidas utilizados en México para el control de plagas y enfermedades que atacan al nopal-tuna.

<b>Plagas</b>	<b>Plaguicidas utilizados</b>
Picudo Barrenador ( <i>Cactophagus spinolae</i> Gyll) Gusano blanco del nopal ( <i>Lanifera cyclades</i> Druce)	malation, paration, azinfo metílico, endosulfan
Picudo de las espinas ( <i>Cylindrocopturus birradiatus</i> Champ), Chinche gris ( <i>Chelinidea tabulata</i> brum)	paration metílico, tricolorfon, lindano
Gusano cebra <i>Ooleycella nephelepsa</i> Dyar)	carbarilo, endrin
Chinche roja ( <i>Hesperolabops gelastops</i> Kirk) Cochinilla o grana ( <i>Dactylopius</i> Green) Mosca del nopal ( <i>Dasiops bebbetti</i> Mc. Alpine)	paration, carbarilo, paratió metílico
<b>Trips del nopal <i>Neohydatotrips opuntiae</i> Hood</b>	paration metílico, malatió, heptacloro
Gusano de alambre ( <i>Melanotus</i> sp); Gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> spp)	carbofuran, clordano, diazinon, diafonate, heptacloro
Barrenador del nopal ( <i>Moneilema</i> spp)	Aldicarb, Fenamifós
Caracol ( <i>Helix aspersa</i> Müller)	cebos envenenados de acuerdo a las formulas : salvado + arsenico de Ca Salvado + Arsenico de Ca + mataldehído salvado +

	metaldehído
Cerambícido ( <i>Moneilema variolris</i> Thom)	BCH, paration metílico

Fuete: Instituto Nacional de Ecología (INE) y Comisión Nacional de Zonas Áridas (CNZA) 1994.

Enfermedades	Insecticidas utilizados
Pudrición negra ( <i>Macrophomia</i> sp)	benomilo, tiabendazol, tirad, zineb
Pudrición seca de la penca ( <i>Phoma</i> sp) Amarillamiento de fruto ( <i>Alternaria</i> sp.)	captan
Mancha bacteriana ( <i>Erwinia carotovora</i> )	Agromicina
Antracnosis de la penca y el fruto ( <i>Colletutrichum</i> sp.)	Oxicloruro de cobre
Malezas	fluazitop –p butil glifosato

Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE) y Comisión Nacional de Zonas Áridas (CNZA) 1994.

#### 1.4.1 Producto evaluado

Para determinar los productos insecticidas a evaluar, se considera principalmente que los ingredientes activos estén autorizados; además los productos deben tener las siguientes características:

De baja toxicidad para organismos no “objetivos” deben estar clasificados en la categoría IV (ligeramente tóxicos) de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM – Y – 302 – (D.O.F.1988) para evitar en lo posible intoxicaciones del personal que este expuesto a los mismos, sean jornaleros o los mismos productores; los productos deben ser de baja movilidad y baja persistencia en el suelo para minimizar los riesgos de contaminación en los ecosistemas.

## 1.4.2 Características del Spinosad (Tracer®)

Este agente de control es superior a los actuales insecticidas sintéticos y biológicos debido a su excelente efectividad contra insectos plaga específicos, a su compatibilidad con el medio ambiente y el bajo riesgo a humanos ofreciendo una nueva alternativa al manejo integrado de plagas y manejo de resistencia a insecticidas. Spinosad es un metabolito de *Sacharopolispora*; Spinosad es el ingrediente activo de Tracer.

### Nombre químico

Spinosyn A:((6- deoxi- 2,3,4- tri - o metil - alfa - L- manno- piranosil)oxi)-13- ((5- (dimetilamino) - tetrahidro - 6 - metil - 2H - piran - 2- il)oxi) - 9 - etil - 2,3,3<sup>a</sup>,5q,5b,6,9,10,11,12,13,14,16a,16b - tetradecahidro - 14 - metil - 1H- as-indaceno (3,2-d) oxaciclododecin - 7,15 - diona.

Spinosyn D:

2- ((6- deoxi - 2,3,4 - tri - o - metil - alfa - L- manno- piranosil) oxi)-13-((5- (dimetilamino)-tetradecahidro- 4,14- dimetil-1H-as-indaceno (3,2-d)oxaiclododecin- 7,15 - diona.

**Nombre común propuesto:** Spinosad es una mezcla de spinosyn A y spinosyn D.

**Nombres comerciales:** Tracer, Spintor, Success.

### Formula estructural:

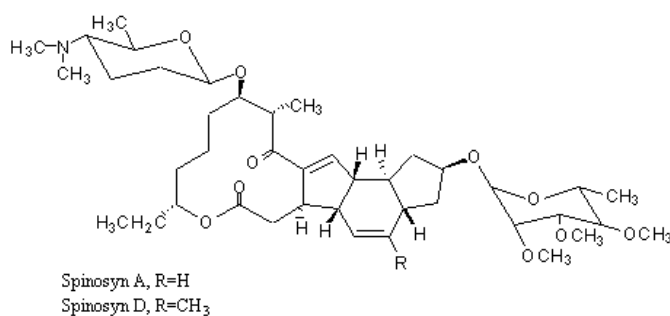


Figura 3.- Estructura química de Spinosad

Es un insecticida derivado de un organismo de suelo (*Saccharopolyspora spinosa*), la cual está caracterizada como una bacteria, con acción sobre larvas, minadores, trips y algunos escarabajos.

#### **1.4.3 Uso del Spinosad (Tracer ®)**

Ha sido probado en una extensa variedad de cultivos en el mundo. Spinosad no tiene una actividad importante contra insectos chupadores tales como, áfidos, chinches, escamas o moscas blancas. Spinosad se une al suelo y rápidamente es degradado y consecuentemente no tiene actividad contra insectos del suelo tales como, larvas trozadoras de la raíz del maíz, grillo topos, o termitas subterráneas.

#### **1.4.4 Modo de acción**

Spinosad descontrola de las funciones de las neuronas del insecto, causando hiperactividad general en el sistema nervioso, lo cual conduce a contracciones musculares involuntarias y temblores. Eventualmente, los insectos se postran con temblores y después de una exposición prolongada, son paralizados por la fatiga neuromuscular. Y finalmente mueren. Actúa de dos formas por ingestión (estomacal) y por contacto siendo mucho más activo por ingestión.

### **1.5 Cosecha**

#### **Fenología y desarrollo de los frutos**

La fenología de las plantas está relacionada con el clima (temperatura, radiación y humedad). Comprende fenómenos biológicos como la brotación de yemas, la inflorescencia y la maduración de los frutos. Es indispensable reconocer cada uno de estos cambios biológicos para identificar los momentos clave para la toma de decisiones en relación con el manejo del cultivo (fertilización, irrigación, poda,

aplicación de hormonas, control de enfermedades, etc.), por lo tanto es importante identificar la iniciación y finalización de la floración, la iniciación de la fase de fructificación y la duración del período de desarrollo del fruto (PDF).

El ciclo de desarrollo de los frutos de tuna a partir del inicio de floración en la planta hasta la completa maduración del fruto y el punto máximo de desarrollo y la madurez fisiológica de los frutos, se obtiene 80 días después de la antesis.

Desarrollo y crecimiento de frutos de nopal - tuna

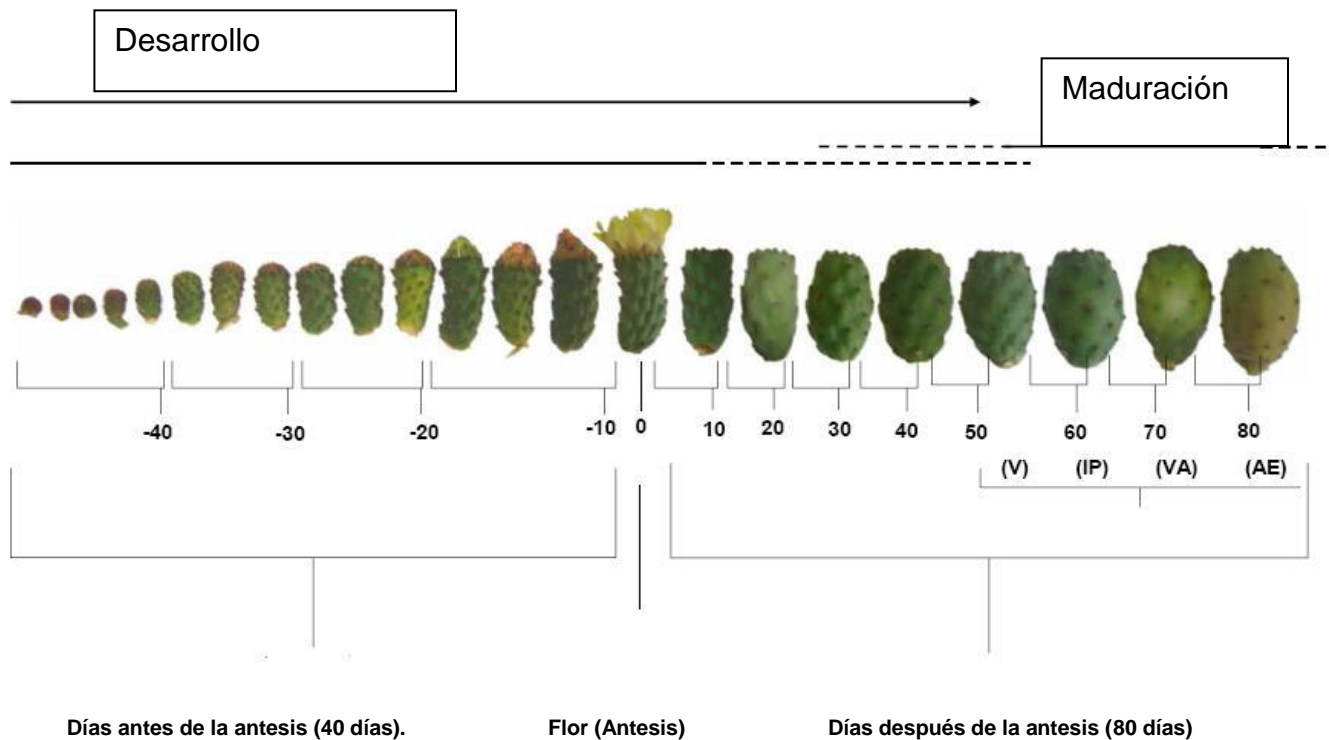


Figura 4.- Evolución del desarrollo y maduración de frutos de nopal - tuna antes de la antesis; Estadios de maduración: V (fruto verde); IP (inicio de la pigmentación amarillo); VA (verde amarillado) e AV (Amarillo verde).

La cosecha se lleva a cabo manualmente con dos modalidades: a) Corte con giro o torsión del fruto y, b) corte auxiliado con cuchillo. La tuna se daña menos cuando se corta con cuchillo bien afilado y limpio, sin embargo, el uso del cuchillo para la

cosecha de tuna aún no es una práctica generalizada debido probablemente a su mayor costo (Corrales-García, 2003).

Debido al gran problema que representan los ahuates (o glóquidas) para los cosechadores de tuna, resulta muy conveniente el uso de guantes de tela gruesa, de hule o bien de cuero, los cuales aparte de proteger las manos, protegen al fruto del "marcado" de los dedos, marcas que afectan negativamente su calidad, pero que no se hacen evidentes de inmediato sino hasta después de unos días; en estas zonas dañadas es donde se inician los problemas de cambios de color, sobre maduración y senescencia del fruto (Corrales-García, 1997). Después de la cosecha, las tunas se van recolectando en recipientes de campo que generalmente son botes o cubetas de plástico. Las tunas deben depositarse en estos recipientes con todo cuidado y no aventarlos para no estropearlos (daños por impacto). Al principio, estas lesiones casi no se notan, pero después de algunos días se vuelven muy evidentes y son factores importantes del deterioro de la calidad de la tuna por mal aspecto (Corrales-García, 1992).

Los recipientes de campo llenos de fruta pueden ser llevados por los mismos cosechadores a un sitio de acopio o vaciados en carretilla, en un sitio de acopio que se ubica en un sitio sombreado y estratégico dentro de la huerta. La descarga de frutos se debe realizar en un vehículo de transporte para su traslado a una planta empacadora, donde el desespinado se realiza mecánicamente (Corrales-García, 1997).

### **1.5.1 Manejo postcosecha de las tunas**

El primer proceso que se le da durante su manejo postcosecha es la remoción de glóquidas o ahuates son pequeñas espinas puntiagudas y duras (Corrales-García, 2003). La presencia de estas pequeñas espinas afecta adversamente la cosecha, la calidad y la aceptación de las tunas, por lo que resulta indispensable removerlas que puede ser a través del porreo del fruto con ramas o con escobas y con desespadoras mecánicas. La mayoría de los productores realizan el desespinado de manera rudimentaria que consiste en colocar las tunas en el

suelo, sobre pasto o paja y barrerlas con la escoba (Corrales y flores, 2000 a) reportaron que la remoción de espinas con barrido es una práctica que no es muy recomendable para la calidad del producto, debido a que al extenderlo en el piso y dejarla al sol para evaporar el agua de rocío, la fruta tiende a calentarse lo que acelera su deterioro y disminuye su calidad. Mientras que las desespinadoras utilizan rodillos recubiertos con cerdas que al entrar en contacto con el fruto remueven las espinas o ahuate. Una vez que se ha realizado la eliminación completa de espinas se inicia la selección de la fruta, que puede ser manual o mecánica, basándose en el tamaño y peso del fruto (Corrales y Flores, 2000 b).

### **1.5.2 Selección y empaque**

La tuna se selecciona por calidad y tamaño. La selección por calidad se debe realizar por personas debidamente capacitadas para reconocer y separar frutos con daños mecánicos, podridos o malformados, además, la selección por tamaño se puede efectuar manual o mecánicamente. Esta selección es necesaria, porque además de garantizar la uniformidad del producto, permite estandarizar los patrones de empaque (Corrales-García, 1997).

Generalmente, para mercado nacional se utilizan cajas de madera que pueden contener entre 17, 20, 22 y hasta 25 kg (Corrales y Flores, 2000a). Para el mercado extranjero y tiendas de autoconsumo se emplean cajas de cartón, con un peso promedio de 5 kg; este tipo de empaque proporciona al producto buena presentación, sin embargo, se ha observado menor resistencia mecánica y poca circulación de aire (Flores *et al.*, 1997). Se recomienda que al empacar se cubra cada tuna con papel de china y se coloquen en el envase en una o dos corridas; el estibamiento no debe pasar los 2.10 metros sobre tarimas para armar los pallets y finalmente colocar el producto en condiciones de refrigeración para extraer el calor de campo y proporcionar las condiciones que permitan alargar la vida de anaquel del producto (INFOASERCA, 1999).

En relación con el transporte es común que se utilicen camiones “torton” de 10 a 15 toneladas y en ocasiones camionetas de 1 a 3 toneladas para abastecer el

mercado local, solo cuando el producto recorrerá grandes distancias algunos productores utilizan contenedores con sistemas de refrigeración (Flores, 2002; INFOASERCA, 1999):

### **1.5.3 Comercialización**

En el ámbito nacional, la comercialización del producto se realiza principalmente en 3 tianguis locales: en Cuatlacingo, localizado dentro del municipio de San Martín de las Pirámides y los otros dos en Santiago Tolmán localizados dentro del municipio de Axapusco (Anónimo, 2010 a). El 85% de esta producción se comercializa directamente con intermediarios que surten la central de abastos de la Ciudad de México. Monterrey y Guadalajara. También, es común que los productores vendan su producto a orillas de la carretera de la región. Otras formas de comercializar el producto son:

- a) Exportación directa a los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá.
- b) Comercialización directa a las centrales de la ciudad de México, Monterrey y Guadalajara (SAGARPA 2010). La comercialización de la tuna en la central de abastos se presenta en los meses de junio a octubre y algunas veces hasta noviembre o diciembre, siendo los meses de mayor producción julio, agosto y septiembre.

Las exportaciones, representan un potencial creciente si se considera el incremento en la demanda internacional (INE Y CNZA, 2003). Estados Unidos ha aumentado su demanda gracias al número de individuos de raíces mexicanas que radican en ese país, consumidores que están acostumbrados a frutos frescos, maduros, desespinaados o sin pelar solo hasta el momento de su consumo (Flores *et al*, 1997).

La comercialización nacional está regulada por la norma mexicana NMX – FF-030- 1995 – SCFI; que establece las especificaciones mínimas de calidad que debe cubrir el producto en fresco para poder ser comercializada en territorio nacional después de su acondicionamiento y envasado. Esta norma es de tipo voluntario y pocas veces se cumple en el mercado nacional.



La mayoría de los países exportadores tienen sus leyes y normas vigentes para la compra de productos hortofrutícolas que pueden ser aplicables en sus relaciones comerciales, también existen las internacionales que están reguladas por el Codex Alimentarius, para el caso en particular de la tuna esta la norma CODEX STAN 186 – 1993, donde se define la clasificación de calidad, calibres del fruto, tolerancia, presentación y residuos de plaguicidas (Flores *et al*, 1997). Estados Unidos y Europa han desarrollado criterios de regulación en bases a sus intereses de bioseguridad e inocuidad, de esta manera han nacido organismos como EUREPGAP que ha creado estándares de calidad e inocuidad para productos hortofrutícolas.

## LITERATURA CITADA

Aguilar, B. G. 1993. Control de varias plagas del nopal mediante aspersiones de agua helada. *Revista Fitotecnia México* 16: 63 - 68.

Altamirano, H. M. C. 2003. Plagas presentes en el cultivo del nopal (*Opuntia spp*) en las zonas productoras del Estado de México. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Anaya-Pérez, M. A. 2001. History of the use of *Opuntia* as forage in Mexico. In: *Cactus (Opuntia spp.) as forage*. FAO plant production and protection paper, 169. Rome, Italy. pp. 5-12.

Ananthakrishnan, T. N. 1984. *Bioecology of thrips*. Indira, Oak Park, Michigan, EEUU, 233 p

Ananthakrishnan, T. N. 1998. Insect gall systems: Patterns, processes and adaptative diversity. *Current Science*, 75: 672-676.

Anónimo. 2010a. El Estado de México, primer lugar en producción de tuna: Acciones firmes de la SEDECO y la SEDAGRO para impulsar la venta de productos derivados de tuna y xoconostle. Gobierno del Estado de México. Publicación año. 2010.

Badii, M. H. y E. A. Flores. 2001. Prickly pear cacti pests and their control in Mexico. *J Florida Entomol* 84(4):503-505.

Ballantyne, B. y T. C. Marrs. 2004. Pesticides: an overview of fundamentals. In: *Pesticide toxicology and international regulation*. Marrs, T. C., and B. Ballantyne (ed). John Wiley & Sons. Chichester, England. pp 1-23.

Barrientos, P. F. 1965. El Nopal y su utilización en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 26: 87-94.

Barbera, G., Inglese, P, y Pimienta, B. 1995. Agroecología, Cultivo y Usos del Nopal. FAO. 226 p.

Bravo, H. H. 1978. Las cactáceas de México. Instituto de Biología. U. N. A. M. México. 235 p.

Borrego, E. F., y N. Burgos V. 1986. El Nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. p 85-95.

Cervantes-Herrera J. y Gallegos-Vázquez C. 2008. El nopal: símbolo y sustento. In: Recursos Filogenéticos de Nopal (*Opuntia* spp.) en México: 2002-2005. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Centros Regionales. Centro Regional Universitario Centro Norte.

Campos, B. A. 1996. Identificación del agente causal de la pudrición café del nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* L.) Millar en Milpa Alta D.F. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

CODEX STAN 186- 1993. Norma de Codex para la Tuna.

CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas). 2004. Catálogo de plaguicida. CICOPLAFEST. SSA, SAGARPA, SEMARNAT, SE. México, D.F.

Coscolla, R. 1993. Residuos de plaguicidas en alimentos vegetales. Mundi-Prensa. Madrid, España. 205 p.

Colunga G.M, P., Hernández X.; A, Castillo M,1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp, en el Bajío Guanajuatense *Agrociencia* 65:7-49

Corrales-García, J. 1992. Descripción y análisis de la cosecha y del manejo en fresco de nopalito y tuna. En: S. Salazar y D. López (eds.). Memoria de Resúmenes del 5º Congreso Nacional y 3er Congreso Internacional "Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México, p 109.

Corrales, G.J. y Flores C.A. 2000a. Tendencias actuales y futuras en el procesamiento del nopal y la tuna. Reporte de Investigaciones. No. 49. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México.

Corrales, G.J. y Flores C.A. 2000b. Fisiología y tecnología postcosecha del fruto de tuna y del nopal verdura. Reporte de investigaciones No. 541. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México.

Corrales-García, J.; J. Andrade-Rodríguez and E. Bernabé-Cruz. 1997. Responses of six cultivars of tuna fruits to cold-storage. *Journal of the Professional Assoc. For Cactus Development*, Vol. 2: 160 -168.

Corrales, G. J., y C. A. Flores V. 2003. Nopalitos y tunas. Producción, comercialización, postcosecha e industrialización. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). México. 225 p.

CoMeNTuna. 2001. Programa nacional para el aprovechamiento integral del nopal. Consejo Nacional de Nopal y Tuna, A. C. Actopan, Hgo. 13 p. (documento mecanografiado inédito).

De la Rosa H., J. P. y D. Santana A. 1998. El nopal: Usos, manejo agronómico y costos de producción en México. UACH. CIESTAAM. Chapingo, México. 182 p.

Díaz, I. A. 2006. Identificación y Fluctuación poblacional de una especie de *Chilocorus sp.*, en Santo Domingo Axapusco, Estado de México. Tesis Profesional. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp 9-28.

EUREPGAP. 2004. Reglamento General. Punto de Control y Criterio de Cumplimiento: Frutas y Hortalizas. 26p.

EPA (Environmental Protection Agency) 2003. Title 40- Protection of Environment: Part 180 – tolerances and exemptions from tolerances for pesticide chemicals in food. En línea: [http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx\\_03/40cfr180\\_.html](http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/40cfr180_.html)

Flores, V. C. y J Olvera. 1995. La producción de nopal verdura en México. Memoria Conocimiento y aprovechamiento del nopal. In: Pimienta-Barrios, E., C. Neri-Luna, A. Muñoz-Urías y F.M. Huerta-Martínez (Comp.). 6to congreso nacional y 4to congreso internacional. Zapopan Jalisco, México. pp 282-289.

Flores, V. C. y Corrales, G. J. 2003. Nopalitos y Tunas. Producción, Comercialización, Postcosecha e Industrialización. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. pp 1-209.

Flores, E. A.L., S.P. Reza N., P. Ramírez B., y M. E. Alonso. 2006. Evaluación de textura, color y aceptación del nopalito variedad Milpa Alta escaldado, a diferentes tiempos de inmersión en solución de NaCl y CaCl<sub>2</sub>, y empacado al vacío. "Mercado Mundial del Nopalito" Agrofaz. 6: 103-110.

Flores Valdez C. A. 2003. Producción y comercialización de nopalitos. In: Nopalitos y Tunas. C. A. Flórez-Valdez. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM- Programa Nopal. 19-37 pp.

Flores V.C.A., Ramírez M.P.P., De luna E.J.M. y Ponce JP. 1997. Diagnóstico y programa de desarrollo del sistema producto tuna. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Flores V.C.A. 2002. Producción y comercialización de la tuna. Reporte de Investigación 67. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo- Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de a Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). 86 p.

García, B. A. 2000. Principales Plagas Insectiles del Nopal-tuna en el estado de México. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. pp 67-73.

Gallegos V., C. y S. de J. Méndez G. 2000. La tuna: criterios y técnicas para su producción comercial. Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Postgraduados – Fundación Produce Zacatecas, A.C. Chapingo, Edo. de Méx. 164 p.

Gallegos-Vázquez, C., J. Cervantes-Herrera y A. F. Barrientos-Priego. 2005. Manual Gráfico para la descripción varietal del nopal-tuna y xoconoxtle (*Opuntia* spp.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SNICS-SAGARPA) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Tlalnepantla, Edo. de México, México. 116 p.

Gallegos, V. C., R. D. Valdez-Cepeda, M. Barrón, A. F. Barrientos, J. A. Agustín, y R. Nieto. 2006. Caracterización morfológica de 40 cultivares de nopal de uso como

hortaliza del banco de germoplasma del CRUCEN UACH. Revista Chapingo 12: 41- 49.

Granados, S., y A. D. Castañeda. 1991. El Nopal: historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Ed. Trillas. México. 227 p.

Harris, C. A. y A. R. C. Hill. 2004. Variability of residues in unprocessed food items and its impact on consumer risk assessment. In: Pesticide toxicology and international regulation. Marrs, T. C., and B. Ballantyne (ed). John Wiley & Sons. Chichester, England. pp 1-23.

Instituto Nacional de Ecología. 1994. Nopal-tuna *Opuntia* spp. Cultivo alternativo para las Zonas áridas y semiáridas de México. 61 p.

INFOASERCA. 1999. Tuna y Cártamo. Claridades Agropecuarias. 71:3 - 43.

Instituto Nacional de Ecología (INE) y Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CNZA). 1994. Nopal-tuna *Opuntia* spp: Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. México. 32p.

Johansen, R. M., & Mojica, G. A. 1996a. Reconsideración del concepto de depredador y parasitoide en tisanópteros mexicanos (Insecta) de interés en control biológico natural. Folia Entomológica Mexicana,97: 21-38.

Johansen, R. M., & Mojica, G. A. 1996b. Thysanoptera. Pp 245-273. In: Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. J. Llorente, B., A. N. García A., y E. González Soriano (Eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Johansen, R. M. y A. Mojica – Guzmán. 1997. Importancia agrícola de los Thrips. Manual sobre Entomología y Acarología Aplicada. Memorias Seminario/Curso

“Introducción a la Entomología y Acarología Aplicada”. Mayo 22- 34, UPAEP, Puebla, Pueb. SME – UPAEP.

Kirk, D. J. 1984. Pollen-feeding in thrips (Insecta:Thysanoptera). *Journal of Zoology*, 204: 107–117. T. Lewis (ed.), *Thrips as crop pests*. CAB International, New York, 740 p

Lewis, T. 1973. *Thrips: Their Biology, Ecology, and Economical Importance*. Academic Press, London and New York. p. 349. Lewis T, ed., *Thrips as Crop Pests*. CAB International, New York, USA, pp 355-397.

Moritz, G., Morris. D., & Mound. L. A. 2001. *Thrips. Pest Thrips of the World*. An interactive identification and information system. ACIAR. CSIRO. Australia, CD-Rom.

Mound, L. A., & Teulon, D. A. J. 1995. Thysanoptera as phytophagous opportunist, pp. 3-19. In B. L. Parker, M. Skinner and T. Lewis [eds.], *Thrips Biology and Management*. Plenum, New York.

Mound, L. A., & Marullo, R. 1996a. *The Thrips of Central and South America: An Introduction*. *Memoirs on Entomology International*, 6:1- 488.

Mound, L. A. 1997. Biological Diversity, pp. 197-256. In: T. Lewis (ed). *Thrips as crop pests*. CAB International, Londres, 740 p.

Mound, L. A., Heming, B. S., & Palmer, J. M. 1980. Phylogenetic relationships between the families of recent Thysanoptera. *Zoological Journal of the Linnean Society*, London, 69(2):111-141.

Mound, L. A., & Kibby, Y. G. 1998. *Thysanoptera, a guide*. Second edition. CAB International. Australia, 70 p.



Quintanilla, R. H. 1980. Trips, características morfológicas y biológicas, especies de mayor importancia agrícola. Primera edición, Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina, 60 p.

Reyes-Agüero, J. A., J. R. Aguirre -Rivera, and F. Carlín. 2004. Análisis preliminar de las variedades morfológicas de 38 variantes mexicanas de *Opuntia ficus indica* (L.) Miller, In: Esperanza, G., R. Valdez, y J. Méndez (eds.). El Nopal. Tópicos de Actualidad. Universidad Autónoma Chapingo y Colegio de Postgraduados. Chapingo México. pp 21-47.

Rodríguez-Leyva, E., J. R. Lomelí-Flores, y A. López-Jiménez (Eds.). 2008. Cadena Productiva del Nopal Verdura: II Taller de avances de investigación del Grupo Interdisciplinario de Investigación del Nopal (GIIN). Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Texcoco, México. 69 pp.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2010. Distrito de Desarrollo Rural No. II, Zumpango, Estado de México.

Stannard, J. L. 1968. The thrips or Thysanoptera of Illinois. Bull. Nat. Hist. Survey, 29 (4):215-352.

SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación) 2012. Cierre de la producción agrícola por cultivo. (Consultada en agosto de 2013) [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=0](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=0)

Skidmore, M. W., H. A. Kuiper y D. Hamilton. 1997. Safety evaluation of pesticide residues in food. Chemistry International. 19(4): 119-126.

Mena-Covarrubias, J. 2004b. Principales plagas del nopal en México: un enfoque de manejo integrado. In J.M. Ruiz-Tapia, H.K. Osorio Velázquez y V. Espínola García (eds.). Memorias XXX Congreso nacional de Parasitología Agrícola, San Luis Potosí, SLP, 27-29 de octubre del 2004. Pv.

NMX-FF-030-1995- SCFI. Productos Alimenticios no Industrializados para uso Humano Fruta Fresca – Tuna (opuntia spp) Especificaciones.

Ullman, D. E. 1996. Thrips and Tospoviruses: advanced and future directions. Acta Horticultural, 431:310-324.

Villa C.B. 2003. Manejo Integrado de Plagas. En Línea: <http://www.union.org.mx/publicaciones/guia/actividadesyagrarios/plagas.htm>.

## CAPITULO II

### ESPECIES DE TRIPS DEL NOPAL TUNA EN LA REGIÓN DEL VALLE DE TEOTIHUACÁN, MÉXICO.

#### RESUMEN

Los Thysanoptera: Thripidae son considerados la principal causa de la baja productividad en el cultivo del nopal- tuna (*Opuntia ficus indica*) en la región del Valle de Teotihuacán, Estado de México. El objetivo de este estudio fue identificar las especies de thripidae presentes en el cultivo. Este trabajo de campo se realizó en dos huertos de nopal - tuna de la variedad Alfajayucan, uno en San Martín de las Pirámides y el otro en Nopaltepec, mediante 12 recolectas realizadas cada quince días durante los meses de Enero a Marzo en los años 2010 a 2011, durante las etapas de crecimiento de yemas fructíferas, completando 12 recolectas en cada sitio. Los resultados revelaron la presencia de tres especies de trips: *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *F. chamulae* (Johansen) y *Neohydatothrips opuntiae* (Hood), ésta última fue la especie más abundante y persistente a lo largo de todo el ciclo de inicio de fructificación. Para la fluctuación poblacional de trips se logró determinar que en el mes de marzo, la densidad de la población con los tiempos de mayor temperatura del periodo estudiado. Se encontró que la densidad poblacional coincide con la brotación de yemas florales.

#### 2.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los íconos más representativos de la cultura mexicana es el nopal, parte importante del legado de nuestros pueblos prehispánicos.

Existen evidencias de su uso desde hace más de 25000 años y debió de haber sido un recurso básico en la antigua Mesoamérica. La familia Cactaceae, con más de 100 a 150 géneros y más de 1500 especies, constituye uno de los recursos más importantes y numerosos de la flora mexicana, apenas superado en cantidad

por las familias *Fabaceae*, *Asteraceae* y *Poaceae* (Sánchez y Figueroa, 1990). Los nopales pertenecientes a la familia de las cactáceas están representados por aproximadamente 74 especies y 14 subespecies para el subgénero *Opuntia*, 38 especies con 23 subespecies en el subgénero *Cylindropuntia* y 10 especies para el subgénero *Nopalea* (Bravo- Hollis, 1978).

En nuestro país se encuentra la mayor riqueza de especies y cultivares de estos géneros; en el mundo se han descrito 18 variedades de tuna que se dedican a la producción comercial.

Existen especies de nopal que se usan como plantas de ornato, forraje, fruto, verdura e incluso como huéspedes de insectos para producir colorantes naturales y algunas otras especies pueden usarse en la industria cosmética, alimenticia e incluso en la farmacéutica (Granados y Castañeda, 1991; Pimienta, 1994, Reyes-Agüero *et al.*, 2004). Por la tradición de consumo del nopal tuna y la superficie que se destina a su producción en México, es un cultivo importante desde el punto de vista económico, social y ecológico, y por tanto es trascendente conocer los factores que afectan su producción. Dentro de estos, los bióticos como plagas y enfermedades son de los más importantes. En México se han descrito al menos 14 especies de insectos como plagas del nopal- tuna, siendo el trips *Neohydatotrips opuntiae* (Hood), uno de los principales ya que causa un efecto de disminución de la producción de este cultivo (Badii y Flores, 2001).

Debido a la importancia que presenta esta plaga en el cultivo de nopal tuna en el Estado de México, se plantearon los siguientes objetivos:

- Identificar las principales especies de trips asociadas al cultivo de nopal - tuna en los municipios de San Martín de las pirámides y Nopaltepec, Estado de México.
- Establecer la fluctuación poblacional de trips en nopal tuna en los municipios de San Martín de las pirámides y Nopaltepec, Estado de México, en el periodo comprendido de 2009 - 2011.

## **2.2 MATERIALES Y METODOS**

### **2.2.1 Localización**

La presente investigación se desarrolló en la zona productora de tuna del Estado de México. Los municipios fueron, San Martín de las Pirámides y Nopaltepec. La ubicación de los mismos corresponde a los 19<sup>o</sup> 47' 45" de latitud norte y 98<sup>o</sup> 42' 43" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y que tienen una altura promedio de 2,400 msnm.

San Martín de las Pirámides, limita al norte con el estado de Hidalgo, al oeste con Tlaxcala; al sur con el municipio de Tepetlaoxtoc y al sureste el de Acolman. Tiene una superficie total de 7,000 hectáreas de las cuales el 60% de su territorio es destinado a la agricultura del cual es el 57% y se dedica al cultivo del nopal-tuna, xoconoxtle y nopal verdura.

El municipio de Nopaltepec colinda al norte con el estado de Hidalgo, al sur, este y oeste con el municipio de Axapusco. De las 7,768 hectáreas con que cuenta el municipio, el 79% esto es 6,344, se dedican a la agricultura y el 8%, 721, se destinan a las actividades pecuarias.

### **2.2.2 Descripción de la gestión con el comité**

A través del gobierno Federal Estatal y productores organizados, representados por el Comité de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM), ha establecido el programa de Manejo Fitosanitario del cultivo de nopal-tuna. A través de esta campaña se planteó el objetivo de caracterizar y reducir los porcentajes de infestación de los trips que daña al cultivo de nopal-tuna en la Región del Valle de Teotihuacán, Estado de México; para incrementar la productividad y calidad del producto.

### **2.2.3 Recolecta de material biológico para la determinación taxonómica de especies**

La toma de muestras de trips se realizó en la etapa fenológica de brotación de yemas florales de frutos. Así mismo se establecieron 5 puntos equidistantes alrededor del dosel medio de la planta de nopal-tuna y tomaron dos brotes de yemas florales de frutos / punto.

La brotación de yemas florales de frutos, recolectados en cada uno de los muestreos fueron desprendidos de la penca con una navaja previamente desinfectada con cloro al 1.5% y se colocaron en frascos de plástico de 500 ml, con alcohol al 70%, para ser etiquetados y trasladados al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Programa de Fitosanidad del Campus Montecillo, del Colegio de Postgraduados. Una vez en el laboratorio se procedió a separar el material biológico con la ayuda de un colador de 10 cm de radio elaborado con una malla de poro fino; con el fin de separar a los trips de los restos de los frutos. Los trips fueron recolectados con un pincel de pelo de camello del No. 000 y colocados en tubos Emden (de 1.5 mL) que contenían una solución de alcohol al 70%, en el que se conservaban antes de ser registrados por fecha de muestreo.

### **2.2.4 Montaje de trips**

La preparación del material biológico se realizó siguiendo la técnica de vagones la cual consiste en un proceso de deshidratación de los insectos pasándolos en alcohol a diferentes concentraciones, según la secuencia de alcoholes al 80%, 96, y 100% por espacios de 10 a 15 min en micro – Siracusas. Enseguida, los insectos fueron aclarados con aceite de clavo durante 2 a 5 min, para facilitar la observación de las estructuras que permiten identificar a las diferentes especies. Posteriormente se colocó el insecto en posición ventral sobre un portaobjetos que contenía una pequeña gota de Bálsamo de Canadá, y se procedió a extenderle las patas y antenas con la ayuda de agujas entomológicas; después se colocó al insecto en posición dorsal para extenderle las alas, con el fin de facilitar la observación de las estructuras y lograr su determinación específica. Finalmente se

colocó un cubreobjetos. Todo el material, se rotuló con dos etiquetas que van pegadas al porta objetos, en las que se anota datos de colecta (Estado, Localidad, Altitud, Hospedero, Fecha y Colector) y de determinación (Sexo, Familia, Género, Especie, Autor y Determinador) (Johansen y Mojica, 1997).

### **2.2.5 Determinación taxonómica**

Los especímenes montados en laminillas fueron identificados por el Dr. Roberto M. Johansen Naime y la M.C. Aurea Mojica Guzmán, del Instituto de biología de la UNAM. La determinación de los ejemplares se realizó con la ayuda de la descripción original de cada especie (Hood, 1936) y con las claves taxonómicas elaboradas para los trips de América Central (Mound y Marullo, 1996).

### **2.2.6 Relación de la fluctuación poblacional de los trips y temperatura máxima y etapa fenológica del cultivo**

Empleamos los registros diarios de la temperatura máxima reportada por la estación climatológica Río Salado, Municipio de Tezontepec de Aldama, estado de Hidalgo. Los datos diarios de la variable climática la agrupamos de forma quincenal con el objetivo de obtener la temperatura máxima promedio de los periodos comprendidos de los meses de enero a abril, correspondiendo respectivamente a las recolectas del 2010 y 2011. La delimitación del período es debido a que en la primera quincena del mes de mayo se realizó la aplicación de dos productos para el control de los trips.

## **2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.3.1 *Neohydatothrips opuntiae* (Hood, 1936).**

#### **Diagnosis**

Hembra macróptera. Longitud; 1.2 mm completamente extendidas, color amarillo pálido con manchas color castaño-grisáceo en la parte media; mesotoráx

sombreado con gris a los lados y frente al margen del mesoesterno, metanoto con un par de manchas oscuras castaño grisáceo; abdomen con líneas transversales conspicuas castaño oscuro en la base de los terguitos II – VII; patas esbeltas del mismo color que las partes más claras del cuerpo; alas anteriores cortas color amarillo. Antenas de color pálido con 8 segmentos cerca de 1.6 veces tan largas como ancho de la cabeza a nivel de los ojos de pigmento ocelar rojo (Figura 5). Cabeza más ancha a nivel de los ojos compuestos, con tres pares de sedas ocelares y tres postoculares, genas ligeramente redondeas y convergiendo en la base ojos compuestos prominentes, pilosos. Cono bucal extendiéndose hasta casi base del prosterno. Protonoto usualmente con un área media esclerizada internamente, con dos pares de sedas cerca del margen anterior y un par de sedas de mayor tamaño cerca del ángulo posterior. Mesonoto sin sesillas campaneiformes y metanoto variablemente ornamentado; el metaesterno está emarginado débilmente en el margen anterior. Abdomen típico del género; peine de sedas completo sólo en el margen posterior de los terguitos VII y VIII. (Figura 5). Macho macróptero. Longitud: 0.94 mm completamente distendido Color y morfología esencialmente como la hembra, el abdomen más esbelto. (Figura 6).



Figura 5.- *Neohydatothrips opuntiae* ♀



Figura 6.- *Neohydatothrips opuntiae* ♂



### **2.3.2 Características morfológicas**

Es un insecto pequeño que mide cerca de 1 mm de longitud; son delgados y finos, de color amarillo o pardo negruzco, con el vientre rojizo, tienen 6 patas; en estado adulto tiene 2 pares de alas con flecos y poseen unas ventosas en los extremos de sus patas (Figura 5 y Figura 6). El calor y la baja humedad favorecen la reproducción; la duración del ciclo de vida del insecto es entre 20 y 30 días, en condiciones favorables. Las larvas, que en todo lo demás son similares a los insectos adultos, no poseen alas y a veces son de color rojizo.

#### **Área de Origen**

USA

#### **Distribución geográfica**

California, Arizona, Nuevo México (Nakahara, 1988), en México: Coahuila, Distrito Federal y Estado de México (Pimienta, 1990) y en Sicilia, Italia fue introducido.

#### **Hospederos**

*Opuntia* spp. (Cactaceae).

#### **Daños**

El ataque de larvas y adultos lo realizan haciendo perforaciones en los tejidos de la planta succionando el contenido celular. Los órganos atacados se cubren de manchas color amarillo o gris blanquecino, adquieren aspecto jaspeado y se ven manchadas con gotitas de excremento oscuro y brillante; más tarde aparece una coloración parda, aspecto de costra y desecación de la parte afectada. *N. opuntiae* también es vector de enfermedades virales (Tospovirus vector). Son un género de virus de ARN negativa; se transmiten por Tysanópteros pertenecientes a los géneros *Frankliniella* y *Thrips*, y dan lugar a pérdidas considerables (De Ávila, 1992; Mound, 1996; Peters, 1998).

### 2.3.3 Fluctuación de poblaciones

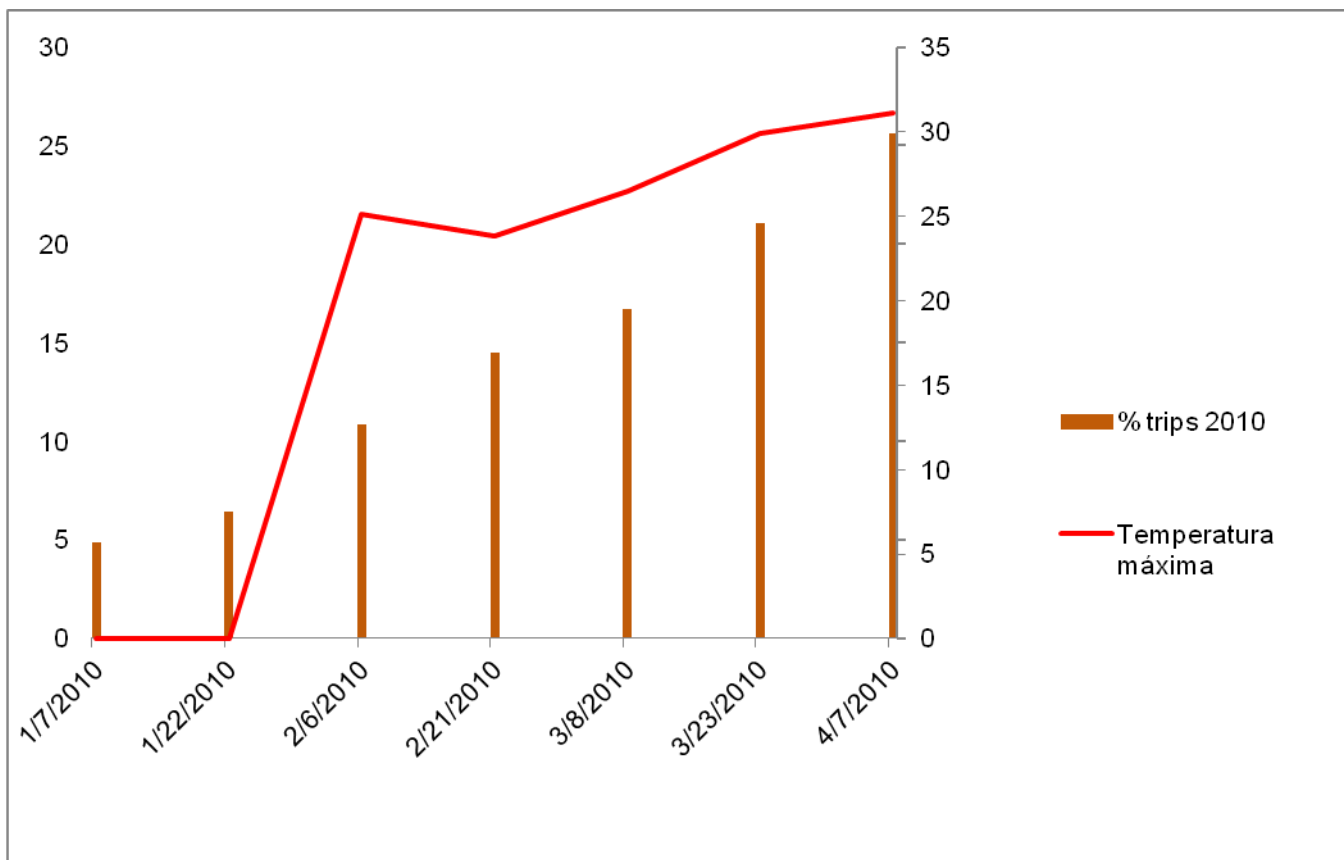
En cuanto a la fluctuación poblacional de los trips se contabilizaron densidades que fluctuaron en el tiempo por la incidencia del factor temperatura máxima y el desarrollo fenológico del cultivo. En base a la información obtenida de los registros diarios de la temperatura máxima reportada por la estación climatológica Río Salado, Municipio de Tezontepec de Aldama, estado de Hidalgo; se observó que valores entre 23.8 y 32. 8°C existe una relación con la abundancia de trips durante los meses de enero a mayo del 2010 – 2011 (Figura 7, 8, 9 y 10), en ambos sitios de recolecta la abundancia es mayor, debido a que se registraron temperaturas superiores a los 20°C, según Hoddle (1999), los trips en tiempos secos, pero no extremos, incrementan su población, por lo que para los primeros meses de recolecta la población de trips fue baja fue incrementando hasta alcanzar un pico durante los meses de marzo - abril del 2010 – 2011, debido a que la plantación se encontraba finalizando la etapa de brotación y crecimiento de yemas florales vegetativas de frutos y empezando la formación de frutos. Según Johansen, *et al.*, 1999, que la abundancia máxima de trips coincide con las etapas fenológicas de brotación y crecimiento de yemas florales vegetativas de frutos, esta última etapa, es donde los trips hacen el mayor daño, alimentándose de brotes, crecimiento de yemas florales vegetativas de frutos, la cual presenta desordenes fisiológicos del cultivo. Posiblemente esto se deba a que el insecto prefiere alimentarse de tejidos tiernos de crecimiento rápido, como brotes foliares, florales y frutos en desarrollo comienza su actividad. El trips encuentra las condiciones de disponibilidad de alimento empieza sus actividades. Los resultados obtenidos de las recolectas realizadas en el municipio de San Martín de las Pirámides durante los años 2010 y 2011 (Figura 7 y 8), existen diferencias en cuanto al número de especímenes, se registró la mayor población durante el mes de abril, siendo en el año 2010, donde se encontró, mayor cantidad de especímenes esto se deba a que el trips, encuentran las condiciones climáticas y la disponibilidad de alimento empieza sus actividades. (Cuadro 7 y 8).

Para los primeros meses de muestreo fue baja y fue incrementando hasta alcanzar un pico durante los meses de febrero y marzo de las recolectas realizadas durante los años del 2010 - 2011 en el municipio de Nopaltepec, debido a que el cultivo de nopal tuna se encontraba en la etapa de fenológica de brotación de yemas florales vegetativas de frutos, la abundancia de especímenes, hacen el mayor daño, alimentándose de la partes de brotes vegetativos tiernos. Cuando no hay disponibilidad de alimento este migran hacia a las malezas, y cuando se vuelven a presentan las condiciones climáticas y disponibilidad de alimento vuelven al nopal – tuna. (Cuadro 7 y 8).

Los especímenes en el cultivo de nopal – tuna, pueden permitir detectar los incrementos y así poder realizar acciones preventivas para evitar daños de importancia económica.

**Cuadro 7.- Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2010.**

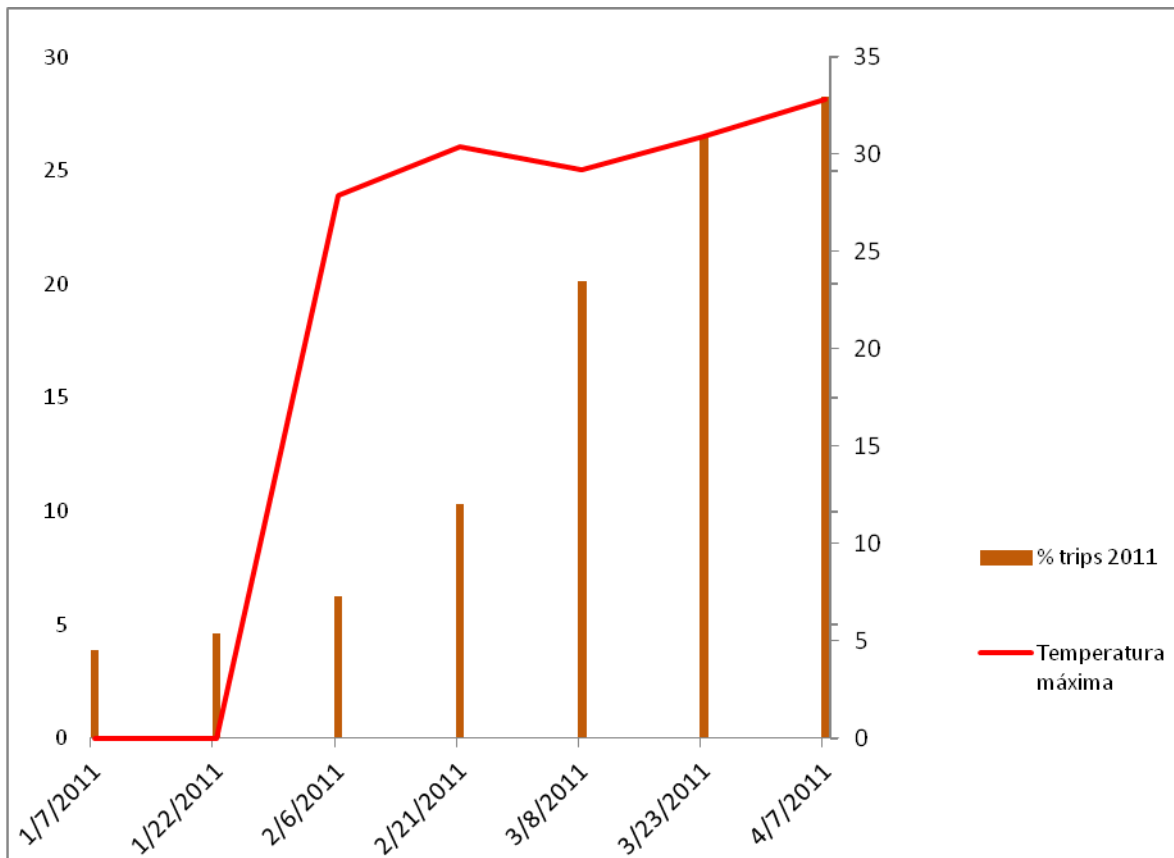
<b>San Martín de las Pirámides</b>	<b>No. especímenes</b>
7 - Enero – 2010	87
22 - Enero – 2010	114
6 - Febrero - 2010	193
21 - Febrero - 2010	258
8 - Marzo – 2010	297
23 - Marzo - 2010	375
7 – Abril - 2010	456



**Figura 7.- Número de especímenes de trips y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2010.**

**Cuadro 8.- Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2011.**

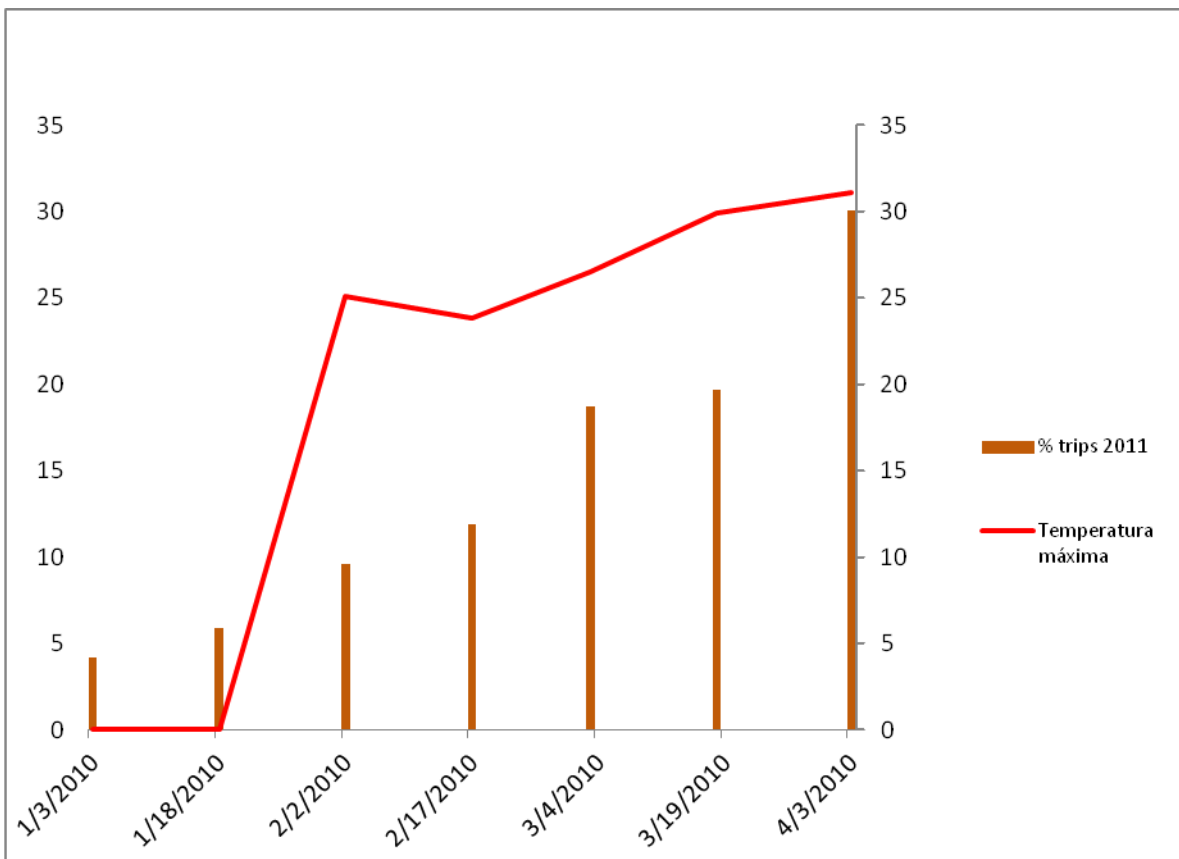
San Martín de las Pirámides	No. Especímenes
2 – Enero – 2011	54
17 – Enero – 2011	73
2 – Febrero – 2011	97
17 – Febrero – 2011	147
2 – Marzo – 2011	239
17 – Marzo – 2011	324



**Figura 8.- Número de especímenes de trips y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de San Martín de las Pirámides 2011.**

**Cuadro 9.- Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2010.**

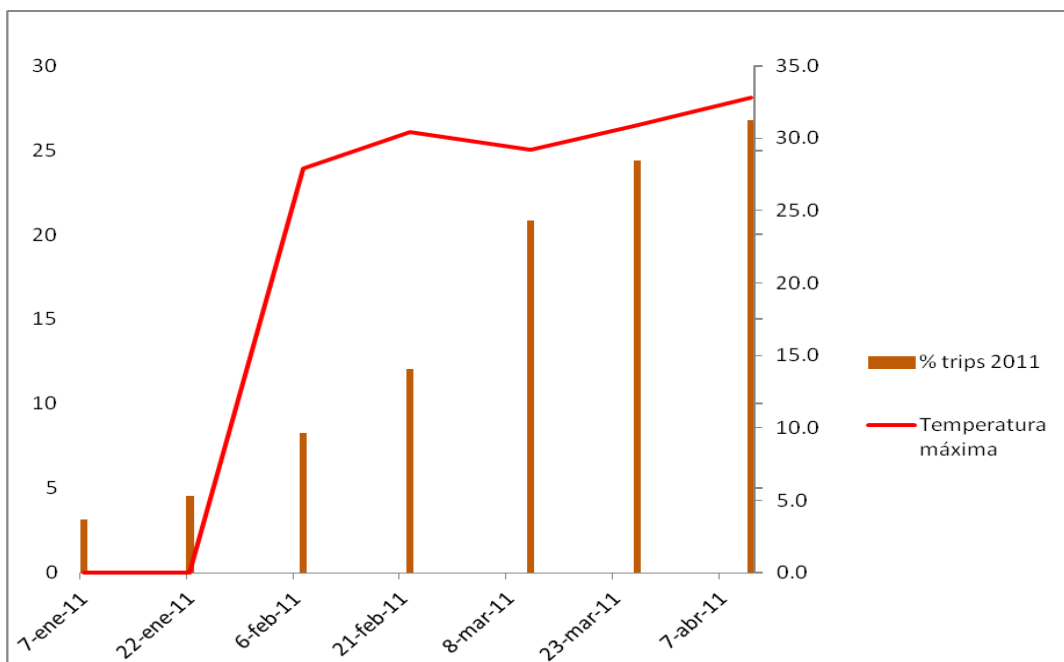
<b>Nopaltepec</b>	<b>No. Especímenes</b>
3 – Enero – 2010	67
18 – Enero – 2010	94
2 – Febrero – 2010	153
17 – Febrero – 2010	189
3 - Marzo – 2010	298
18 – Marzo – 2010	313
3 – Abril - 2010	479



**Figura 9.- Número de especímenes de trips y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2010.**

**Cuadro 10.- Número de especímenes de trips por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2011.**

<b>Nopaltepec</b>	<b>No. Especímenes</b>
7- Enero – 2011	37
22 – Enero – 2011	54
7 – Febrero – 2011	98
22 – Febrero – 2011	143
11 - Marzo – 2011	247
26 - Marzo – 2011	289
11 - Abril - 2011	317



**Figura 10.- Número de especímenes de trips y temperatura máxima por fecha de colecta en el municipio de Nopaltepec 2011.**

## LITERATURA CITADA

- Ávila, A. C. de: «Diversity of tospoviruses», Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University. Holanda, 1992.
- Badii, M. H., and A. E. Flores. 2001. Prickly pear cacti pests and their control in Mexico. Florida Entomologist 84: 503 - 505.
- Bravo, H. H. 1978. Las cactáceas de México. Instituto de Biología. U. N. A. M. México. 235 p.
- Johansen, N. R. M., y A. Mojica G. 1996. Thysanoptera. pp: 245-273. En: Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. Editores Jorge E. Llorente Bousquets, Alfonso N. García Alderete y Enrique González Soriano, Ed. Primera Edición. Universidad Autónoma de México. México.
- Johansen, R. M. y A. Mojica – Guzmán. 1997. Importancia agrícola de los Thrips. Manual sobre Entomología y Acarología Aplicada. Memorias Seminario/Curso “Introducción a la Entomología y Acarología Aplicada”. Mayo 22- 34, UPAEP, Puebla, Pueb. SME – UPAEP.
- Gallegos, V. C., R. D. Valdez-Cepeda, M. Barrón, A. F. Barrientos, J. A. Agustín, y R. Nieto. 2006. Caracterización morfológica de 40 cultivares de nopal de uso como hortaliza del banco de germoplasma. UACH. Revista Chapingo 12: 41- 49.
- Granados, S., y A. D. Castañeda. 1991. El Nopal: historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Ed. Trillas. México. 227 p.



- Peters, D.: «An Updated List of Plant Species Susceptible to Tospoviruses and Thrips», Recent Progress: Fourth International Symposium on Tospoviruses and Thrips in Floral and Vegetable Crops. Wageningen, Holanda, mayo 2-6, 1998, pp. 109-111.
- Pimienta B., E. 1990. El nopal-tuna. Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco, Méx. 235 p.
- Pimienta B., E. 1994. "Perspectiva general de la producción de tuna en el mundo". En: G. Esparza F. y S. de Méndez G. (eds). Aportaciones Técnicas y Experiencias de la producción de Tuna en Zacatecas (Memorias). CECCAM, Morelos. Zac. Pp 25 – 30.
- Reyes - Agüero, J. A., J. R. Aguirre -Rivera, and F. Carlín. 2004. Análisis preliminar de las variedades morfológicas de 38 variantes mexicanas de *Opuntia ficus indica* (L.) Miller, *In*: Esperanza, G., R. Valdez, y J. Méndez (eds.). El Nopal. Tópicos de Actualidad. Universidad Autónoma Chapingo y Colegio de Postgraduados. Chapingo México. pp 21 - 47.
- Sánchez V., G y B. Figueroa S. 1990. Estudio preliminar sobre la distribución y variabilidad de *Opuntia xoconostle* en el estado de Zacatecas. En: J.J. López G. y M.J. Ayala O (Eds). El Nopal su conocimiento y Aprovechamiento. Memorias de la 3a. Reunión Nacional y 1a. Reunión Internacional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Méx. pp 67- 71.
- Mound, L. A. and R. Maullo. 1996. The thrips of central and South America: an introduction (Insecta: Thysanoptera). Memoirs on Entomology. Int. Vol. 6.
- Mound, L. A.: «The Thysanoptera Vector Species of Tospoviruses», Acta Horticulture 431: 298-309, Holanda, 1996.

Nakajara, S. 1988. Generic reassignments of North American species currently assigned to the genus *Sericothrips* Haliday (Thysanoptera: Thripidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 90 (4): 480 - 483.

### CAPITULO III

#### **Efectividad biológica del Spinosad (Tracer ®) en el manejo del trips, *N. opuntiae* (Hood) en el valle de Teotihuacán, Estado de México.**

#### **RESUMEN**

En la región del Valle de Teotihuacán Estado de México; una de las plagas que atacan al cultivo de nopal- tuna (*Opuntia ficus indica*) es el trips *Noothysdatotrisp. opuntiae* (Hood) considerado una de las principales causas de la baja productividad en el cultivo. El objetivo de este trabajo fue la evaluación de dos clases de productos uno alternativo Spinosad (Tracer ®) y el otro convencional (Malatión), contra larvas y adultos, en condiciones de campo. La evaluación fue llevada a cabo por el método de aspersión dirigida a cladodios de nopal -tuna infestados. Las concentraciones probadas para ambos productos fueron, Spinosad (Tracer ®) 20 mL (1.6) Spinosad (Tracer ®) 40 mL (3.2) y malatión (5 mL) el trabajo de campo se realizó en dos huertos de nopal - tuna de la variedad Alfajayucan, en los municipios, de San Martín de las Pirámides y otro en Nopaltepec. Se utilizó el diseño de bloques al azar con 5 tratamientos, 3 repeticiones durante los años del 2010 y 2011; se efectuaron muestreos periódicos de frutos de nopal tuna de (1.5 a 2.5 cm) a los 0, 1, 3, 7, 14 y 21 días después de la aplicación de los productos (DDA).

### 3.1 INTRODUCCIÓN

El reciente suceso que a nivel mundial ha tenido el nopal debido a la alta cotización de sus productos y derivados ha ocasionado que la planta se vuelva a revalorizar. Por tal motivo, de ser considerada una planta rústica y de carácter espontáneo o silvestre ha pasado a ser una planta domesticada, que en el giro de pocos años ha sido sometida a modernas técnicas de cultivo como irrigación, fertilización y abonado, mejoramiento genético, etc. Es por ello, que las plantaciones comerciales de nopal-tuna se han convertido, en algunas regiones, en un monocultivo propiamente dicho lo que ha favorecido una alta incidencia de problemas fitosanitarios importantes, que pueden llegar a causar daños económicamente significativos (Reyes-Agüero *et al.*, 2004).

A pesar de la importancia social y económica que el cultivo de nopal representa en el medio rural, los trabajos de investigación científica a nivel nacional e internacional con respecto a las plagas insectiles del nopal son escasos y por lo tanto el conocimiento y la literatura que existe sobre el tema es poca; como consecuencia de ello, se presenta una confusión de síntomas y agentes causales lo cual dificulta su control.

Los insectos del orden Thysanoptera; son un gran problema para los que se dedican al cultivo de nopal-tuna, demeritando su calidad y limitando su entrada al mercado ya que causan lesiones sobre la brotación de yemas de frutos. Los trips son una de las plagas de mayor importancia económica en las plantaciones de nopal-tuna. En el fruto, producen cicatrices bronceadas reduciendo su valor estético y comercial; además los frutos pueden agrietarse y caerse prematuramente, por lo que la cantidad de fruta que se comercializa para el mercado nacional es castigada o en ciertas ocasiones es rechazada por las lesiones que la fruta presenta. Además de ocasionar un ataque directo a la brotación de yemas de frutos, permiten la entrada de otros microorganismos fitopatógenos.

Para combatir estos insectos se han usado insecticidas químicos de amplio espectro como son el paratión metílico, malatión, carbaril y cipermetrina, entre

otros. La aplicación de estos productos, además de contaminar el medio ambiente afecta a las poblaciones de insectos benéficos y puede causar intoxicaciones a los individuos en el momento de hacer aplicaciones así como a los cosechadores de la tuna, por la alta cantidad de residuos tóxicos. La manera de demostrar la efectividad biológica de un plaguicida en campo es mediante estudios de efectividad biológica, los cuales deben de estar orientados contra la plaga específica con la que se pretende demostrar su efecto y en un cultivo o cultivos que se requieren registrar. Además debe de ser verificado por unidades de verificación aprobadas por la misma Dirección General de Sanidad Vegetal y acreditados por la SECOFI. Estas unidades de verificación deberán contar con conocimientos básicos como: reconocimiento de plagas, técnicas de aplicación de plaguicidas, muestreo de plagas, diseño experimentales entre otros, ya que esto facilitara la verificación y además contribuirá a registrar plaguicidas de calidad.

### **3. 3 MATERIALES Y METODOS**

#### **3.3.1 Aplicaciones en campo**

Las parcelas experimentales se establecieron en los predios San Martín de las Pirámides (Palapa) y Nopaltepec, (San Felipe Teotitlan), Estado de México. Cada unidad experimental consistió de 5 plantas de tuna (*Opuntia spp*) Variedad Alfajayucan) por tratamiento, de 7 a 10 años de edad, cuyo trazo de plantación es de 5 m de distancia entre hileras y de 3 m entre plantas con arreglo en “tres bolillo,” dentro de plantación de 666 plantas por hectárea. Tuvimos acceso a las parcelas, fueron puestas a nuestra disposición por los productores de la junta local de Sanidad Vegetal.

Se realizó una sola aplicación de los productos Spinosad (Tracer ®) y (Malatión). En abril del 2010 y 2011, en ambos años, por medio de una mochila manual con boquilla de cono hueco. Las dosis de la aplicación se muestran en el Cuadro1.

Cuadro 11. Productos Aplicados en el cultivo de nopal - tuna

Plaguicida	Dosis en 200 L de agua
Spinosad (Tracer ®) 20 mL	1.6 mL
Spinosad (Tracer ®) 40 mL	3.2 mL
Malatión	5 mL

### 3.3.2 Muestreo

Después de la aplicación de los productos, se realizaron los muestreos de frutos de tuna, a los 0, 1, 3, 7, 14 y 21 días. Dichos productos fueron Spinosad (Tracer ®) y malatión. Así mismo se recolectaron 3 muestras de frutos de tuna alrededor del dosel medio de la planta de nopal de cada producto aplicado en cada una de las fechas de muestreo. Cada muestra constaba de 3 frutos de tuna (1.5 a 2.5 cm). También, se colectaron 3 muestras testigos absolutos y con aplicación con agua, es decir frutos de tunas a las que no se les aplicaron los productos, antes de aplicar los tratamientos en ambos años.

Los frutos recolectados en cada uno de los muestreos fueron desprendidos de la penca con una navaja previamente desinfectada con cloro al 1.5% y se colocaron en frascos de plástico de 250 ml, con alcohol al 70%, para ser etiquetados y trasladados al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Programa de Fitosanidad del Campus Montecillo, del Colegio de Postgraduados. Una vez en el laboratorio se procedió a separar el material biológico con la ayuda de un colador de 10 cm de radio elaborado con una malla de poro fino; con el fin de separar a los trips de las basuras de los frutos. Los trips fueron recolectados con un pincel de pelo de camello del No. 000 y colocados en tubos Emder (de 1.5 mL) que contenían una solución de alcohol al 70%, en el que se conservaban antes de ser registrados por fecha de muestreo.

### 3.3.3 Análisis estadísticos

El análisis de varianza de los datos de muestreos de los frutos de tuna, a los 0, 1,3,7,14 y 21 días después de la aplicación en campo, se llevaron a cabo con el paquete estadístico SAS® (2010). Así mismo, se compararon las medias de acuerdo con la Trueba de Tukey.

### 3.4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como se muestra en los cuadros 12, después de la aplicación de los tratamientos se detectaron diferencias de las poblaciones de trips en de la unidad experimental, en San Martín de las Pirámides (Palapa), Estado de México durante el 2010, las poblaciones del insecto se mantuvieron superiores en los tratamientos testigo absoluto y testigo agua. En los tratamientos Spinosad (Tracer ®) 20 mL, Spinosad (Tracer ®) 40 mL, y malatión, las aplicaciones realizadas redujeron la población de los trips. También se observa que el mejor resultado fue obtenido con el tratamiento Spinosad (Tracer ®) 40 mL.

**Cuadro 12.- Número de especímenes encontrados después de las aplicaciones en el municipio de San Martín de las Pirámides 2010.**

San Martín 2010	DIAS DESPUES DE APLIACAR					
	0	1	3	7	14	21
Tratamientos						
Testigo absoluto	167 c	140 a	87 b	54 a	37 a	14 a
Testigo Agua	175 b	131 b	91 a	43 b	20 b	7 b
Spinosad 20 mL	157 d	56 c	32 d	13 d	7 d	3
Spinosad 40 mL	183 a	23 e	8 e	0	0	0
Malatión	177 b	72 d	34 c	17 c	9 c	0

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

En el cuadro 13, siguiente se observa después de la aplicación de los tratamientos se revelaron diferencias de las poblaciones de trips presentes entre los diferentes tratamientos en la unidad experimental en Nopaltepec, (San Felipe Teotitlan), Estado de México, durante el muestreo del año 2010, los tratamientos testigo absoluto y testigo, la población de trips no existen diferencias, en relación con los tratamientos Spinosad (Tracer ®) 20 mL, Spinosad (Tracer ®) 40 mL, y malatión, esto se debió a que la aplicación de los productos para el control del trips redujo la población de éstos.

**Cuadro 13.- Número de especímenes encontrados después de la aplicación (DDA) en el municipio de San Martín de las Pirámides 2011.**

<b>San Martín 2011</b>	<b>DIAS DESPUES DE APLICAR</b>					
<b>Tratamientos</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>21</b>
Testigo absoluto	148 d	123 a	73 a	38 a	27 a	11a
Testigo Agua	157 b	112 b	57 b	32 b	16 b	4 b
Spinosad 20 mL	172 a	71c	25 d	11d	8 d	0
Spinosad 40 mL	142 e	37e	13 e	0	0	0
Malatión	153 c	61d	37 c	17 c	13 c	0

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

En el cuadro 14, el efecto de los tratamientos fue disminuyendo conforme van transcurriendo los días de recuentos de trips debido a que los frutos se hicieron paulatinamente menos apropiados para estos, en los casos de Spinosad 40 mL y malatión todos los trips murieron de los 14 y los 21 días respectivamente. El tratamiento Spinosad 40 mL fue el tratamiento que actuó con mayor efectividad contra los trips pues en menos de 14 días ya no fueron recolectados en la unidad experimental. Al séptimo día, la cantidad de trips en los 5 tratamientos fue disminuyendo conforme transcurrieron los días. Cabe señalar que durante los días



de aplicación de los tratamientos en ambas unidades experimentales y en los diferentes años de nuestros 2010 y 2011 respectivamente los recuentos de los trips no se observaron elementos climáticos extremos que hubieran podido alterar el comportamiento y desarrollo de los trips y la fenología propia del nopal tuna. La aplicación de los tratamientos se realizó a presión uniforme durante 7 - 8 minutos por planta entre las 9 a 11 de la mañana, también cabe señalar que en el predio de San Martín de las Pirámides no se realizaron labores culturales (riegos, fertilización, podas fitosanitarias y deshierbes ni aplicación de plaguicidas (salvo en las unidades experimentales). Por parte en el predio de Nopaltepec si se realizaron labores culturales como las mencionadas anteriormente y se aplicaron plaguicidas de manera cuidadosa para evitar el arrastre de los mismos hacia la unidad experimental.

**Cuadro 14.- Número de especímenes encontrados después de la aplicación (DDA) en el municipio de Nopaltepec 2010.**

Nopaltepec 2010	DIAS DESPUES DE APLICAR					
	0	1	3	7	14	21
Testigo absoluto	139 e	123 a	82 a	47 a	32 a	11 a
Testigo Agua	154 d	107 b	36 b	22 b	14 b	9 b
Spinosad 20 mL	169 a	42 d	11 e	5 c	3 c	0
Spinosad 40 mL	157 c	21 e	9 d	0	0	0
Malatión	162 b	53 c	23 c	9	0	0

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

En el cuadro 15, el efecto de los tratamientos fue disminuyendo conforme van transcurriendo los días de recuentos de trips debido a que los frutos se hicieron paulatinamente menos apropiados para estos, en los casos de Spinosad 40 mL y malatión todos los trips murieron de los 14 y los 21 días respectivamente. El tratamiento Spinosad 40 mL fue el tratamiento que actuó con mayor efectividad contra los trips pues en menos de 14 días ya no fueron recolectados en la unidad

experimental. Al séptimo día, la cantidad de trips en los 5 tratamientos fue disminuyendo conforme transcurrieron los días. Cabe señalar que durante los días de aplicación de los tratamientos en ambas unidades experimentales y en los diferentes años de nuestros 2010 y 2011 respectivamente los recuentos de los trips no se observaron elementos climáticos extremos que hubieran podido alterar el comportamiento y desarrollo de los trips y la fenología propia del nopal tuna. La aplicación de los tratamientos se realizó a presión uniforme durante 7 - 8 minutos por planta entre las 9 a 11 de la mañana, también cabe señalar que en el predio de San Martín de las Pirámides no se realizaron labores culturales (riegos, fertilización, podas fitosanitarias y deshierbes ni aplicación de plaguicidas (salvo en las unidades experimentales). Por parte en el predio de Nopaltepec si se realizaron labores culturales como las mencionadas anteriormente y se aplicaron plaguicidas de manera cuidadosa para evitar el arrastre de los mismos hacia la unidad experimental.

**Cuadro 15.- Número de especímenes encontrados después de la aplicación (DDA) en el municipio de Nopaltepec 2011.**

Nopaltepec 2011	DIAS DESPUES DE APLICAR					
	0	1	3	7	14	21
Tratamientos						
Testigo absoluto	121 e	117 a	58 a	24 a	10 a	5 a
Testigo Agua	127 d	82 b	46 b	18 b	5 b	0
Spinosad 20 mL	153 c	37 d	14 d	7 c	0	0
Spinosad 40 mL	163 a	23 e	6 e	0	0	0
Malatión	155 b	54 c	21 c	0	0	0

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

Como se puede observar en cada uno de los cuadros de los resultados obtenidos estadísticamente hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, los resultados obtenidos en la efectividad biológica indican que los productos más

efectivos fueron: Spinosad 40 mL y Spinosad 20 mL al alcanzar el valor más alto de efectividad biológica un 38.8 % respectivamente de las seis evaluaciones realizadas para determinar el efecto de los tratamientos en el control de trips. Tenango (2000) reporta a malatión como mejor tratamiento contra trips tabaco en cebolla. Butt y Browbridge (1997), reportaron que malatión controla a trips tabaco y *Frankliniella occidentalis* en pepino y crisantemo. Boica y Pérez (1987) evaluaron Spinosad contra trips tabaco en dos variedades de cebolla. Khuhro (1988) indica que el malatión es el mejor controlador de trips en mango. Zared y Morse (1989) mencionan que el Spinosad resulto ser un producto efectivo contra *Scirtothrips citri* en la mayoría de los huertos citrícolas de California. López (1993) reporta al malatión como el segundo producto que mejor control tuvo contra trips en aguacate. El análisis de muestreo de los trips, los resultados indican diferencias significativas del Spinosad 40 mL, Spinosad 20 mL y malatión. En la primera evaluación, después de la aplicación de los insecticidas ya había diferencias significativas entre los tratamientos, pero se pudo apreciar que la densidad de trips después de transcurridos los días y fue hasta los 7 días de muestreo cuando se detectaron diferencias significativas respecto a la población de trips vivos. A pesar de que hubo diferencias estadísticas significativas de los insecticidas respecto al testigo absoluto y testigo agua en las aplicaciones, se observa que durante todo el periodo de muestreos, las poblaciones de los trips con la aplicación de insecticidas se mantuvieron por debajo del testigo absoluto y testigo agua. El análisis de varianza de los datos obtenidos del sexto muestreo realizado después de la aplicación señalo que existen diferencias estadísticamente significativas y la prueba de Tukey mostró que el número de insectos va disminuyendo van transcurriendo los días. El producto Spinosad a base de *Saccharopolyspora spinosad* empiezan a tener resultados positivos, es por ello que es de vital importancia incluirlos en un manejo integrado tratando de que se empiecen a establecer para de esta forma ir disminuyendo las aplicaciones y costos de productos convencionales y de esta forma obtener frutos de buena calidad y libres de residuos químicos dañinos al hombre.

## LITERATURA CITADA

Boica, A.L. Jr. y Pérez D. 1987. Efecto de malatión e carbaryl control de Thrips tabaco en dos variedades de cebolla.

Butt, T.M. y M. Brownbridge. 1997. Fungal Pathogens of Thrips. In: Thrips as crop pest. T.W. Lewis (Ed.). 1997. CAB Internacional. pp. 399 – 433.

DOF. 2007 Ley Federal de Sanidad Vegetal. Diario Oficial de la Federación. URL: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/federal/combo/L – 121>. Pdf.

Gallegos V., C. y S. de J. Méndez G. 2000. La tuna: criterios y técnicas para su producción comercial. Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Postgraduados - Fundación Produce Zacatecas, A. C. Chapingo, Méx. 164.

Gallegos V., C., Cervantes H., J., Corrales G., J. y G. Medina G. 2003. La cadena productiva del nopal en Zacatecas: bases para un desarrollo sostenido. UACH Sevilla-Fundación Produce-Secretaría de Economía. Zacatecas, Méx. 201 p.

Gallegos, V. C., R. D. Valdez-Cepeda, M. Barrón, A. F. Barrientos, J. A. Agustín, y R. Nieto. 2006. Caracterización morfológica de 40 cultivares de nopal de uso como hortaliza del banco de germoplasma. UACH. Revista Chapingo 12: 41- 4.

Gorris L.G. M. 2006. Food Safety objective: An integral part of food chain management. Food Control 16: 801- 809.

Khuhro, R. D. 1988. Bioefficacy of some contact and systemic insecticides in the control of mango Thrips, *Rhipiphorothrips cruentatus*. Pakistán Congress of Zoology (1988) Entomology Abstracts, pp 95 - 98.

Néstor Bautista y Díaz, 2001. Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. Colegio de Postgraduados Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Reyes - Agüero, J. A., J. R. Aguirre -Rivera, and F. Carlín. 2004. Análisis preliminar de las variedades morfológicas de 38 variantes mexicanas de *Opuntia ficus indica* (L.)

Miller, *In*: Esperanza, G., R. Valdez, y J. Méndez (eds.). El Nopal. Tópicos de Actualidad. Universidad Autónoma Chapingo y Colegio de Postgraduados. Chapingo México. pp 21 - 47.

Tenango, P. J.A. 2000. Determinación de una especie de Trips (Thysanoptera; Thripidae) y su control mediante Spinosad, en la cebolla (*Allium cepa* L) en Tenancingo, Morelos. Tesis profesional. Depto. Parasitología Agrícola. U.A.Ch. Chapingo, México. 78 p.

Zared, N., J. G. Morse, 1989. Influence of temperature and life stage of monitoring for pesticide resistance in citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) With residual bioassays. *J. Econ. Entomol.* 82 (2): 342- 346.

## CAPITULO IV

### **Caracterización del daño causado por *Neohydathothrips opuntiae* (Hood) al fruto tuna que se produce en el Valle de Teotihuacán**

#### **Introducción**

La tuna fruto del nopal (*opuntia sp*) con más de 2500 años de existencia que ayudo a los primeros pobladores de América a subsistir proporcionándoles alimentos, medicinas y forrajes para animales silvestres y domesticados, se convirtió en un producto de gran tradición y símbolo a lo largo de la historia de nuestro país, pues está presente desde el jeroglífico de la gran Tenochtitlán. Se cree que colón lo pudo haber llevado a Europa, coincidiendo historiadores españoles lo desaminaron en América, España, Francia e Italia; los moros lo llevaron al Norte de África y los Portugueses lo introdujeron en Brasil, Angola e India (SIAP- SIACON, 2012). El nopal-tuna, con el transcurso del tiempo ha trascendido de la comercialización nacional a la internacional, tal es el caso de siete países: Italia, México, Sudáfrica, Colombia, Estados Unidos, Israel y Chile. Países que han desarrollado paulatinamente el mercado de la fruta, 2012 se registró un consumo per cápita promedio de los principales países demandantes de 1.47 Kg., el mayor consumo lo registro México con 3.68 kg (INEGI, 2012). El productor más importante de tuna a nivel mundial es México, tanto en la producción como en la superficie plantada, es uno de los países con mayor producción de tuna (SIAP, 2011, Ingles *et al*, 2012) y donde cuenta la mayor diversidad del genero *opuntia* (Flores y Gallegos, 1993). México se considera como uno de los centros de origen, por el gran número de especies presentes en su territorio (Flores y Gallegos, 1993). Desde tiempos inmemoriales las plantas de nopal y sus frutos han estado ligados con la cultura y alimentación de los mexicanos sobre todo de extensas regiones centrales del país, en donde la riqueza de especies de *Opuntiae*, de las cuales 34 son endémicas y representan más del 50% de las especies de estas plantas en el mundo. México ocupa el primer lugar a nivel mundial en la superficie cultivada de nopal-tuna (Chávez,

2000) y es una alternativa de producción de gran importancia económica y social para las zonas áridas y semiáridas las cuales ocupan el 62% del territorio nacional, esta alternativa se limita por las exigencias y menor cantidad de semillas. La mayoría de las variedades mexicanas tienen su maduración entre junio y septiembre, y el peso del fruto varía entre 100 y 240 gr (Domínguez, 1992). Un aspecto importante de la producción de nopal - tuna es que casi todas las plantaciones, tanto para producir tuna como nopalito, se encuentran localizadas en áreas marginales caracterizadas por suelos pobres y/o climas áridos o semiáridos, condiciones no propicias para el cultivo de básicos, por lo que el nopal – tuna resulta un excelente alternativa, especialmente en los agostaderos, caracterizados por climas con alta variación diaria y anual de la temperatura. Por estas razones es la mejor planta para soportar una escasa y errática precipitación pluvial y desarrollarse en estas condiciones, se suma a ello que a nivel mundial es la mejor planta para controlar la erosión eólica e hídrica y evita y aun así hace retroceder el proceso de desertificación (CACTUSNET, 2009). El tamaño del fruto del nopal – tuna es una de las características más importantes de calidad. Los frutos más grandes que proveen una mayor parte comestible son preferidos por los consumidores (Sanz, 2009). Al aplicar un sistema de normas, además de proteger la salud y la economía en los consumidores, el proceso de comercial de los productos hortofrutícolas se ve favorecido por que las mismas normas proporcionan un lenguaje común en la comercialización, manejo, procesamiento y recepción en los mercados de destino; auxilian a los productores que manejan o manipulan el producto para hacer un mejor trabajo de clasificación, acondicionamiento, empaqueo y etiquetado de los productos, establecen bases para estimular mejores pagos o remuneraciones de calidad, sirve como base uniforme para informar precios de mercado (Corrales *et al* 2011). La calidad de los productos se logra en el campo y no en el transporte o almacén. Por muy excelente que sea el manejo postcosecha, la calidad lograda en campo ya no se mejora y en el mejor de los casos solo se logra mantener por algún periodo de tiempo (Corrales, 1993). En el concepto actual de la calidad de la tuna, los criterios dominantes son: tamaño de fruto y apariencia externa de la fruta, de manera

complementaria se señala para todas las clases un contenido mínimo de 11 °Bx, entre otros. Según Cantwell *et al* (1985), los cambios más notables durante la maduración de las frutas son: cambio de color de la cáscara, incremento en porcentaje de pulpa comestible, grados Bx, ácido ascórbico, y la disminución de la firmeza y la acidez llenado de la fruta. El aspecto es probablemente el atributo de calidad que mayor influencia tiene en la determinación del valor comercial de un producto ya que la gente "compra con los ojos". El aspecto de un producto involucra las características de tamaño, color y forma (Wills *et al*, 1981). Un fruto en proceso de maduración sufre una serie de cambios marcados en color, textura y sabor, que indican que están efectuando cambios en su composición, en aumento en los azúcares simples que dan dulzura, disminución en ácidos orgánicos y fenólicos para reducir la astringencia y la acidez y un aumento en las emanaciones de sustancias volátiles, para dar al fruto su sabor característico (Pantástico *et al*, 1979). Para obtener un producto con valor hay que considerar los requisitos de calidad que se exigen a los mercados. En el mercado internacional la calidad del fruto destinado al consumo como fruta fresca se determinan por el tamaño, el color de la cascara, la proporción de semillas, pulpa cascara y el contenido de azúcares. El consumo de frutas y verduras frescas ha aumentado considerablemente en México y cada vez hay mayor interés por producir estos productos agrícolas con mayor calidad y cantidad a las que están ligados mejores métodos fitosanitarios, entre ellos el uso de insecticidas de bajo o nulo impacto ambiental y para el hombre, como es el insecticida Spinosad, es una lactonas macro-cíclicas naturales derivado de la fermentación de los actinomicetos del suelo *Saccharopolyspora spinosad* (Thompson *et al.*, 2000) y *Streptomyces avermitilis* (Valenzuela *et al.*, 2001), respectivamente, es un nuevo agente de control de insectos, en especial de larvas de lepidópteros, trips, moscas, termitas y algunos coleópteros (West *et al.*, 2000). Se evaluado como alternativa potencial para reducir las poblaciones de trips que causan daños al fruto. Las ninfas, generalmente de color blanco o amarillo y con manchas o franjas opacas, no poseen alas en el primero y segundo instar ninfal; en el tercero ya presentan alas y antenas semejantes a los adultos. El color y forma del cuerpo son similares en



ambos sexos, aunque varía en tamaño. Tienen tres pares de patas adaptadas para correr, y dos pares de uñas con fleco y antena de 8 segmentos. Invernan en forma de huevecillos, raras veces como adulto, entre las areolas o en grietas superficiales de la planta. Las hembras ovopositan los huevecillos cerca de las areolas. Al pasar los primeros brotes, nacen las ninfas, que inmediatamente se alimentan de éstos. Al llegar el último estado ninfal, disminuye su actividad y pasan a un estado de reposo por un periodo de 6 días, hasta convertirse en adulto. El ciclo se completa generalmente en 4 semanas, el máximo nivel de población se alcanza en la época seca y calorosa. El ataque de larvas y adultos lo realizan haciendo perforaciones en los tejidos de la planta succionando el contenido celular. Los órganos atacados se cubren de manchas color amarillo o gris blanquecino, adquieren aspecto jaspeado y se ven manchadas con gotitas de excremento oscuro y brillante (Figura 11); más tarde aparece una coloración parda, aspecto de costra y desecación de la parte afectada.



**Figura 11. Fruto de tuna sano**



**Figura 12. Fruto de tuna dañada *N. opuntiae***

## **OBJETIVOS**

Tipificar el daño causado por *N. opuntiae* en frutos de tuna del Valle de Teotihuacán asociado con el deterioro de la calidad de los mismos

Evaluar el efecto del Spinosad en términos de seis parámetros de calidad en frutos de tuna procedentes de la región geográfica de San Martín de las Pirámides y Nopaltepec, Estado de México.

### **4.3 Materiales y Métodos**

Se establecieron dos parcelas experimentales, una en San Martín y otra en Nopaltepec en las que probaron los insecticidas Spinosad y Malation (este último de uso común en ambos sitios). Sobre plantas de 7 a 10 años de edad. Cada unidad experimental constó de seis plantas separadas 5 metros entre hileras y 3 metros entre plantas, en un arreglo de plantación de “tres bolillo”. Las parcelas fueron facilitadas por productores de la junta local de Sanidad Vegetal de las localidades antes citadas.

#### **4.3.1 Muestreo**

De cada tratamiento se recolectaron seis muestras de frutos de nopal en estado de madurez, alrededor del dorsal medio de las plantas, se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetados y fueron trasladados al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Programa de Fitosanidad del Campus Montecillo, del Colegio de Postgraduados. Con el fin de evaluar las siguientes variables: peso del fruto, peso de la pulpa, peso de la cáscara del fruto mediante una balanza analítica; se hicieron mediciones del largo y diámetro medio del fruto utilizando un vernier digital. Se hicieron también determinaciones de sólidos solubles totales (grados brix) del jugo de la fruta.

#### 4.3.2 Preparación de la muestra para la determinación de grados <sup>o</sup>brix

Las muestras de jugo extraídas del futo fueron representativas de la fruta entera y que no esté mojada, que cualquier residuo de agua, reduciría el valor de los grados brix. De cada fruto de tuna se desecharon el extremo de la cavidad floral y el extremo del pedicular, mediante cortes a una distancia de 15 ml de los ápices. A continuación se cortaron dos rebanas longitudinales (de arriba abajo a lo largo de la tuna); para separar la cascara; se colocó la pulpa en el interior de una pequeña manta de cielo, enredándola en ella para ejercer presión y extraer el jugo del fruto (Figura 13). Se depositaron de una o dos gotas del jugo extraído de cada fruta en la superficie del prisma del refractómetro con agua destilada y se seco con una sanita esterilizada para proceder a la siguiente lectura (Documento C (99) 10/FINAL,1999).

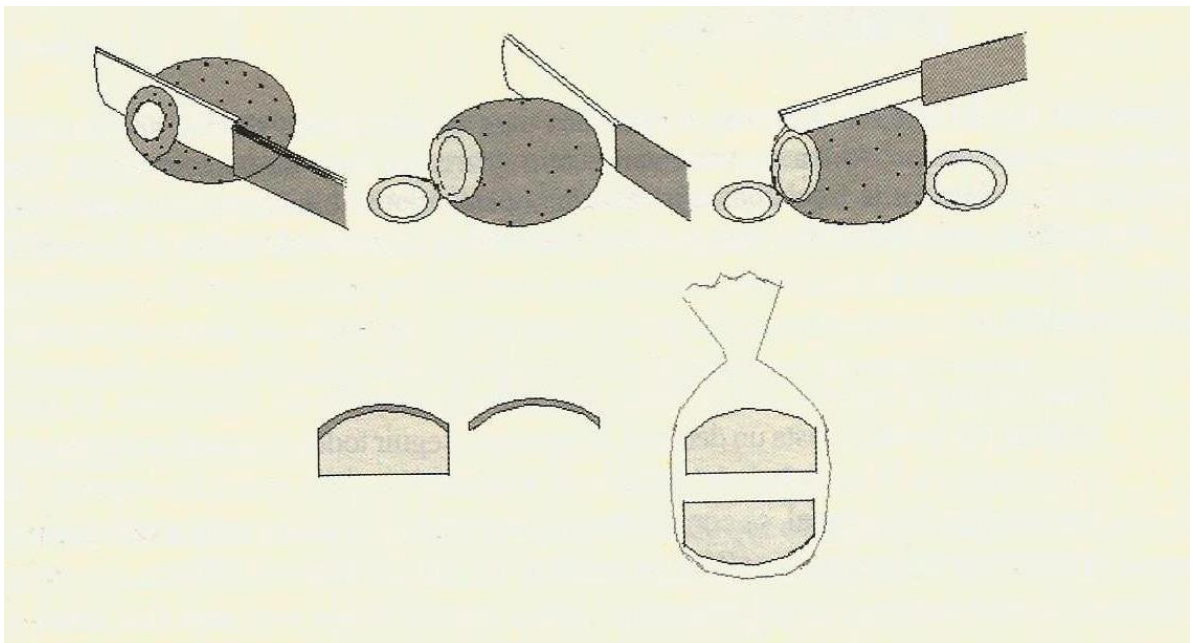


Figura 13. Extracción de jugo de frutos de tuna para determinar de los <sup>o</sup>Brix

### **4.3.3 Análisis estadísticos**

El análisis de varianza de los datos de muestreos de los frutos de tuna, a los 0, 1,3,7,14 y 21 días después de la aplicación en campo, se llevaron a cabo con el paquete estadístico SAS® (2010). Así mismo, se compararon las medias de acuerdo con la Trueba de Tukey.

## **4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El tamaño constituye un criterio o atributo de calidad importante que puede medirse mediante la determinación de la circunferencia o el diámetro, la longitud, anchura, el peso o el volumen, muchas frutas se clasifican por tamaño generalmente a través de la medida de diámetro, envasándose juntos los ejemplares de similar tamaño, lo que facilita la venta en los establecimientos. El dispositivo de envasado determina, para ciertos productos el número de unidades por envase, en muchos otros casos el determinante tamaño patrón lo constituye el peso (Wills *et al*, 1981). El tamaño según Gómez (1970), se refiere al diámetro transversal al punto de su mayor circunferencia variando con la variedad y condiciones de crecimiento. Algunos estudios reportados por CONANZA (1994) indican que el peso de la variedad Alfajayucan oscila entre 110 y 195 gr. Franco (1993) reporta para la variedad Afajayucan, presenta una forma ovoide valores de la relación longitud/diámetro que oscilan entre 3.8 y 9.7. En el cuadro 16, se presentan los resultados obtenidos en la caracterización del fruto en San Martín de las Pirámides en los muestreos realizados en el año 2010 de frutos de tuna en estado de madurez, se puede observar que en el tratamiento testigo absoluto el parámetro de peso de tuna en (gr) fue en relación con los tratamientos testigo agua, Spinosad 20 mL, Spinosad 40 mL y el malatión y que los frutos tratados con Spinosad 40 obtuvo el peso de 155.5 gr; para el parámetro ancho de fruto (cm) para los tratamientos testigo absoluto y testigo agua, Spinosad 20 mL y malatión el tratamiento Spinosad 40ml, nos revela los frutos tratados fueron los que presentaron un ancho de fruto de 7.2 cm, para el parámetro largo de fruto dentro de los 5 tratamientos el Spinosad 40 mL, nos revela un 9.9 cm de largo de fruto en

relación con los otros tratamientos y en relación con el parámetro de peso de pulpa (gr), dentro de los tratamientos aplicados en la unidad experimental nos revela que el Spinosad 40 mL 90.6 gr de peso de pulpa; los resultados obtenidos para el parámetro de peso de cascara (gr), los resultados obtenidos nos muestra que el tratamiento Spinosad 40 mL 64.6 peso de cascara en relación con los otros tratamientos y para el parámetro de grados °brix, se observa en el cuadro 16, que los frutos tratados con Spinosad 40 mL, obtuvieron 17.6 grados °brix. El comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) y de los azúcares es de suma importancia en la fisiología del desarrollo, por su efecto en la calidad postcosecha de la tuna (Corrales – García 2003). Lakshimaraya *et al* (1979), la primera presencia de cantidades significativas de azúcares se registran a partir de la semana 11. Subsecuentemente un incremento rápido en el contenido de azúcares se alcanza al llegar la madurez completa.

**Cuadro 16. - Caracterización de frutos de tuna en estado maduro en San Martín de las Pirámides 2010.**

Tratamientos	Peso (gr) del fruto (promedio 6 frutos *)	Ancho (cm) del fruto (*)	Largo (cm) del fruto *	Peso (gr) de la pulpa *	Peso (gr)de la cáscara	Grados Brix
Testigo absoluto	111.7 e	4.6 e	7.8 e	76.1 e	36.6 e	15.5 d
Testigo agua	118.2 d	4.8 d	8.8 d	78.2 d	40.1 d	15.6 d
Spinosad 20mL	132.7 c	5.3 c	9.0 c	81.2 c	51.9 c	16.8 c
Spinosad 40 mL	155.5 a	7.2 a	9.9 a	90.6 a	64.6 a	17.6 a
Malation	141.2 b	6.5 b	9.5 b	86.5 b	54.8 b	16.5 b

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

En el cuadro 17, se presentan los resultados obtenidos en la caracterización del fruto en San Martín de las Pirámides en los muestreos realizados en el año 2011 de frutos de tuna en estado de madurez, se puede observar que en el tratamiento testigo absoluto el parámetro de peso de tuna en (gr) fue en relación con los tratamientos testigo agua, Spinosad 20 mL, Spinosad 40 mL y el malatión y que los frutos tratados con Spinosad 40 obtuvo el peso de 192.7 gr; para el parámetro ancho de fruto (cm) para los tratamientos testigo absoluto y testigo agua, Spinosad 20 mL y malatión el tratamiento Spinosad 40ml, nos revela los frutos tratados fueron los que presentaron un ancho de fruto de 9.4 cm, para el parámetro largo de fruto dentro de los 5 tratamientos el Spinosad 40 mL, nos revela un 12.1 cm de largo de fruto en relación con los otros tratamientos y en relación con el parámetro de peso de pulpa (gr), dentro de los tratamientos aplicados en la unidad experimental nos revela que el Spinosad 40 mL 115.8 gr de peso de pulpa; los resultados obtenidos para el parámetro de peso de cascara (gr), los resultados obtenidos nos muestra que el tratamiento Spinosad 40 mL 80.9 peso de cascara en relación con los otros tratamientos y para el parámetro de grados °brix, se observa en el cuadro 17, que los frutos tratados con Spinosad 40 mL, obtuvieron 16.6 grados °brix.

**Cuadro 17. - Caracterización de frutos de tuna en estado maduro en San Martín de las Pirámides 2011.**

Tratamientos	Peso (gr) del fruto (promedio 6 frutos *	Ancho (cm) del fruto *	Largo (cm) del fruto *	Peso (gr) de la pulpa *	Peso (gr)de la cáscara *	Grados Brix *
Testigo absoluto	131.7 e	5.7 e	8.6 e	84.4 e	48.9 e	16.1 d
Testigo agua	142.4 d	6.6 d	9.6 d	86.6 d	56.4 d	17.2 c
Spinosad 20mL	158.9 c	7.4 c	10.1 c	93.8 c	64.9 b	17.5 c
Spinosad 40 mL	192.7 a	9.4 a	12.1 a	115.8 a	80.9 a	18.9 a
Malation	174.2 b	8.7 b	11.3 b	98.2 b	75.8 c	17.6 b

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

En el cuadro 18, se presentan los resultados obtenidos en la caracterización del fruto en Nopaltepec los muestreos realizados en el año 2010 de frutos de tuna en estado de madurez, se puede observar que en el tratamiento testigo absoluto el parámetro de peso de tuna en (gr) fue en relación con los tratamientos testigo agua, Spinosad 20 mL, Spinosad 40 mL y el malatión que lo frutos tratados con Spinosad 40 obtuvo el peso de 156.1 gr; para el parámetro ancho de fruto (cm) para los tratamientos testigo absoluto y testigo agua, Spinosad 20 mL y malatión el tratamiento Spinosad 40ml, nos revela los frutos tratados fueron los que presentaron un ancho de fruto de 7.4 cm, para el parámetro largo de fruto dentro de los 5 tratamientos el Spinosad 40 mL, nos revela un 9.6 cm de largo de fruto en relación con los otros tratamientos y en relación con el parámetro de peso de pulpa (gr), dentro de los tratamientos aplicados en la unidad experimental nos revela que el Spinosad 40 mL 91.3 gr de peso de pulpa; los resultados obtenidos

para el parámetro de peso de cascara (gr), los resultados obtenidos nos muestra que el tratamiento Spinosad 40 mL 63.9 peso de cascara en relación con los otros tratamientos y para el parámetro de grados °brix, se observa en el cuadro 18, que los frutos tratados con Spinosad 40 mL, obtuvieron 18.9 grados °brix.

**Cuadro 18.- Caracterización de frutos de tuna en estado maduro de Nopaltepec 2010.**

Tratamientos	Peso (gr) del fruto (promedio 6 frutos *)	Ancho (cm) del fruto (*)	Largo (cm) del fruto *	Peso (gr) de la pulpa *	Peso (gr) de la cáscara	Grados Brix
Testigo absoluto	86.8 e	3.3 e	5.5 e	54.3 e	32.9 e	15.4 d
Testigo agua	99.3 d	4.5 d	6.6 d	60.6 d	38.6 d	15.9 c
Spinosad 20mL	118.9 c	5.4 c	7.5 c	74.9 c	44.3 c	16.4 b
Spinosad 40 mL	156.1 a	7.4 a	9.6 a	91.3 a	63.9 a	16.6 a
Malation	136.1 b	6.3 b	8.7 b	83.1 b	53.6 b	16.3 b

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

En el siguiente cuadro 19, los resultados obtenidos en la caracterización del fruto en Nopaltepec los muestreos realizados en el año 2011 de frutos de tuna en estado de madurez, se puede observar que en el tratamiento testigo absoluto el parámetro de peso de tuna en (gr) fue en relación con los tratamientos testigo agua, Spinosad 20 mL, Spinosad 40 mL y el malatión que lo frutos tratados con Spinosad 40 obtuvo el peso de 164.5 gr; para el parámetro ancho de fruto (cm) para los tratamientos testigo absoluto y testigo agua, Spinosad 20 mL y malatión el tratamiento Spinosad 40ml, nos revela los frutos tratados fueron los que



presentaron un ancho de fruto de 9.2 cm, para el parámetro el parámetro largo de fruto dentro de los 5 tratamientos el Spinosad 40 mL, nos revela un 9.5 cm de largo de fruto en relación con los otros tratamientos y en relación con el parámetro de peso de pulpa (gr), dentro de los tratamientos aplicados en la unidad experimental nos revela que el Spinosad 40 mL 96.7 gr de peso de pulpa; los resultados obtenidos para el parámetro de peso de cascara (gr), los resultados obtenidos nos muestra que el tratamiento Spinosad 40 mL 71.9 peso de cascara en relación con los otros tratamientos y para el parámetro de grados °brix, se observa en el cuadro 18, que los frutos tratados con Spinosad 40 mL, obtuvieron 18.4 grados °brix.

**Cuadro 19.- Caracterización de fruto de tuna en estado maduro de Nopaltepec 2011.**

Tratamientos	Peso (gr) del fruto (promedio 6 frutos *)	Ancho (cm) del fruto (*)	Largo (cm) del fruto *	Peso (gr) de la pulpa *	Peso (gr) de la cáscara	Grados Brix
Testigo absoluto	109.9 e	5.4 e	6.6 e	73.9 e	36.0 e	16.4 d
Testigo agua	118.6 d	6.6 d	7.4 d	76.7 d	41.9 d	16.6 d
Spinosad 20mL	137.5 c	7.4 c	8.6 c	83.1 c	54.5 c	17.4 b
Spinosad 40 mL	164.5 a	9.2 a	9.5 a	96.7 a	71.9 a	18.4 a
Malation	153.3 b	8.3 b	9.1 b	90.5 b	62.8 b	17.1 c

DMS= Diferencias mínima significativa (Tukey con  $\alpha= 0.05$ ). Dentro de la misma letra son estadísticamente iguales.

## LITERATURA CONSULTADA

Bravo-Hollis, H. H. 1978. Las Cactáceas de México. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, 743 p.

CONANZA, 1994. Características y uso del nopal tuna en México pp. 9.

Corrales G., J. y C.A. Flores V. 2003. Nopalitos y tunas. Producción, comercialización, postcosecha e industrialización. CIESTAAM programa Nopal. Univ. Aut. Chapingo. 225 pp.

Corrales G.,F., Franco M. and J. Rodríguez C. 2011. Frit Characterization of twenty cactus pear (*Opuntia spp*) Accessions I. Physical and chemical characteristics at harvest. Acta Horticulturae 728: 199- 203

CACTUSNET 2009. Aprovechamiento integral de la Tuna. FAO/ICARDIA/CACTUSNET/Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina, núm. Esp. 10, Oct, p.100.

Cantwell T., M, S. Montiel R, A. Vega F. y S. Ayala L. ,1985. Cambios físico químicos durante la maduración y almacenamiento de tunas de selección de *Opuntia amyclaea*. I Congreso Nacional de Horticultura, Hermosillo, Sonora. p. 133

Chávez F.,S 1994. Manejo Postcosecha de nopal verdura. Aportaciones Técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas, Memorias, Morelos, Zacatecas CP. SARH. INCA RURAL.

Documento C (99) 10 FINAL. Taking the simple (1999) "Operational guideline for the control of the quality of produce exported under SCHEME".

Domínguez T., J. 1992. Efecto de la incidencia de daños por frío sobre la fisiología y calidad de frutos de tuna (*Opuntia Amyclaeae* T). Tesis de Maestría Colegio De Postgraduados, Montecillo, México. 78 p.

Gómez O., J. 1970. Determinación de algunos indicadores climatéricos para especies frutícolas caducifolias. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, México. 56 p.

Franco. 1993. Características del fruto de variedades de tunas registradas en la región Centro – Norte. Situación y perspectivas de la producción y comercialización de la tuna en la región Centro – Norte de México. CRUCEN – CUESTAAM.

Flores V.,C. 1992. Producción, industrialización y comercialización de la tuna en México. Conocimiento y aprovechamiento de nopal V Congreso Nacional. III. Congreso Internacional. Memoria de Resúmenes. UACH- CONACyT. Chapingo, México. p.106.

INEGI (Instituto nacional de Estadística Geografía e Informática) 2011. Comunicado Núm. 087/2011. Resultados definidos de IV conteo de población y vivienda 2010. INEGI.

Lakshminarayana. S., L. Alvarado - y – Sosa and F. Barrientos - Pérez. 1979. The development and postharvest physiology of the fruit of cactus pear (*Opuntia amyclaea*). In: G.E. Inglet y G. Charalambus (eds.). Tropical Foods: and Chemistry and Nutrition. Vol. 1. Academic Press. New York: pp 69 – 93.

Saenz Q.,L.A. Y C. Diaz M. 1990. Caracterización físico – química de tunas de 14 formas de nopal de la selección de CEZAC parte II, Propiedades químicas IV Reunión Nacional sobre conocimiento y aprovechamiento del nopal. Colección de Congresos. Zacatecas, México p:11.

SIAP- SIACON (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta) 2011. Anuario Estadístico de la producción Agrícola 2011. SIAP – SIACON 1980 – 2011. SAGARPA. México.

Pantástico E. B. Matto, A. K. Murata, T y Ogata K. 1979. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas. Cía. Ed. Continental S. A: México. pp 24-26, 80, 11 1-121, 129-139.

Thompson, G. D., R. Dutton y T. C. Sparks. 2000. Spinosad - a case study: an example from a natural products discovery programmer. *Pest Manag Sci* 56:696-702.

Valenzuela, A. I., D. S. Popab, M. J. Redondoc y J. Mañes. 2001. Comparison of various liquid chromatographic methods for the analysis of avermectin residues in citrus fruits. *J. Chromatogram. A*. 918: 59–65.

West, S. D., L. T., Yeh, L. G., Turner, D. A., Schwedler, A. D., Thomas, y D. O., Duebelbeis. 2000. Determination of spinosad and its metabolites in food and environmental matrices. 1. High-performance liquid chromatography with ultraviolet detection. *J. Agric. Food Chem.*, 48(11): 5131-5137.

Wills R. H.H, T. H. Lee, W, McKesson, E. G. Hall and D. Graham, 1981. *Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. New South Wales Universty, Australia. 528: 198- 223

## ANEXO A

### PROCESO PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE PLAGUICIDAS

- Lugar donde se desarrollará el estudio, se produce comercialmente el cultivo y presencia regular de la plaga a evaluar.
- La plaga objetivo debe estar presente en el lugar donde se realice el estudio. Además, deben realizarse estimaciones antes y después de la aplicación del producto a evaluar.
- Cuando se pretenda obtener la autorización de uso en varios cultivos contra una misma plaga, se deberá presentar un estudio de efectividad biológica en los cultivos representativos de cada familia botánica; siempre y cuando la fenología del cultivo, biología de la plaga y las prácticas culturales del cultivo sean similares.
- El cultivo debe ser sembrado y tratado en forma similar a un cultivo comercial, evitando siembras tardías o cultivos protegidos.
- Se permite la utilización de otros insumos en el desarrollo del estudio, mientras no interfieran con los resultados, sin embargo deberá de justificarse su uso en el informe.
- El diseño experimental debe permitir realizar análisis estadístico que aplique análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias.
- Se debe utilizar un diseño con cuatro repeticiones y un mínimo de tres, cuando sea justificado, incluyendo tres dosis del plaguicida a evaluar, un testigo regional y un testigo absoluto o no tratado; este último puede omitirse con plena justificación técnica.
- El equipo de aplicación debe ser calibrado, de tal forma de asegure una aplicación correcta.

- Las condiciones meteorológicas prevalecientes durante el desarrollo del estudio que influyan en la eficacia del plaguicida, deberán ser reportadas y relacionadas con el resultado obtenido.
- Dependiendo de la plaga que se pretenda evaluar, el método utilizado debe especificar tipo y número de evaluaciones, tamaños mínimos de muestras y métodos de muestreo, tomando en cuenta el conocimiento del ciclo de vida y comportamiento de la plaga por controlar.
- Se debe registrar y describir la fitotoxicidad al cultivo, especificando tipo y grado en referencia al testigo absoluto en los casos que ocurra.

México como país exportador de hortalizas, estableció a partir del año 2000 prácticas que reducen los riesgos de contaminación. En el 2007 se modificó la ley Federal de Sanidad Vegetal, con el propósito de tipificar como delito los actos que ponen en riesgo la salud humana y se estableció la implementación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación (SSRC) en la producción primaria de vegetales (LFSV, 2007). La implementación de estos sistemas previene la introducción de peligros de contaminación a lo largo de la cadena de producción de alimentos y asegura de que se cumplan con los niveles de protección establecidos por el consumidor (Gorris, 2006). La campaña para el buen uso y manejo de agroquímicos (BUMA), es capacitar y concienciar, a los usuarios (personal técnico, administrativo, personal ocupacionalmente expuesto, usuarios en general y/o a personas comprometidas y dispuestas a colaborar con los objetivos de la campaña) involucrados en el campo para evitar posibles daños a la salud y al medio ambiente por su mal uso de los productos para la protección de los cultivos.

**Acciones Generales:** Capacitación a responsables técnicos de empresas formuladoras, casas comercializadoras de agroquímicos, personal técnico de empresas productoras o unidades agrícolas, preparación del personal de producción en el buen uso y manejo de agroquímicos.

Revisión de instalaciones en puntos bases del BUMA y el Manejo Integrado de plagas.

Constancia BUMA para obtener certificaciones para exportación de productos agrícolas y eliminación de riesgos por el uso indebido de los agroquímicos. Cumplimiento de la regulación oficial en línea con el Código Internacional de Conducta de la FAO. Estas acciones se desarrollan bajo los principios enunciados en el Código de Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) que se refieren a: Estimular la aplicación de prácticas comerciales responsables y de aceptación general; Garantizar la manipulación y utilización segura de los productos. Promover prácticas que fomenten el uso seguro y eficaz de plaguicidas, lo que implica la reducción al mínimo de los efectos perjudiciales para los seres humanos y el ambiente y la prevención del envenenamiento accidental provocado por una manipulación impropia. Asegurar que se utilicen eficazmente los plaguicidas para mejorar la producción agrícola y la sanidad de los seres humanos, animales y plantas. Por ello, la aplicación de dicho Código implica, la reducción al mínimo de los riesgos al ser humano y al ambiente, lo cual se difunde e implementa a través de la campaña BUMA. Dada la falta de información validada de productos insecticidas de bajo impacto a la salud humana y medio ambiente los cuales puedan ser utilizados por los agricultores bajo un esquema que considere los ordenamientos oficiales aplicables en la materia como son los lineamientos para la certificación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manejo en los Procesos de Producción de Frutas y Hortalizas para Consumo humano en fresco (SENASICA, 2007) enmarcados en las políticas de Inocuidad Alimentaria del Gobierno Federal, para la exportación de tuna, se plantea dentro del presente estudio, la evaluación de la efectividad biológica del producto Spinosad (Tracer ®) algunos plaguicidas para el control del trips en el cultivo de nopal – tuna en los municipios de San Martín de las pirámides y en Nopaltepec, como un producto alternativo a los convencionales.

## **ANEXOS**

### **NORMA DEL CODEX PARA LA TUNA (CODEX STAN 186-1993)**

#### **1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de tunas obtenidas de *Opuntia ficus indica*, *O.streptachanthae*, y *O. lindheimeiri*, de la familia *Cactaceae*, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen las tunas destinadas a la elaboración industrial.

#### **2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD**

##### **2.1 REQUISITOS MÍNIMOS**

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las tunas deberán:

Estar enteras

Estar sanas, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no

Sean aptos para el consumo

Estar limpias, y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible; estar prácticamente exentas de daños causados por plagas; estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.

Estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraños

Ser de consistencia firme

Tener un aspecto fresco

Estar exentos de daños causados por bajas temperaturas

Estar exentas de espinas

Estar exentas de manchas pronunciadas

Estar suficientemente desarrolladas y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto.



Dependiendo de la variedad de la tuna, el receptáculo de la fruta será plano o ligeramente hundido. Las tunas deberán presentar la forma, color, sabor y olor característicos de la especie.

**2.1.1** El desarrollo y condición de las tunas deberán ser tales que les permitan: soportar el transporte y la manipulación; y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

## **2.2 CLASIFICACIÓN**

Las tunas se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

### **2.2.1 Categoría “Extra”**

Las tunas de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

### **2.2.2 Categoría I**

Las tunas de esta categoría deberán ser de buena calidad y característicos de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

Defectos leves de forma y color

Defectos leves de la piel debidos a magulladuras, manchas producidas por el sol, costras, manchas u otros defectos superficiales. La superficie total afectada no deberá superar el 4%.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

### **2.2.3 Categoría II**

Esta categoría comprende las tunas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Las tunas de esta categoría deberán ser características de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando las tunas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

Defectos de forma y color, siempre y cuando el producto tenga las características propias de la tuna;

Defectos de la piel debidos a magulladuras, cicatrices, costras, manchas producidas por el sol u otros

Defectos. La superficie total afectada no deberá superar el 8%.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

### **3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES**

El calibre se determina por el peso de la tuna, de acuerdo con el siguiente cuadro:

<b>Código de calibre</b>	<b>Peso ( En gramos)</b>
A	90 – 105
B	105 – 140
C	140 – 190
D	190 – 270
E	> 270

### **4. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS**

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

#### **4.1 TOLERANCIAS DE CALIDAD**

##### **4.1.1 Categoría “Extra”**

El 5%, en número o en peso, de las tunas que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

##### **4.1.2 Categoría I**

El 10%, en número o en peso, de las tunas que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

##### **4.1.3 Categoría II**

El 10%, en número o en peso, de las tunas que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre, irregularidades pronunciadas, o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

#### **4.2 TOLERANCIAS DE CALIBRE**

Para la Categoría “Extra”, el 5%, y para las Categorías I y II el 10%, en número o en peso, de las tunas que no satisfagan los requisitos relativos al calibre, pero que entren en la categoría inmediatamente superior o inferior a las indicadas en la Sección 3.

### **5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN**

#### **5.1 HOMOGENEIDAD**

El contenido de cada envase (o lote, para productos presentados a granel) deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por tunas del mismo origen, variedad, calidad y calibre. Para la Categoría “Extra”, el color y la madurez deberán ser homogéneos. La parte visible del contenido del envase (o lote, para productos presentados a granel) deberá ser representativa de todo el contenido.

#### **5.2 ENVASADO**

Las tunas deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos<sup>1</sup>, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Las tunas deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas

Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995).

##### **5.2.1 Descripción de los Envases**

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la

conservación apropiados de las tunas. Los envases (o lote, para productos presentados a granel) deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

## **6. MARCADO O ETIQUETADO**

### **6.1 ENVASES DESTINADOS AL CONSUMIDOR**

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos

Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

#### **6.1.1 Naturaleza del Producto**

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad.

#### **6.2 ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR**

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de formas legibles e indelebles y visibles desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan el envío. Para los productos transportados a granel, estas indicaciones deberán aparecer en el documento que acompaña a la mercancía.

##### **6.2.1 Identificación**

Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo).

##### **6.2.2 Naturaleza del Producto**

Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad o tipo comercial (facultativo).

##### **6.2.3 Origen del Producto**

País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

##### **6.2.4 Especificaciones Comerciales**

Categoría

Calibre (código de calibre o gama de pesos en gramos)

Número de unidades (facultativo)

Peso neto (facultativo)

### **6.2.5 Marca de Inspección Oficial (facultativa)**

## **7. CONTAMINANTES**

**7.1** El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (CODEX STAN 193-1995).

**7.2** El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

## **8. HIGIENE**

**8.1** Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 53-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

**8.2** El producto deberá ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL21-1997).