

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE
NOPAL VERDURA *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. EN
LA DELEGACIÓN DE MILPA ALTA, MÉXICO, D.F.



COORDINACIÓN DE MAESTRÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

T E S I
Q U E P R E S E N T A :

IGNACIO ANTONIO JARQUÍN NIETO

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
**MAESTRO EN CIENCIAS EN
PROTECCIÓN VEGETAL**



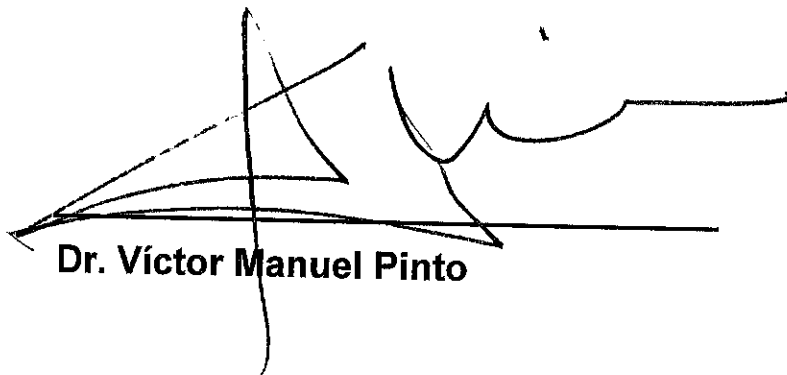
Chapingo, México., abril del 2007

**DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE NOPAL
VERDURA *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. EN LA DELEGACIÓN
DE MILPA ALTA, MÉXICO, D.F.**

Tesis realizada por **Ignacio Antonio Jarquín Nieto** bajo la dirección de los Drs. Víctor Manuel Pinto, Samuel Ramírez Alarcón y aprobada por el Comité Asesor indicado, y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

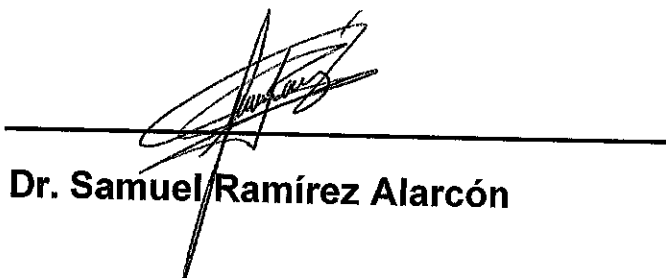
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. Víctor Manuel Pinto

CODIRECTOR:



Dr. Samuel Ramírez Alarcón

ASESOR:



M. C. Antonio Segura Miranda

DATOS BIOGRÁFICOS

Ignacio Antonio Jarquín Nieto nació el 17 de enero de 1956 en la ciudad de México, Distrito Federal, México. Su instrucción básica la recibió en la misma ciudad y la educación media superior y profesional, la cursó en la Universidad Autónoma Chapingo en el municipio de Texcoco, México, egresando como Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola en el año de 1982. En la misma universidad ingresa al Programa de la Maestría en Protección Vegetal en el año de 2004, completando los créditos del posgrado en el año de 2006. Su carrera la ha desarrollado tanto en el sector oficial como en la iniciativa privada. Es profesionista independiente Tercero Especialista Fitosanitario en Materia de Verificador de Empresas de Plaguicidas reconocido por la SAGARPA.

Entre sus actividades profesionales destacan: ocupar la jefatura de la Oficina de Residuos Sólidos, evaluando estudios y proyectos para la prevención y control de la contaminación del suelo, además de representar a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en los trabajos de la Subcomisión de Agroquímicos de la Comisión Nacional de Ecología; desempeñar el cargo de jefe del Departamento de Residuos Sólidos Mineros, participando en la creación de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (1983-1989). Jefe del Departamento de Control Sanitario de Plaguicidas y Fertilizantes en la Secretaría de Salud, representando a la SSA en los Subcomités que integran la CICOPALFEST (1989-1991), y en la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural como jefe del Departamento de Empresas de Plaguicidas e Insumos de Nutrición Vegetal (1995-1998). En la iniciativa privada como accionista y Director en la empresa Productos Agrícolas y Derivados, S. A. de C. V. (1991-1995).

DEDICATORIA

A mi esposa, con todo el cariño, respeto y admiración.
Te amo Paty.

A mis hijas Natalia y Diana.
Mis tesoros.

A mis padres
Gracias por hacer de mí un hombre de bien, igual que ustedes.
Los amo.

A mis hermanas María de los Ángeles, Hortensia, Imelda y Lorena.
Siempre unidos.

A mis amigos Carlos Flores T., Concho, Pinto, Samuel, Segura,
Ponce, Marcelo, Galeana, Laura, Esperanza, Teolinca, Norma,
Cándia, Martín, Abimael y Efraín.
Gracias por su apoyo y consejos para el logro de esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de México, que a través de su Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y de la Universidad Autónoma Chapingo, hicieron posible la obtención del presente grado académico.

Al Dr. Samuel Ramírez Alarcón y al Dr. Víctor Manuel Pinto, quienes como amigos y consejeros, demostraron ser una fuente constante de apoyo durante mi formación académica, así como en la realización, culminación y publicación de la presente investigación.

Al Dr. Concepción Rodríguez Maciel, quien con su amistad y palabras de aliento me impulsaron al logro de esta meta.

Al M. C. Antonio Segura Miranda, al M. C. Francisco Ponce González y al M.C. Juan Manuel Ruíz Tapia, por su amistad, apoyo y revisión del presente trabajo.

A los profesores del Programa en Protección Vegetal por compartir su conocimiento, tiempo y experiencia para mi formación académica.

A la empresa Plant Health Care de Mexico por su disposición en la presente investigación en beneficio de los productores de nopal verdura de Milpa Alta.

A mis compañeros de generación por los buenos y agradables momentos compartidos.

A todas las personas que no he nombrado, pero que de una o de otra forma contribuyeron en mi formación y elaboración de este trabajo.

CONTENIDO

	Pag.
Índice de cuadros	<i>xii</i>
Índice de figuras	<i>xii</i>
Resumen	<i>xv</i>
Summary	<i>xv</i>

CAPÍTULO 1

CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA EN LA DELEGACIÓN DE MILPA ALTA, D.F.

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Objetivos	2
2.	CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA EN LA DELEGACIÓN DE MILPA ALTA, D.F.	4
2.1	Posicionamiento por coordenadas (GPS)	4
2.1.1.	Materiales y métodos	5
2.1.2.	Rutas de monitoreo	5
2.1.3.	Resultados de la caracterización	5
3.	LITERATURA CITADA	7

CAPITULO 2

PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL NOPAL VERDURA EN MILPA ALTA

1.	PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL NOPAL VERDURA	8
1.1.	Plagas de importancia en Milpa Alta	8

1.1.1.	Cochinilla del nopal <i>Dactylopius opuntiae</i> Cockerell (Homóptera: Dactylopiidae)	8
1.1.1.1.	Descripción morfológica y biología	8
1.1.1.2.	Daños	9
1.1.1.3.	Control	10
1.1.2.	Picudo del nopal <i>Metamasius (Cactopahagus) spinolae</i> Gyllenhaue (Coleóptera: Curculionidae)	10
1.1.2.1.	Descripción morfológica y biología	10
1.1.2.2.	Daños	11
1.1.2.3.	Control	12
1.1.3.	Chinche roja <i>Hesperolabops gelastops</i> Kirk (Heteróptera: Miridae)	12
1.1.3.1.	Descripción morfológica y biología	13
1.1.3.2.	Daños	13
1.1.3.3.	Control	14
1.1.4.	Chinche gris <i>Chelinidea tabulata</i> Burmeister (Heteróptera: Miridae)	14
1.1.4.1.	Descripción morfológica y biología	14
1.1.4.2.	Daños	15
1.1.4.3.	Control	15
1.1.5.	Gusano cebra <i>Melitara nephelepasa</i> Dyar (Lepidóptera: Pyralidae)	15
1.1.5.1.	Descripción morfológica y biología	16
1.1.5.2.	Daños	17
1.1.5.3.	Control	17
1.1.6.	Gusano telarañero <i>Platynota</i> n. sp. (Lepidóptera: Tortricidae)	17

1.1.6.1.	Descripción morfológica y biología	18
1.1.6.2.	Daños	19
1.1.6.3.	Control	19
1.2.	Plagas secundarias del nopal en Milpa Alta	19
1.2.1.	Picudo de las espinas <i>Cylindrocopturus birradiatus</i> Champion (Coleóptera: Curculionidae)	19
1.2.1.1.	Descripción morfológica y biología	19
1.2.1.2.	Daños	20
1.2.1.3.	Control	20
1.2.2.	Gusano blanco <i>Laniifera cyclades</i> Druce (Lepidóptera: Pyralidae)	20
1.2.2.1.	Descripción morfológica y biología	20
1.2.2.2.	Daños	21
1.2.2.3.	Control	22
1.2.3.	Diabrotica <i>Diabrotica</i> spp. (Coleóptera: Chrysomelidae)	22
1.2.3.1.	Descripción morfológica y biología	22
1.2.3.2.	Daños	23
1.2.3.3.	Control	23
1.2.4.	Trips del nopal <i>Neohydatothrips (Sericothrips) opuntiae</i> Hood (Thysanóptera: Thripidae)	24
1.2.4.1.	Descripción morfológica y biología	24
1.2.4.2.	Daños	24
1.2.4.3.	Control	24
1.2.5.	Mosca del nopal <i>Dasiops bennetti</i> Mc. Alpine (Díptera: Lonchaeidae)	25
1.2.5.1.	Descripción morfológica y biología	25
1.2.5.2.	Daños	25
1.2.5.3.	Control	25

1.2.6.	Gusano de alambre <i>Melanotus</i> spp. (Coleóptera: Cerambycidae)	26
1.2.6.1.	Descripción morfológica y biología	26
1.2.6.2.	Daños	26
1.2.6.3.	Control	26
1.2.7.	Gallina ciega <i>Phyllophaga</i> spp. (Coleóptera: Melolonthidae)	27
1.2.7.1.	Descripción morfológica y biología	27
1.2.7.2.	Daños	27
1.2.7.3.	Control	27
1.2.8.	Barrenador del nopal <i>Moneilema</i> spp. (Coleóptera: Cerambycidae)	27
1.2.8.1.	Descripción morfológica y biología	27
1.2.8.2.	Daños	28
1.2.8.3.	Control	28
1.2.9.	Caracol <i>Helix aspersa</i> Müller (Mollusca: Gastropoda)	28
1.2.9.1.	Descripción morfológica y biología	28
1.2.9.2.	Daños	29
1.2.9.3.	Control	29
1.2.10.	Palomilla del nopal <i>Cactoblastis cactorum</i> Gerg. (Lepidóptera: Pyralidae)	29
1.2.10.1.	Descripción morfológica y biología	30
1.2.10.1.1.	Ciclo de vida	31
1.2.10.2.	Monitoreo y control	32
1.3.	Enfermedades del nopal en Milpa Alta	32
1.3.1.	Mancha o pudrición café bacteriana <i>Pseudomonas viridiflava</i>	33
1.3.1.1	Control	33

1.3.2.	Mancha bacteriana <i>Erwinia</i> sp.	34
1.3.2.1	Control	34
1.3.3.	Pudrición negra <i>Macrophomia</i> sp.	34
1.3.3.1.	Control	35
1.3.4.	Engrosamiento de cladodios (virus o micoplasmas)	35
1.3.4.1.	Control	35
1.3.5.	Pudrición seca de la penca <i>Phoma</i> sp.	35
1.3.5.1.	Control	35
1.3.6.	Etiología del Cacarizo del nopal verdura	36
1.3.6.1.	Antecedentes	36
1.3.6.2.	Resultados de la etiología del cacarizo	36
2.	LITERATURA CITADA	38

CAPÍTULO 3

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS

1.	INTRODUCCIÓN	41
2.	EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE DOS INSECTICIDAS	41
2.1.	Productos evaluados	41
2.1.1.	Características de los productos insecticidas a evaluar	42
2.2.	Validación de los estudios de efectividad biológica	42
2.3.	Materiales y métodos	43
2.3.1.	Lugar del estudio	43
2.3.2.	Formulación de los productos evaluados	43
2.3.3.	Equipo de aplicación	44

2.3.4.	Parámetros de medición de la efectividad biológica y de la fitotoxicidad	44
2.3.5.	Diseño del experimento	45
2.3.5.1.	Para <i>B. bassiana</i>	45
2.3.5.2.	Para azadiractina	45
2.3.6.	Método de evaluación	45
2.3.7.	Análisis estadístico	46
2.3.8.	Tamaño de la muestra y método de muestreo	46
2.3.8.1.	Para <i>B. bassiana</i>	46
2.3.8.2.	Para azadiractina	46
2.3.9.	Frecuencia del muestreo	46
2.3.9.1.	Para <i>B. bassiana</i>	46
2.3.9.2.	Para azadiractina	46
2.4.	Verificación de los estudios	47
2.5.	Resultados de la evaluación de <i>B. bassiana</i>	48
2.5.1.	Muestreo I (previo)	48
2.5.2.	Muestreo II	48
2.5.3.	Muestreo III	48
2.6.	Conclusiones de la evaluación de <i>B. bassiana</i>	49
2.7.	Resultados de la evaluación de azadiractina	50
2.7.1.	Muestreo I (previo)	50
2.7.2.	Muestreo II	50
2.7.3.	Muestreo III	50
2.7.4.	Muestreo IV	50
2.8.	Conclusiones de la evaluación de azadiractina	51
3.	LITERATURA CITADA	52

CAPÍTULO 4

MANEJO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA

1.	INTRODUCCIÓN	53
2.	MANEJO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA EN MILPA ALTA	53
2.1.	Formas de reproducción del nopal	53
2.1.1.	Reproducción sexual o por semilla	53
2.1.2.	Reproducción asexual o vegetativa	53
2.2.	Selección del material vegetativo	54
2.3.	Tratamiento del material vegetativo	51
2.4.	Preparación del terreno	51
2.5.	Establecimiento de plantaciones	54
2.6.	Control de malezas	55
2.7.	Poda	55
2.8.	Abonado	56
2.9.	Fertilización	53
2.10.	Control de plagas	56
2.10.1.	Control cultural de insectos	57
2.10.2.	Control químico	57
2.11.	Organismos auxiliares para el control de plagas y enfermedades	59
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
4.	LITERATURA CITADA	61
Apéndice 1	Sitios georeferenciados en Milpa Alta y mapas de distribución de las plagas y enfermedades detectadas	62
Apéndice 2	Análisis estadístico de las variables estudiadas	71

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO 3

Cuadro 1.	Escala de puntuación propuesta por la EWRS para evaluar el control de maleza y fototoxicidad al cultivo, y su interpretación agronómica y porcentual.	44
Cuadro 2.	Número de insectos de chinche roja, <i>Hesperolabops gelastops</i> Kirk en nopal verdura. Resumen de todos los muestreos.	49
Cuadro 3	Número de insectos vivos de cochinilla, <i>Dactylopius opuntiae</i> (Cockerell) Moran, en nopal verdura. Resumen de todos los muestreos	51

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Pag.

Figura 1.	Puntos de geoposición satelital de la zona agrícola estudiada.	6
-----------	--	---

CAPÍTULO 2

Figura 1.	Cochinilla del nopal (<i>Dactylopius opuntiae</i>). A y B) Cladodios con una alta infestación de cochinilla.	9
Figura 2.	Plantas infestadas con cochinilla. A y B) Plantas con síntomas de amarillamiento y nopalitos de baja calidad.	9
Figura 3.	Adulto del picudo del nopal (<i>Cactophagus spinolae</i>). A) Adulto con las dos manchas rojas en la parte anterior del protorax y dos bandas anaranjadas en cada élitro. B) Rostrum curvado, antenas geniculadas y el tórax reticulado.	11

Figura 4.	Daños de la larva del picudo del nopal. A) Gomosis en la entrada de la galería. B y C) Galerías en los tallos maduros.	12
Figura 5.	Adultos de chinche roja (<i>Hesperolabops gelastops</i>).	13
Figura 6.	Ninfa de chinche roja.	13
Figura 7.	Daños ocasionados por la chinche roja. A) Daños iniciales. B) Daños avanzados.	14
Figura 8.	Adulto de la chinche gris (<i>Chelinidea tabulata</i>).	15
Figura 9.	Gusano cebra (<i>Melittara nephelepasa</i>). A) Adulto. B) Larva. C) Pupa. D) Daño de la larva en un cladodio.	16
Figura 10.	Gusano telarañero (<i>Platynota</i> n. sp.). A) Adulto. B) Larva. C) Daño de la larva en el ápice de un cladodio joven.	18
Figura 11.	Picudo de las espinas <i>Cylindrocopturus</i> sp. A) Adulto. B) Larva. C) Pupa.	20
Figura 12.	Gusano blanco <i>Laniifera cyclades</i> . A) Adulto. B) Excretas de la larva "montoncillos de arroz".	21
Figura 13.	Diabroticas. A) <i>Diabrotica balteata</i> . B) <i>D. virgifera</i> . C) <i>D. undecimpunctata</i>	23
Figura 14.	Adulto de <i>Neohydatothrips opuntiae</i> .	24
Figura 15.	Mosca del nopal <i>Dasiops bennetti</i> . A) Adulto. B) Larva.	25
Figura 16.	Gusano de alambre <i>Melanotus</i> sp. A) Larvas. B) Adulto.	26
Figura 17.	Gallina ciega <i>Phyllophaga</i> sp. A) Larva. B) Adultos.	27
Figura 18.	Barrenador del nopal <i>Moneilema</i> sp. A) Larvas. B) Adulto.	28
Figura 19.	Caracol <i>Helix aspersa</i> .	29
Figura 20.	A) Predio de pastoreo en Australia B) El mismo predio después de la introducción de <i>Cactoblastis cactorum</i> .	30
Figura 21.	Palomilla del nopal <i>Cactoblastis cactorum</i> . A) Adultos. B) Hembra ovipositando. C) Masas de huevecillos. D) Larvas de la palomilla alimentándose del interior de un cladodio. E y F) Daños de las larvas de la palomilla del nopal.	31

Figura 22.	Plantas con síntomas de la Mancha bacteriana <i>Erwinia carotovora</i> var. <i>Carotovora</i> .	34
Figura 23.	Cladodios con síntomas del cacarizo del nopal.	36
Figura 24.	Conidioforos y conidios de <i>Alternaria</i> sp. Aislados del cacarizo del nopal verdura.	37
Figura 25.	Ascas y ascosporas de <i>Pleospora</i> sp. obtenidas de cajas petri con cortes del pronoto y cabeza de la chinche roja.	37

CAPÍTULO 3

Figura 1.	Marcado de las unidades experimentales con azadiractina.	47
Figura 2.	Marcado de las unidades experimentales con <i>B. bassiana</i> .	47
Figura 3.	Equipo de aplicación.	47
Figura 4.	Verificación de los estudios de efectividad.	47

**DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA *Opuntia ficus indica* (L.)
MIII. EN LA DELEGACIÓN DE MILPA ALTA, MÉXICO, D.F.**

**PHYTOSANITARY STUDY OF THE PRICKLY PEAR CROP, *Opuntia ficus indica* (L.) MIII. IN
MILPA ALTA DELEGATION, MÉXICO, D.F.**

I. Antonio Jarquín-Nieto¹, Víctor Manuel Pinto y Samuel Ramírez Alarcón²

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivos: caracterizar las zonas de cultivo de nopal verdura, identificar las principales plagas y enfermedades presentes en el cultivo, evaluar la efectividad biológica de dos insecticidas y compilar información de manejo y control de plagas y enfermedades en la Delegación de Milpa Alta, D.F. Se establecieron 6 las rutas de monitoreo para la caracterización, realizándose 48 visitas durante el periodo de julio a noviembre del 2006. Se geoposicionaron 62 sitios revisando 100 plantas de cada parcela. Se detectaron las plagas: Cochinilla del nopal *Dactylopius opuntiae*, Picudo del nopal *Metamasius spinolae*, Chinche roja *Hesperolabops gelastops*, Chinche gris *Chelinidea tabulata*, Gusano telarañero *Platynota* n. sp. y Gusano cebra *Melitara nephelapasa* como las de mayor incidencia y a las enfermedades: Mancha café *Pseudomonas viridiflava*, Mancha bacteriana *Erwinia* sp., Pudrición negra *Macrophomia* sp. y al Cacarizo del nopal causado por *Alternaria* sp. y *Pleospora* sp., realizándose para esta última un estudio etiológico. Se evaluaron los insecticidas *Beauveria bassiana* Bea-Sin® y Azaridactina Neeem® para el control de *H. gelastops* y *D. opuntiae* respectivamente, reportando los tratamientos insecticidas de cada evaluación, una efectividad biológica similar y adecuada contra las plagas de cada evaluación.

Palabras claves: Incidencia, eficacia, control químico.

SUMMARY

This work was carried out with the following objectives: to characterize the prickly pear cultivation areas in Milpa Alta Delegation, México D.F., to identify their main pests and diseases, to evaluate the effectiveness of two natural insecticides, and to compile information on phytosanitary management for prickly pear farmers. Six inspection were settled down, being carried out 48 inspections from July to November, 2006. 62 cultivation sites were ubicated by GPS devices, examining 100 plants/site. The pests with higher incidence on the crop were: Prickly pear cochineal, *Dactylopius opuntiae*; Cactus weevil, *Metamasius spinolae*; Red bug, *Hesperolabops gelastops*; Grey bug, *Chelinidea tabulata*; Web worm, *Platynota* sp; and Zebra worm, *Melitara nephelapasa*; and the main diseases were: Brown spot caused by *Pseudomonas viridiflava*; Bacterial spot by *Erwinia* sp; Black rot by *Macrophomina* sp; the cacarizo by *Alternaria* sp and *Pleospora* sp, being carried out for this last disease an ethiological study. The two insecticides evaluated for controlling *H. gelastops* and *D. opuntia*, were a *Beauveria bassiana* and an azadirachtin based, respectively, being reported with a similar and appropriate biological effectiveness on those pests.

Key words: incidence, efficiency, chemical control.

¹ Tesista

² Director de tesis

¹ Thesis writer

² Director thesis

CAPÍTULO 1

DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. EN LA DELEGACIÓN DE MILPA ALTA, MÉXICO, D.F.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del nopal ha desempeñado un papel importante en las diversas culturas de México desde tiempos remotos. Algunas de ellas destinaron este cultivo para el consumo humano como fruto o verdura (Granados y Castañeda, 1997). Este cultivo representa un importante ingreso para muchas familias, por su uso en la alimentación humana, como medicina tradicional, industria cosmética y alimentaria. Otra forma de utilización es la fibra en la fabricación de canastas y floreros. Ciertas especies son muy apreciadas como fruta de mesa y otras para engorda de animales (Flores, 1989).

El nopal verdura se cultiva en diferentes zonas de México, siendo Milpa Alta la de importancia mayor por área cultivada (SIAP, 2005). Sin embargo, al igual que cualquier otro producto agrícola, la producción se ve afectada por plagas que la atacan en diferentes épocas del año. Al respecto, se han realizado algunos trabajos enfocados al reconocimiento de los insectos plaga en este cultivo. García (1965), mencionó a *Chelinidea tabulata*, *Dactylopius indicus*, *Cactophagus spinolae*, *Olycella nephelepasa*, *Laniifera cyclades*, y *Hesperolabops gelastops*, presentes en el Valle de México. Méndez (1994), indicó que se han hecho estudios en forma aislada para plagas específicas realizados por varios investigadores; de ellos, pocos son los trabajos que abordan aspectos de control de insectos plaga del nopal, recomendando además productos químicos con base en trabajos realizados hace más de 30 años. Flores (1999) refirió que la falta de información validada por empresas de plaguicidas es casi nula, resultando en recomendaciones erróneas por

comercializadoras de plaguicidas con el único afán de la venta de estos agroquímicos.

Sánchez (2002), en un trabajo de investigación mencionó que en la literatura extranjera se registran 13 insectos plaga del nopal, pero en nuestro país prácticamente se desconocen. En el mismo trabajo identificó y describió a *Dactylopius opuntiae*, "cochinilla del nopal"; *H. gelastops*, "chinche roja"; *C. tabulata*, "chinche gris"; *Metamasius spinolae*, "picudo del nopal"; *Melitara nephelapasa*, "gusano cebra"; y *Platinota* n. sp. "gusano telarañero", como las especies de insectos plaga asociados con el cultivo del nopal *Opuntia ficus indica*. Así como a sus enemigos naturales y su fluctuación poblacional en la zona de Milpa Alta México.

Por otra parte, en la Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola (SAGAR, 1999), el único plaguicida autorizado para el cultivo de nopal en México es *Bacillus thuringiensis* para el control de *Parayelosis transitella*, "gusano joroba roja". Dada la falta de información y compilación de la existente para la identificación de plagas y enfermedades del nopal, así como de estrategias de control químico de insectos plaga del nopal verdura de bajo impacto a la salud y medio ambiente, considerando los ordenamientos oficiales aplicables en la materia como 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 (SAGARPA, 2002), enmarcados en las políticas de Inocuidad Alimentaria del Gobierno Federal entre otros, se realizó la presente investigación con los objetivos siguientes:

- 1 Caracterizar las zonas de cultivo de nopal verdura en la Delegación de Milpa Alta, D.F.
2. Identificar las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de nopal verdura en el área de estudio.

3. Evaluar la efectividad biológica de algunos productos químicos para el control de insectos plaga del nopal verdura.
4. Compilar información de manejo y control de plagas y enfermedades en el cultivo de nopal verdura.

2. CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA EN LA DELEGACIÓN DE MILPA ALTA, D.F.

La delegación de Milpa Alta, se localiza al sudeste del Distrito Federal. Su latitud se encuentra a 19°04' S, 19°13' N Latitud Norte; longitud 98°57' E, 99°10' W Longitud Oeste. Colinda al norte con las Delegaciones de Xochimilco y Tláhuac, al este con los Municipios de Chalco, Tenango del aire y Juchítepec del Estado de México (por San Juan Tezompa y los cerros Ayauhquemítl y Pelagatos); al oeste colinda con las Delegaciones de Tlálpán y Xochimilco, con los volcanes Teoca, Acopiaco y Tixtepec y al Sur con el Estado de Morelos.

Cuenta con un área de 267.83 km², en esta zona encontramos valle, pero la mayor parte es declive y montañas. La altitud promedio es de 2,240, llegando hasta casi 3,600 msnm. en las partes más altas.

El principal cultivo en la delegación Milpa Alta, es el nopal verdura, con una superficie de aproximadamente 4,500 hectáreas y un rendimiento promedio anual de 55 toneladas por hectárea. Se cosecha todo el año, aunque los mejores precios de comercialización los alcanza en los meses de noviembre a febrero, debido a que durante el invierno la producción se ve afectada por las heladas, el rendimiento se abate y sólo algunos productores logran cosechar. Se comercializa principalmente en la Central de Abastos de la ciudad de México y en otras ciudades del interior de la república, cubriendo un 70% del total de la producción a nivel nacional.

De este cultivo dependen familias de productores y jornaleros que vienen de otros estados del país; por lo que es una fuente importante de mano de obra y de recursos económicos.

2.1. Posicionamiento por coordenadas (GPS)

Para la caracterización del área de estudio se geoposicionaron puntos de muestreo dentro del perímetro de la Delegación de Milpa Alta para conocer de la presencia de insectos plaga y de enfermedades en el nopal verdura.

2.1.1. Materiales y métodos

Para posicionar cada punto de muestreo, se utilizó un geoposicionador (GPS) portátil modelo Garmin 12 XL de 12 canales.

2.1.2. Rutas de monitoreo

Se establecieron seis rutas de monitoreo aprovechando las vías de penetración de la zona agrícola, tratando en cada caso de abarcar un área representativa del área de estudio. Las rutas fueron nominadas con el nombre de la calle de acceso o con un nombre arbitrario como sigue:

- Ruta Tlaxcala Norte
- Ruta México Norte
- Ruta Veracruz Norte
- Ruta México Oaxtepec
- Rutas Sur 1 y 2.
- Ruta Alberca- Santa Ana.

Se realizó un total de 48 visitas a la zona durante el periodo de julio a noviembre del 2006, geoposicionando 62 sitios de monitoreo. En todos los sitios seleccionados se revisaron ocularmente 100 plantas de nopal verdura, identificando las plagas y enfermedades encontradas y colectando material biológico de ellas para su identificación en el laboratorio.

Los sitios georeferenciados en la zona agrícola se representan en el Figura 1. Los datos y mapas obtenidos de la caracterización del área de trabajo se proporcionan en el Apéndice 1, enlistándose los puntos geoposicionados, indicando la localidad o paraje y ordenados por plaga o enfermedad detectas, indicando el porcentaje de infestación y su localización en un mapa.

2.1.3. Resultados de la caracterización.

En la revisión de la información recabada durante los recorridos y muestreos del área de estudio, se detectaron seis plagas de importancia económica y nueve secundarias, las cuales se detallan en el siguiente Capítulo.

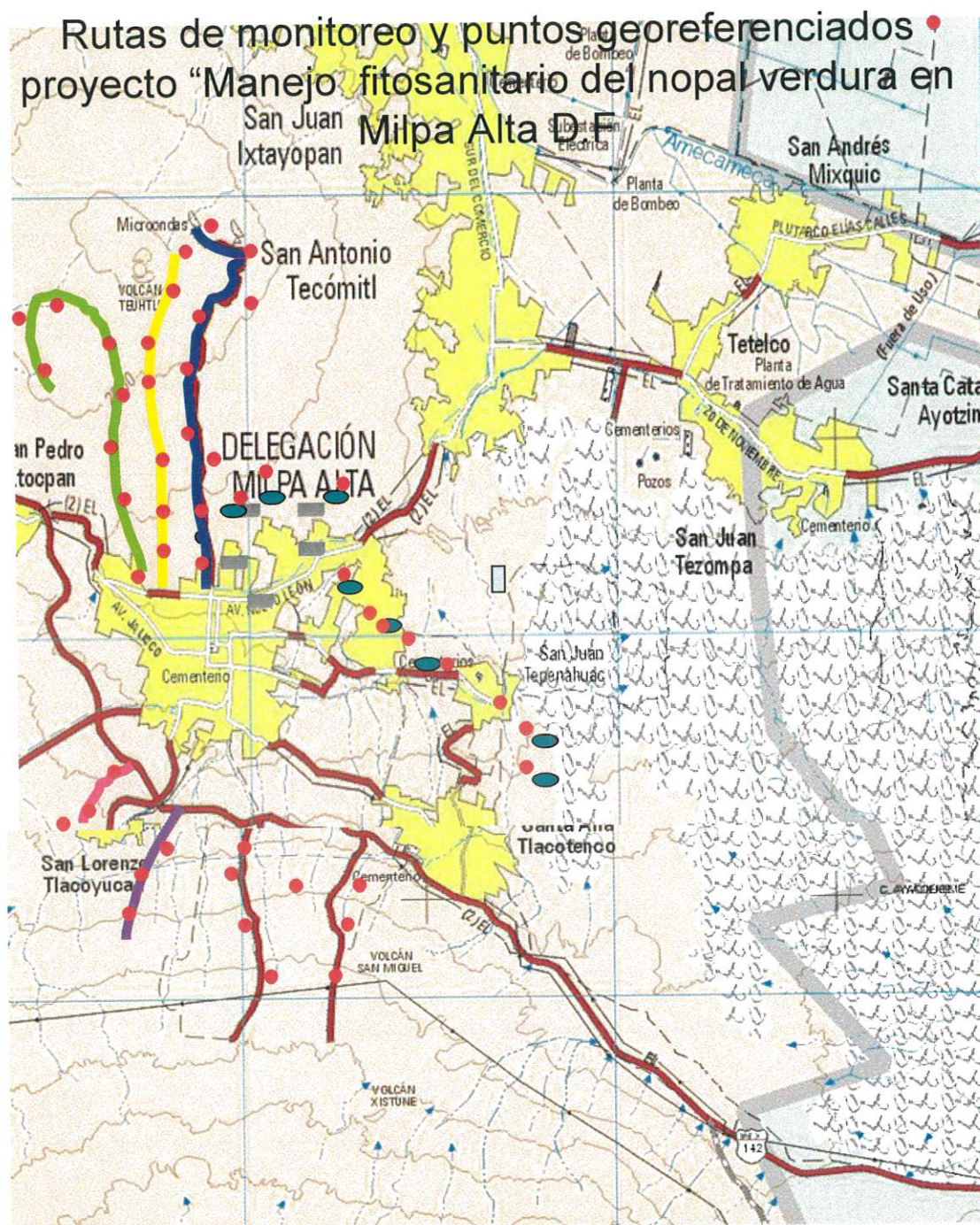


Figura 1. Puntos de geoposición satelital de la zona agrícola estudiada

- Ruta Tlaxcala Norte
- Ruta México Norte
- Ruta Veracruz Norte
- Ruta México- Oaxtepec
- Ruta Sur 1
- Ruta Sur 2
- Ruta Alberca- Santa Ana

3 LITERATURA CITADA

- Flores T. C. 1999. Manual para la producción del nopal verdura en el Municipio de Tlalnepantla, Morelos. Tesis profesional de licenciatura. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 96 pp.
- Flores V. C. y J. R. Aguirre. 1989. El nopal como forraje. CIIESTAM. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- García M. T. 1965. Problemas entomológicos del nopal en el Valle de México. Fitófilo. Boletín bimestral. SAGAR. DGS. México. 47: 15-28
- Granados S. D. y A. D. P. Castañeda. 1997. El nopal. Trillas. México.
- Méndez G. S. 1994. Principales plagas del nopal. Pp 49-57. *In*: Memorias: Aportaciones técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas. Gastón E. F. y Méndez G. S. (eds). Morelos, Zac.
- SAGAR. 1999. Guía de plaguicidas autorizados de uso agrícola. Dirección General de Sanidad Vegetal. México, D.F.
- SAGARPA. 2002. 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. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. México, D.F.
- Sánchez B. M. 2002. Insectos plaga del nopal verdura en Milpa Alta, D.F. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- SIAP. 2005. Avances de siembras y cosechas perennes. 2002. Anuario Estadístico [en línea] [http: //www.sagar](http://www.sagar)

CAPITULO 2

1. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL NOPAL VERDURA EN MILPA ALTA

La identificación de las plagas y enfermedades detectadas en el área de estudio, se llevo al cabo en los laboratorios de entomología y control biológico del Depto. De Parasitología Agrícola de la U.A.Ch.

Para el caso de enfermedades, específicamente para la enfermedad denominada por los agricultores de la región como "Cacarizo", se estableció una línea para el estudio de su etiología e identificar su vector y patógenos involucrados.

1.1. Plagas de importancia en Milpa Alta

1.1.1. Cochinilla del nopal *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Homóptera: Dactylopiidae)

La cochinilla pertenece a un género de insectos confinados a cactáceas del género *Opuntia* y otras plantas relacionadas. Estos insectos representan una de las plagas más dañinas de las opuntias (Figura 1), asignándoles una función para el control biológico de estas plantas (Moran *et al.*, 1987; Sullivan, 1990), pero también, se les cría en algunas regiones para la obtención de colorante (Longo y Rapisarda, 1999).

1.1.1.1. Descripción morfológica y biología

Las hembras adultas inmaduras muestran un perfil de cuerpo elíptico amplio u ovalado y una extremidad abdominal redondeada, donde no hay lóbulos anales o setas apicales. Las hembras maduras están cubiertas de cera blanca donde se protege el insecto. El macho presenta el primer par de patas dirigido hacia delante entre las antenas, los otros dos pares se proyectan hacia atrás, en la cabeza se observan las antenas de tipo moniliforme, presenta un par de alas con venación simple, las patas son delgadas presentando dos filamentos terminales, tiene una vida efímera. Comienzan a reproducirse en la primavera,

pasa por tres estadios ninfales, cada hembra oviposita un promedio de 160 huevecillos; el ciclo de vida oscila entre 26 a 90 días dependiendo de las condiciones ambientales. Las ninfas recién emergidas presentan movilidad y generalmente son dispersadas por el viento a otros cladodios o plantas cercanas, en cuanto llegan al cladodio, buscan hendiduras en la base de las espinas para establecerse, insertando sus estiletes bucales. Al iniciar su alimentación ya no se movilizan (Sánchez, 2002).



Figura 1. Cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*). A y B) Cladodios con una alta infestación de cochinilla

1.1.1.2. Daños

Los daños que causa este insecto son principalmente al alimentarse succionando la savia de su hospedero, causando amarillamiento y debilitamiento de los cladodios, favoreciendo la infección de enfermedades, disminuyendo drásticamente la calidad y productividad de “nopalitos” de calidad (Figura 2). Cuando la infestación es alta y la planta es de alta susceptibilidad, puede provocar la muerte (Espinosa, 2001).



Figura 2. Plantas infestadas con cochinilla. A y B) Plantas con síntomas de amarillamiento y nopalitos de baja calidad.

1.1.1.3. Control

Esta plaga tiene numerosos enemigos naturales tales como el *Chilocorus cacti* que se alimenta de las hembras. Se puede hacer un control mecánico que consiste en barrer con un cepillo o escoba las cochinillas. También se aplica tierra de diatomeas a razón de 2.0 kilogramos en 200 litros de agua o una lechada de cal localizada únicamente sobre las cochinillas.

Los productos químicos más utilizados son azinfos metílico o paratión metílico; la aplicación debe ser dirigida a las partes de las pencas o frutos que tengan esta plaga y no es necesario hacer la aplicación a toda la planta ni a todas las plantas en una huerta. La época de aplicación debe ser al momento de observar la grana o cochinilla en las pencas o frutos.

1.1.2. Picudo del nopal *Metamasius (Cactophagus) spinolae* Gyllenhaue (Coleóptera: Curculionidae)

Los escarabajos cactófagos se encuentran en varias familias de coleópteros, de las cuales Cerambycidae y Curculionidae son las más representativas, al contener cerca del 40% de las especies citadas en opuntias (Moran, 1980).

1.1.2.1. Descripción morfológica y biología

El picudo es oval, mide de 23 a 25 mm de largo, de color negro, cabeza pequeña, con un rostrum curvado con una fina canaladura, las antenas son geniculadas, el tórax reticulado (Figura 3). Presentan dos manchas rojas en la parte anterior del protorax y dos bandas anaranjadas en cada élitro como se observa en la Figura 3. En estado adulto, se alimentan de las orillas de los cladodios jóvenes. Las hembras ovipositan un huevecillo de color marfil en una oquedad que para tal fin realiza la hembra con su aparato bucal, cubriéndolo con una sustancia color verde que segrega de su pico, esta se seca y pasa inadvertida. Los huevecillos son colocados en las partes basales de los tallos y ramas bajas de plantas maduras. La larva es ápada, fusiforme de color blanco; la cabeza y el esclerito dorsal del segmento torácico son rojo oscuro debido a que están fuertemente quitinizados. La larva al alimentarse perfora una galería

dirigiéndose a la base de la planta o bien hacia las ramas laterales. En el sitio de oviposición, al emerger la larva y empezar su alimentación, donde se abre la galería se observa una gomosis blanquecina, resultado del exudado de la planta por la herida, la cual se oscurece por el paso del tiempo y de los residuos de la alimentación hasta un café sucio (Figura 4). La larva desarrollada construye con las fibras del nopal, un cocón elíptico alargado de color café regularmente ubicado en la zona donde se unen los troncos. Regularmente se encuentran dos a tres larvas por planta, pero puede haber más cuando el ataque es severo (Figura 4). La pupa es similar al adulto.

En campo, se observó que los adultos se protegen entre los cladodios para soportar las condiciones bajas de temperatura; conforme esta aumenta se dirigen a la parte alta de la planta donde se alimentan y copulan.

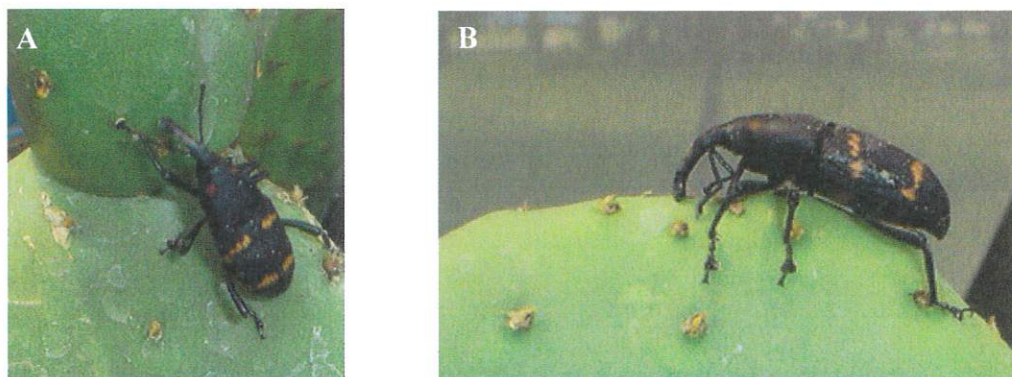


Figura 3. Adulto del picudo del nopal (*Cactophagus spinolae*). A) Adulto con las dos manchas rojas en la parte anterior del pronotum y dos bandas anaranjadas en cada élitro. B) Rostrum curvado, antenas geniculadas y el tórax reticulado.

1.1.2.2 Daños

Este picudo causa severos daños a las plantas, tanto en estado adulto como larval. En estado adulto causan daños al alimentarse fundamentalmente en el margen apical de los cladodios jóvenes, haciendo pequeñas oquedades que conforme se desarrolla el cladodio, la lesión causa una deformación del nopalito resultando en una baja calidad del producto y por consiguiente el rechazo en el mercado. Sin embargo, los daños más importantes son debidos a las galerías de las larvas (Figura 4), resultando en una baja productividad, ataque de

enfermedades por la lesión causada y la muerte por la caída de la planta por el debilitamiento del tallo principal.

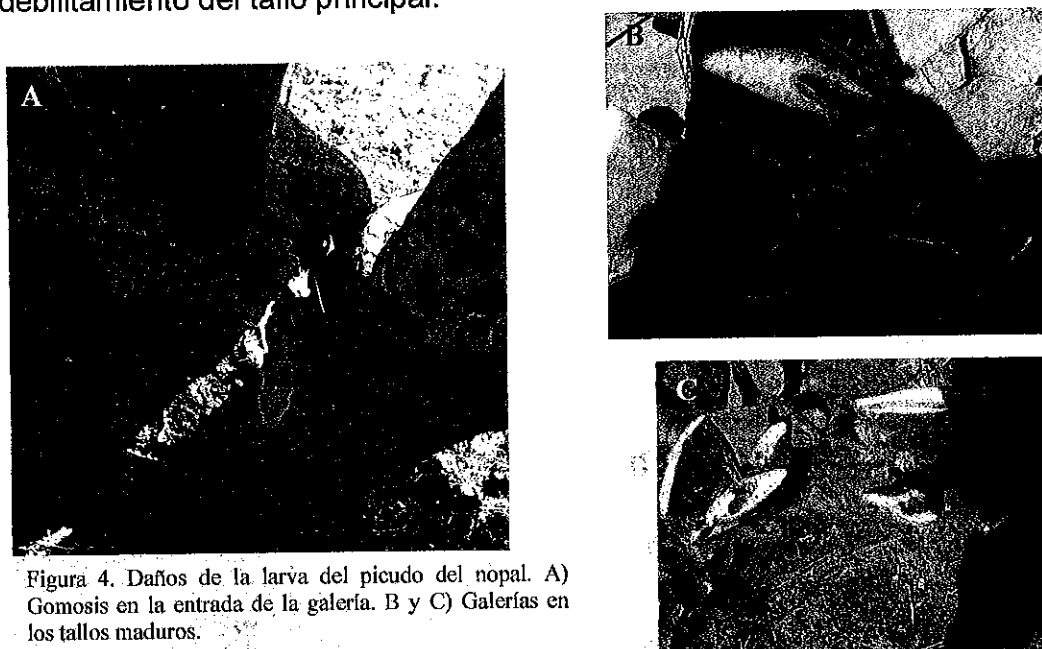


Figura 4. Daños de la larva del picudo del nopal. A) Gomosis en la entrada de la galería. B y C) Galerías en los tallos maduros.

1.1.2.3. Control

La forma eficaz de combatirlo es capturarlo y destruirlo en forma mecánica, ya que es poco activo y camina sobre las pencas en los meses de mayo a septiembre. Las larvas se extraen de las galerías con un cuchillo, las cuales son reconocidas fácilmente por la secreción (gomosis) que fluye de las mismas. Las pupas son localizadas en la base de las plantas del nopal. El control de los adultos puede realizarse mediante aplicaciones durante los meses de mayo y junio de los productos azinfos metílico 25%, 1.0-1.5 L/Ha; endosulfan 35%, 1.0-2.0 L/Ha; paratión metílico 50%, 1.0-1.5 L/Ha; malatión 84%, 1.0-1.5 L/Ha.

1.1.3. Chinche roja *Hesperolabops gelastops* Kirk (Heteróptera: Miridae)

Las chinches en sus habitats naturales son muy agresivas hacia sus plantas hospedantes, tal es el caso de este insecto el cual además del daño producido al alimentarse, es capaz de transmitir patógenos capaces de causar un gran daño al nopal, convirtiéndose en vector y reservorio de enfermedades. Este género se caracteriza porque todas sus especies tienen los ojos colocados en

el ápice de un sobresaliente pedúnculo, denominándose comúnmente chinches de ojos periscópicos (Sánchez, 2002).

1.1.3.1 Descripción morfológica y biología

Estos insectos pasan el invierno en forma de huevecillos entre la cutícula de los cladodios del nopal, permaneciendo hasta fines de la primavera, periodo en el cual estos eclosionan. Las ninfas al nacer son de color rojo, incluyendo la cabeza y patas, gradualmente las extremidades van tornándose negras a medida que avanza la edad (Figura 6). El cuerpo del adulto conforme se desarrolla cambia a tonalidades oscuras, los hemiólitros son de una coloración gris ligeramente oscura, las patas son largas adaptadas para correr. Los adultos son de 6.5 a 7.0 mm de longitud, negros con excepción del pronoto que es naranja, ojos prominentes y antenas delgadas y largas (Figura 5).

La hembra deposita los huevecillos entre la planta antes de las primeras heladas para que el huevecillo pueda permanecer toda la época fría y posteriormente eclosionar a fines de la primavera, durante todo el verano y gran parte del otoño. Tanto ninfas como adultos son hábitos gregarios y se pueden encontrar mezclados entre sí (García, 2000).



Figura 5. Adultos de chinche roja (*Hesperolabops gelastops*)



Figura 6. Ninfa de chinche roja

1.1.3.2. Daños

Tanto la ninfa como el adulto insertan sus estiletes en el cladodio succionando la savia, lo que provoca pústulas resacas de diferentes tamaños, según la longitud y el estado biológico de la chinche que se alimentó de éste. Si el daño es severo las pústulas pueden llegar a coalescer, provocando un aspecto áspero

y reseco en toda la penca (Figura 7), por los que estos cladodios no realizan fotosíntesis ni producen nuevos brotes florales ni vegetativos (García, 2000).

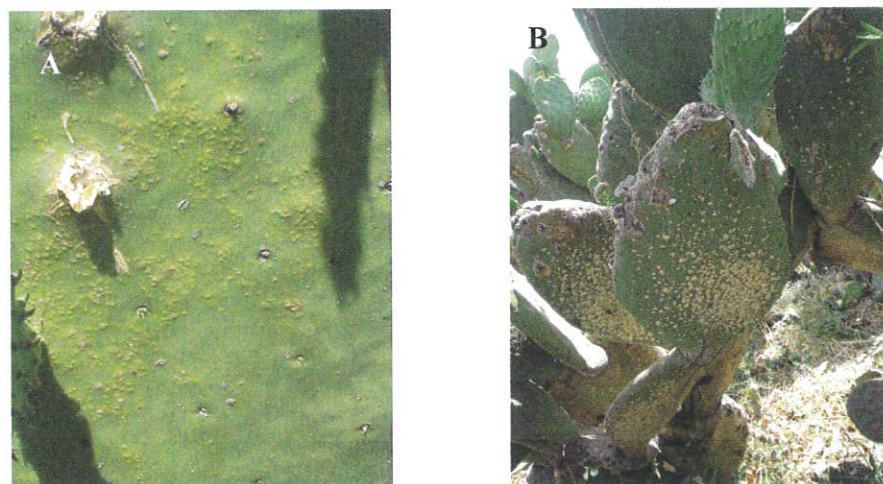


Figura 7. Daños ocasionados por la chinche roja. A) Daños iniciales. B) Daños avanzados.

1.1.3.3. Control

En la época de mayor abundancia de esta plaga pueden aplicarse algunos de los siguientes insecticidas: azadiractina 3%, 15 mililitros por litro de agua en mezcla con un jabón agrícola; malatión 50% en dosis de 200 ml/Ha; carbaril 80% en dosis de 300 ml/Ha o paration metílico en proporción de 150 ml/Ha.

1.1.4. Chinche gris *Chelinidea tabulata* Burmeister (Heteróptera: Coreidae)

1.1.4.1 Descripción morfológica y biología

A diferencia de la chinche roja, se encontraron adultos solitarios. Por cada cladodio se encontraron de dos a tres ninfas o un adulto. Las hembras miden de 15.5 a 16.0 mm de largo y los machos de 12.5 a 15.0 mm, estos presentan variaciones en su coloración que va desde amarillo a café rojizo, en la cabeza se distingue una banda de color amarillo pajizo al igual que el pronoto, excepto los márgenes laterales y el posterior que son de color café, los élitros de color café amarillento (Figura 8). Las ninfas son de color verde olivo y en todos sus estadios se alimentan de la savia de los cladodios. La actividad reproductiva se inicia durante la primavera. Los huevecillos son de forma elipsoidal, moteados

de color oscuro de 1.5 mm de longitud. La ninfa al emerger es de color rojo con abdomen amarillo pálido, pero pronto cambia el cuerpo a color negro excepto el abdomen que es verde amarillento, las antenas de cuatro segmentos. La ninfa pasa por cinco instares cuyas variaciones se manifiestan en tamaño y coloración, en el último instar se observa la presencia de élitros reducidos plegados en los segmentos abdominales y el tórax muy ensanchado.



Figura 8. Adulto de la chinche gris (*Chelinidea tabulata*)

1.1.4.2. Daños

La chinche al alimentarse principalmente de los cladodios pequeños en los que deja manchas circulares de color claro en la cutícula que posteriormente se endurecen y agrietan, mermando la calidad de los mismos. Cuando hay una alta infestación, las plantas reducen su producción y se desarrollan poco, en Milpa Alta se considera una plaga secundaria (Sánchez, 2002).

1.1.4.3. Control

El control de esta plaga es similar al de la chinche roja.

1.1.5. Gusano cebra *Melitara nephelepasa* Dyar (Lepidóptera: Pyralidae)

Para la identificación y descripción de este lepidóptero se toma lo descrito por Sánchez, B. M. (2002), quien con el apoyo de M. A. Solís, Systematic

Entomology Lab., U. S. Dep. of Agricultura, Nacional Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D. C., estudió la morfología de la genitalia, reportando en su trabajo a *M. nephelepasa* alimentándose del nopal verdura en Milpa Alta.

1.1.5.1 Descripción morfológica y biología

Este gusano causa el mayor daño en estado larval. Al emerger las larvas comienzan a alimentarse en grupo en la parte superficial del cladodio y conforme van creciendo se separan ya que son caníbales si escasea el alimento. En esta primera etapa la larva es de color uniforme, sin anillos negros, conforme se desarrolla va adquiriendo las características de una larva madura, tiene la cabeza de color negro brillante y es más angosta que el protórax, presenta 12 franjas blancas, angostas y bien definidas, dorsalmente esto sucede en la última etapa larval, su longitud varia de 4.5 a 6.9 mm. Por estas características recibe su nombre común. Durante toda esta etapa se alimenta dentro del cladodio y provocan un englobamiento, el cual permite su detección en campo. Posteriormente, las larvas se dejan caer al suelo, secretan seda y forman un cocón para pupar, a este se adhieren piedras pequeñas, y con ello se confunde con el sustrato; la pupa es de color café rojizo, mide aproximadamente 20 mm de longitud y se observan los órganos internos a simple vista. Los adultos son palomillas de color pardo café, las alas anteriores son de color más oscuro que las posteriores, presentan antenas bipectinadas, los palpos labiales en posición ascendente.

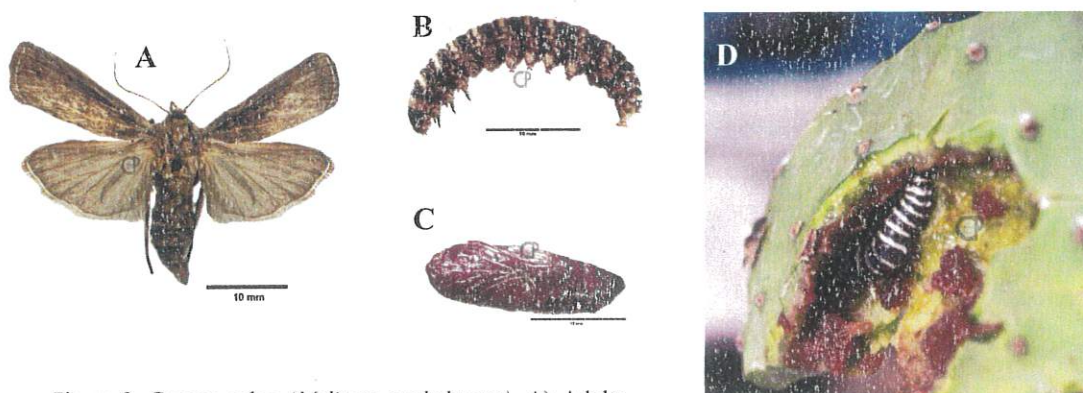


Figura 9. Gusano cebra (*Melitara nephelepasa*). A) Adulto. B) Larva. C) Pupa. D) Daño de la larva en un cladodio.

1.1.5.2 Daños

Al emerger la larva vive en forma gregaria durante el primer ínstar y al alimentarse forma galerías poco profundas cerca de las espinas, destruyendo porciones hasta de 6 cm o más de diámetro, dejando solamente la epidermis con cuatro o cinco agujeritos por donde expulsan las excretas, al llegar al segundo ínstar, las larvas se destruyen o se separan, cada una se establece en un cladodio, en algunas ocasiones llegan a permanecer dos larvas como máximo, que al alimentarse destruyen el interior del cladodio, provocando una hinchazón de la misma. Las pencas que sufren el ataque de las larvas dejan de producir nuevos brotes o estos son muy raquíuticos, por lo que representa una pérdida considerable para el productor. Los daños aumentan considerablemente al entrar a la parte dañada insectos saprófagos como algunos sírfidos y dípteros (Heinrich, 1939; García, 1965; Mann, 1969).

1.1.5.3. Control

Las larvas son controladas por enemigos naturales como son: el Taquinido (*Phorocera texana* Aid y Wedd), que atacan larvas en estado maduro pero que les permite construir su cocón antes de morir; y una avispa de la Familia Braconidae, *Apantelas mimoristae* Mues., que generalmente ataca a las larvas jóvenes, se encuentran numerosas pupas de la avispa junto al cadáver de gusano cebra. Hay dos épocas de control, una durante la aparición de larvas en enero, y en este caso se aplican dos veces, con intervalo de 12 días el insecticida carbaril 80% en dosis de 1 a 2 Kg/Ha. La segunda época es cuando las larvas han llegado a su madurez. En este caso se procede a extraerlas y destruirlas mecánicamente.

1.1.6. Gusano telarañero *Platynota* n. sp. (Lepidóptera: Tortricidae)

Platynota n. sp. se conoce como gusano telarañero. Este insecto pertenece a la familia Tortricidae y fue identificado por John Brown, lo que constituye el primer registro de este género presente en nopal en México durante los trabajos de Sánchez, B. M. en el año del 2002.

1.1.6.1 Descripción morfológica y biología

Para la descripción de esta palomilla se toma lo descrito por Sánchez, B. M. 2002 en su trabajo de investigación del nopal verdura en Milpa Alta. Los estados inmaduros de estos insectos por lo general poseen el hábito de enrollar las hojas y barrenar frutos, esto lo hacen para formar un refugio o para alimentarse. Muchas de estas son comunes y algunas son plagas de plantas cultivadas (Borrór *et al.*, 1989).

En estado adulto son palomillas pequeñas de color café arenoso, a menudo con bandas oscuras o áreas moteadas en las alas; las alas anteriores tienen las puntas cuadradas. Los palpos labiales se dirigen hacia enfrente (Figura 10 A). La larva es típica eruciforme, es decir, tiene el cuerpo largo, del mismo diámetro en casi toda su longitud, los extremos (cabeza y cauda) están ligeramente adelgazados. La larva presenta cabeza, tórax y abdomen bien diferenciados y completamente desarrollada mide de 12 a 15 mm. La cabeza está fuertemente esclerosada desde los primeros instares, es de color café oscuro y sin ornamentaciones. La cabeza es semiprognata, presenta seis ocelos dispuestos en semicírculo. El tórax es de color blanco amarillento cremoso, el protórax presenta un escudo fuertemente esclerosado de color café y dividido en la línea media dorsal longitudinalmente. Tiene manchas laterales de color café oscuro que corresponden a los pináculos setíferos del grupo de las preespiraculas y de las setas subventrales. El abdomen es de diez segmentos claramente diferenciados de color blanco amarillento cremoso. Presenta propatas en los segmentos 3 a 6 y 10 (Figura 10 B).

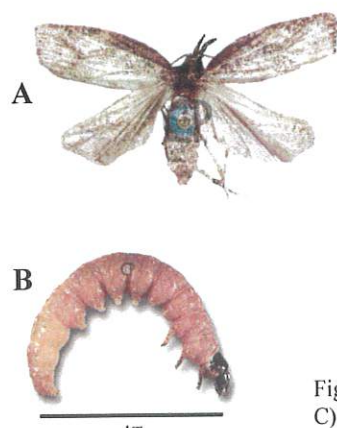


Figura 10. Gusano telarañero (*Platynota* n. sp.). A) Adulto. B) Larva. C) Daño de la larva en el ápice de un cladodio joven.

1.1.6.2 Daños

El daño que causa este insecto es en estado larval. Dobla los bordes del nopal tierno ayudado con una telilla de seda con la cual se cubre y dentro de esta se alimenta, disminuyendo la calidad del nopal. En ocasiones cuando se desplaza hacia la punta causa pequeñas heridas las cuales, al paso del tiempo se secan y forman costras. Los productores lo llaman "gusano telarañero" por el aspecto del daño causado (Figura 10 C).

1.1.6.3. Control

El control de esta plaga es similar al del gusano cebra.

1.2. Plagas secundarias del Nopal en Milpa Alta

Parte fundamental en la producción de nopal verdura en Milpa Alta, es el conocimiento de los agricultores, técnicos y autoridades, de los insectos que en la actualidad se encuentran aisladamente en el cultivo, sin causar daños o mermas en la producción y que por condiciones ambientales favorables a ellas, en ocasiones incrementan su población y causan daños al cultivo. De la misma manera, los insectos sean o no considerados plagas en otras regiones de nuestro país o en el extranjero, por la introducción a Milpa Alta de material vegetativo contaminado o por condiciones ambientales que hagan posible su introducción, representan un gran riesgo para el cultivo. Es por ello, que en el presente trabajo se proporciona información técnica de estos insectos y con ello se coadyuve a su oportuna detección y control.

1.2.1. Picudo de las espinas *Cylindrocopturus birradiatus* Champion (Coleóptera: Curculionidae)

1.2.1.1 Descripción morfológica y biología.

De este insecto se tiene poca información a pesar de la importancia de los daños que causa. El adulto es de color gris con varias tonalidades, tiene manchas en forma de cruz en los élitros, mide de 4 a 4.5 mm de longitud

(Figura 11 A); el huevecillo no se ha descrito, la larva es ápada de color blanco cremoso (Figura 11 B). Las hembras ovipositan principalmente en el lugar donde se forma el fruto o cerca de la base de la areola y son cubiertos con una secreción que se endurece rápidamente, la eclosión se lleva a cabo durante los meses de junio y julio. Las larvas recién emergidas se introducen por debajo de las espinas de manera muy superficial e inician su alimentación en la areola, se establecen y llevan a cabo su ciclo dentro de este lugar, pupan durante el invierno, los adultos emergen al realizar un pequeño orificio en los meses de mayo y junio (Méndez, 1994) o durante marzo y abril (García, 1965).

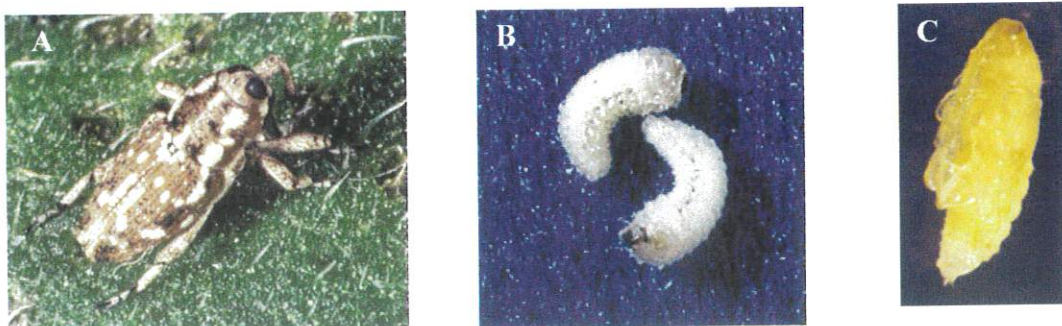


Figura 11. Picudo de las espinas *Cylindrocopturus* sp. A) Adulto. B) Larva. C) Pupa.

1.2.1.2 Daños

Las larvas recién emergidas comienzan a alimentarse del tejido que rodea la areola, ocasionando una secreción gomosa que posteriormente se endurece y provoca que la base de las espinas se sequen, destruyendo así la yema próxima a brotar.

1.2.1.3. Control

En la época de mayor abundancia de esta plaga se recomienda destruir las pencas totalmente o bien, aplicar productos como: paratión metílico al 50% en dosis de 1-15 lt/ha; en las mismas proporciones tricolorfon 80%.

1.2.2. Gusano blanco *Laniifera cyclades* Druce (Lepidóptera: Pyralidae)

1.2.2.1 Descripción morfológica y biología

Sobre las pencas del nopal suele aparecer una especie de tejido de color

grisáceo translucido que no es otra cosa que los huevecillos de la palomilla en grupos de 30 a 50, dispuestos en forma regular en un arreglo como de teja. La larva es de color blanco cremoso y tiene filamentos sedosos que le sirven como protección, estas larvas se deslizan sobre la superficie del cladodio y luego los penetran. Paulatinamente estas larvas van avanzando hacia el interior de la penca hasta llegar al eje principal afectando el tejido leñoso y perforando toda la parte interna dando lugar a que la planta se debilite provocando su muerte. El tamaño de las larvas desarrolladas llega a ser de 4.5 a 5.5 mm de largo las cuales constituyen un "cocón" de seda en tanto se transforman en una pupa de color rojo oscuro de 2 cm. de longitud, que a su vez se convierte más tarde en una palomilla (Figura 12 A) que sale al exterior en los meses de julio a octubre (Pimienta, 1990). Las larvas expulsan a través del orificio que hacen en la penca sus excreciones y forman montoncillos de tamaño regular, que entre los agricultores se le llama "montoncillo de arroz" (Figura 12 B) las larvas se localizan por el cúmulo de excrementos, que expulsan de su galería. Este insecto tiene un comportamiento ligeramente gregario muy similar al de *Cactoblastis cactorum* (Morán, 1980).

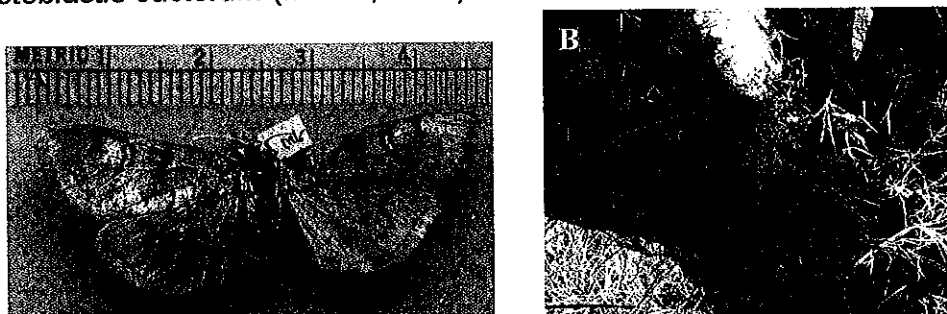


Figura 12. Gusano blanco *Lanifera cyclades*. A) Adulto. B) Excretas de la larva "montoncillos de arroz".

1.2.2.2. Daños

Puede originar la caída de los brazos y hasta la muerte de las plantas, pero por lo general, esta plaga se localiza en la parte media de la planta, hacia el tronco de la misma. Las larvas, al estar activas, hacen agujeros en las pencas formando galerías que penetran hasta la médula, destruyendo los tejidos leñosos y el excremento de las larvas sale a través de los agujeros que ellas mismas hacen en las pencas y caen al suelo formando montoncitos como de

aserrín; esto contribuye a detectar fácilmente a la plaga, al observar los montoncitos de excremento abajo de la planta dañada

1.2.2.3. Control

Esta plaga es difícil de controlar debido a que la mayor parte de su ciclo de vida lo realiza dentro del nopal y no se pueden aplicar plaguicidas u otra técnica de control, excepto cuando se encuentra como adulto fuera de la planta, periodo de tiempo muy corto y variable en cada zona productora. Una nueva alternativa ecológica de control de ésta plaga, es la utilización del hongo *Beauveria bassiana*, que ha mostrado la capacidad de enfermar los gusanos de esta plaga y en pocos días causar su muerte. Es una alternativa que consiste en espolvorear pequeñas cantidades de este producto en el orificio de excreción. El cuerpo de los primeros gusanos que salgan se impregnan de éste hongo y al introducirlo lo diseminan hacia los demás gusanos, ocasionando la muerte de la colonia que se encuentra dentro del nopal.

Como alternativa química, las larvas se pueden controlar aplicando Gusatión M o Folidol a razón de 1.0 a 1.5 mililitros por litro de agua, dirigida por inyección a las pencas de las plantas afectadas. La época de aplicación debe ser cuando se detecten los montoncitos de excremento en el suelo; además, es recomendable aplicar insecticida al suelo para evitar que la plaga se propague a las plantas vecinas. Para esto, alrededor de la planta se abre un surco pequeño y se aplica insecticida granulado como el carbofurán y después se cubre con tierra. Esto debe ser antes de las lluvias para que con la humedad se active este insecticida y destruya las plagas que se puedan encontrar en el suelo y que se localizan próximas al tronco de la planta.

1.2.3. Diabrotica *Diabrotica* spp. (Coleóptera: Chrysomelidae)

1.2.3.1. Descripción morfológica y biología

Son varias especies de *Diabrotica* como: *D. balteata* (Figura 13 A), *D. virgifera* (Figura 13 B), *D. undecimpunctata* (Figura 13 C), *D. porracea* y *D. variegata*.

Las larvas de estas especies forman parte del complejo de especies rizófagas cuyos daños ocasionan pérdidas hasta de 51% de la producción en algunas áreas del país. Los huevecillos de *D. balteata* son ovales, miden 0.6 mm de color blanco o amarillo son puestos en el suelo cerca de las raíces. Las larvas recién emergidas son blancas con la cabeza café claro, cuando maduran son de color cremoso y la cabeza café y miden de 6 a 10 mm de largo en completo desarrollo. Los adultos son unos escarabajos de color verde con cuatro bandas amarillas. El adulto puede vivir de 60 a 70 días. Las hembras llegan a poner 800 huevecillos en su vida. Los adultos se alimentan de hojas, flores y frutos de maíz y muy diversas plantas, pasan de 3 a 4 instares larvales, en un periodo de 11 a 25 días. Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas.

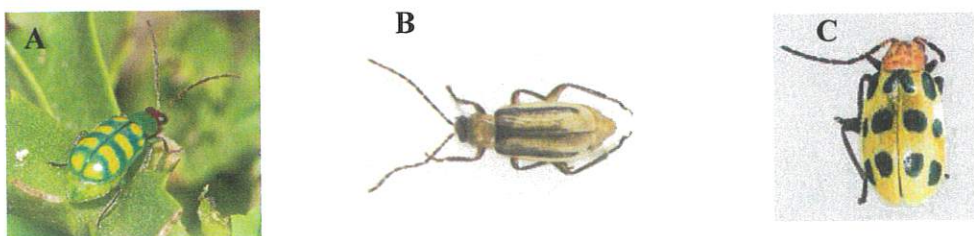


Figura 13. Diabroticas. A) *Diabrotica balteata*. B) *D. virgifera*. C) *D. undecimpunctata*.

1.2.3.2. Daños

Se reconoce el ataque de esta plaga rizófaga por el decaimiento que sufre la planta en su parte aérea, en especial en las pencas tiernas. La plaga puede estar en el abono orgánico como huevecillos.

1.2.3.3. Control

El control químico para larvas en el suelo generalmente se lleva a cabo considerando el complejo de plagas en el suelo como son gallina ciega, gusano cebra y diabrotica principalmente. El control para adultos en plantas maduras es empleado con poca frecuencia. El muestreo de suelo antes de la siembra (30 cm² de superficie por 30 cm de profundidad, 10 muestreos por sitio) contabilizando una larva en promedio por muestra, será necesario hacer una aplicación. La dispersión del insecto se realiza principalmente por la introducción del abono orgánico que se agrega a las sepas de plantación; por tal motivo es conveniente hacer aplicaciones de insecticida granulado en

mezcla con el abono orgánico de productos como son el azinfos metílico, diazinon y triclorfon en las dosis recomendadas en las etiquetas de los insecticidas.

1.2.4. Trips del nopal *Neohydatothrips (Sericothrips) opuntiae* Hood (Thysanóptera: Thripidae)

1.2.4.1. Descripción morfológica y biología

Este insecto es pequeño, alado y en ellas una especie de fleco en su parte posterior (Figura 14). Los adultos miden 1 mm de longitud aproximadamente, son de color blanco amarillento con marcas cafés y ligeramente rojizo, cuyos instares juveniles son amarillo-rojizo. Viven de 20 a 30 días. El calor y la falta de humedad propician su multiplicación, siendo mayo el mes de mayor incidencia. (García, 1995; SARH, 1992).



Figura 14. Adulto de *Neohydatothrips opuntiae*.

1.2.4.2. Daños

Succionan su alimento de los tejidos de cladodios y frutos pequeños del nopal causando daños, provocando deformaciones y manchas plateadas, como resultado del ataque de estos insectos, se secan los cladodios jóvenes y los frutos afectados son poco apreciados (Rios, R.J. y V. Quintana. 2004).

1.2.4.3. Control

Los trips deben combatirse en el momento de iniciarse el desarrollo de los brotes en las nopaleras. Se puede aplicar alguno de los siguientes insecticidas en las dosis marcadas en las etiquetas: azadiractina, azinfos metílico, carbarilo, diazinón, malatión o metamifos.

1.2.5. Mosca del nopal *Dasiops bennetti* Mc. Alpine (Díptera: Lonchaeidae)

1.2.5.1. Descripción morfológica y biología

La hembra mide 4.4 mm de largo y 5.8 mm de la cabeza hasta el extremo de las alas, mientras que el macho tiene 4.6 mm y 6 mm, respectivamente, por lo que son más pequeños que la mosca común. El cuerpo es azul brillante, los ojos rojizos y las patas negras con los segmentos de los tarsos amarillos (Figura 15 A). La larva es de color blanca, de 6.7 mm de largo y 1.15 mm de ancho, musciforme, alargada, con el extremo anterior en punta y el posterior engrosado (Figura 15 B). La pupa es oval de 4.7 mm de largo y 1.7 mm de ancho, de color rojizo que se va oscureciendo conforme se tornan adultos.

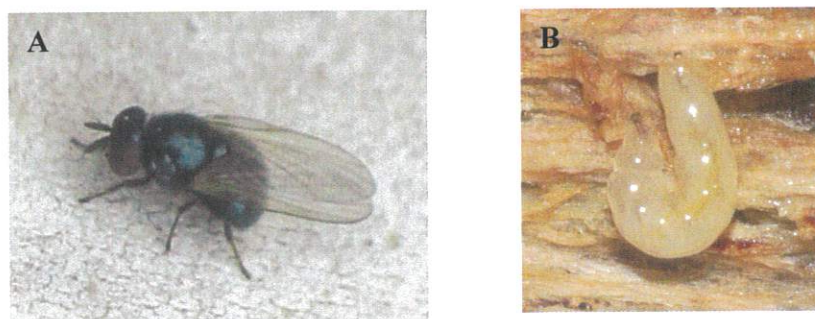


Figura 15. Mosca del nopal *Dasiops bennetti*. A) Adulto. B) Larva.

1.2.5.2. Daños

Las larvas producen tumores ovales en los bordes de los cladodios los cuales sobresalen por ambos lados, de 2.5 cm de alto por 1.7 cm de ancho; al principio estas formaciones son del mismo color de la planta, después el tejido comienza a decolorarse por uno o ambos lados, adquiere un tono café oscuro o negro, hundiéndose la superficie de los tejidos muertos. Las larvas destrozan el tejido interno y los tejidos fibrosos, perdiéndose la humedad natural; el color café de las lesiones contrasta con los tejidos sanos y verdes.

1.2.5.3. Control

Se debe aplicar los siguientes productos químicos: paration metílico en dosis de 50 cc/ha; triclorfon 90% a razón de 150 ml/Ha y malation 50% en una proporción de 75 cc/ha; diluidos en agua.

1.2.6. Gusano de alambre *Melanotus* spp. (Coleóptera: Cerambycidae)

1.2.6.1. Descripción morfológica y biología

Las larvas son de 1.5 a 2.0 cm de longitud, cilíndricas, segmentadas, de color amarillo parduzco brillante; están provistas de 3 pares de patas torácicas cortas. Estas deben el nombre a su forma y dureza que asemeja alambre (Figura 16 A). Las hembras adultas (Figura 16 B), ovipositan por cientos sobre residuos vegetales y en la tierra; muchas especies lo hacen entre las raíces de los pastos y en los bordes de los campos de cultivo. Se necesitan hasta 3 años para que se complete la metamorfosis. La transformación en pupa se realiza durante el verano del tercer año y tiene lugar en el suelo. En esta época los gusanos de alambre son muy sensibles a las perturbaciones mecánicas y a la iluminación (Rios, R.J. y V. Quintana. 2004).

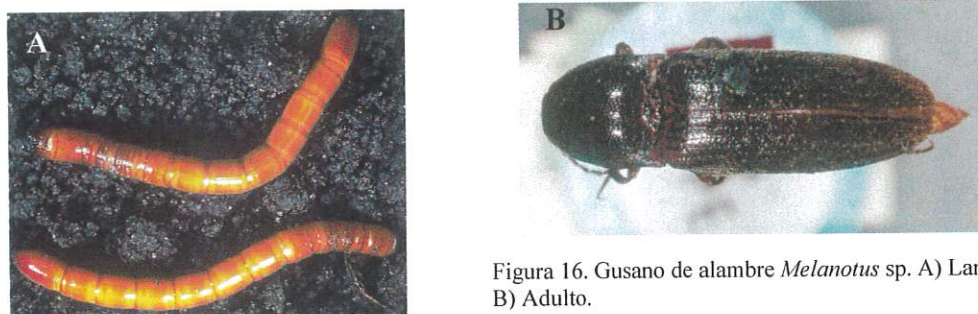


Figura 16. Gusano de alambre *Melanotus* sp. A) Larvas. B) Adulto.

1.2.6.2. Daños

Los gusanos de alambre devoran raíces y partes del cuello de las plantas; producen con frecuencia daños muy graves, la invasión se manifiesta por la marchites que presenta en su parte aérea. La dispersión del insecto se realiza principalmente por la introducción de abono orgánico que se agrega a las cepas de plantación.

1.2.6.3. Control

Aplicar al suelo, junto con el abono orgánico y las mezclas de fertilizantes, los siguientes productos: carbofuran en dosis de 25 g/cepa; diazinon en dosis de 20 g/cepa; o metomilo, clorpirifos etil, forato o terbufos de acuerdo a las dosis marcadas en la etiqueta del plaguicida.

1.2.7. Gallina ciega *Phyllophaga* spp. (Coleóptera: Melolonthidae)

1.2.7.1. Descripción morfológica y biología

Es uno de los insectos más destructivos y problemáticos del suelo; sus larvas son de color blanco con cabeza café y tienen 6 patas prominentes (Figura 16 A). Pasan el invierno en el suelo, tanto en forma de adulto como de larva. Durante la primavera, los adultos se vuelven muy activos (Figura 16 B); es en esta época cuando las hembras depositan los huevecillos por debajo de la superficie del suelo; la incubación se lleva a cabo durante dos o tres semanas.

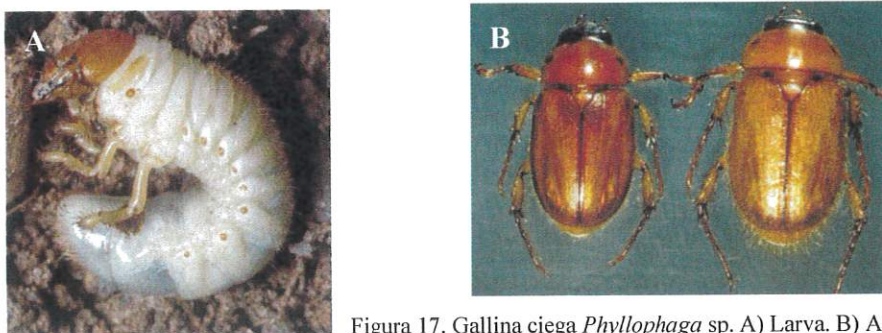


Figura 17. Gallina ciega *Phyllophaga* sp. A) Larva. B) Adultos.

1.2.7.2. Daños

Las gallinas ciegas jóvenes se alimentan de las raíces y de las partes subterráneas de la plantas, hasta el principio del otoño. Los síntomas que manifiestan los nopales son arrugamiento de las pencas por deshidratación.

1.2.7.3. Control

Es similar al utilizado para el Gusano de Alambre.

1.2.8. Barrenador del nopal *Moneilema* spp. (Coleóptera: Cerambycidae)

1.2.8.1. Descripción morfológica y biología

Las larvas en su primer estadio miden por lo general 0.5 cm de longitud. Son de color blanco cremoso, tornándose con el tiempo en un color oscuro, soportan periodos prolongados sin ingerir alimentos (Figura 16 A). Los adultos no causan daños al cultivo (Figura 16 B).

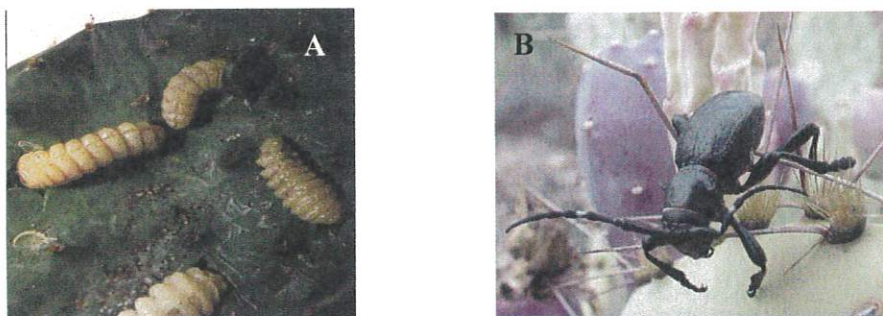


Figura 18. Barrenador del nopal *Moneilema* sp. A) Larvas. B) Adulto.

1.2.8.2. Daños

Las larvas de estos insectos perforan los tallos de los nopales, lo que ocasiona la muerte de la planta y en otros casos, produce un debilitamiento general muy notable.

1.2.8.3. Control

Se usan: aldicarb G 10% en proporción de 20 kg/ha y fenamifos G 10% a una dosis de 25 kg/ha.

1.2.9. Caracol *Helix aspersa* Müller (Mollusca: Gastropoda)

1.2.9.1. Descripción morfológica y biología

Los caracoles son moluscos pertenecientes a la clase de los gasterópodos y a la familia de los helícidos; poseen una concha dorsal externa muy visible, de formas y colores variados. Tienen la concha arrollada en espiral, bien desarrollada y capaz de alojar todo el cuerpo del animal. Su cuerpo es blando y pegajoso y poseen tentáculos o antenas telescópicas (Figura 19). En la cabeza se encuentran las antenas y en sus extremidades se encuentran los ojos que son sensibles a la luz y al tacto. En la boca del caracol, se encuentra una estructura llamada rádula que está formada por una serie de dientes que deslizan sobre una estructura llamada odontóforo. La función de sus dientes es raspar el alimento como si fuera una lima, para después ser introducido al tubo digestivo y producirse la digestión y asimilación. El peso de caracol es de unos 8-10 gr y su esperanza de vida es de 5 a 6 años. Es un animal herbívoro, su

alimentación está basada en verduras, plantas diversas, incluyendo hierbas aromáticas que son sus predilectas.



Figura 19. Caracol *Helix aspersa*

1.2.9.2. Daños

Se alimenta de la parte superficial de las pencas dándoles un aspecto roñoso blanquecino, por esta razón se interrumpe la síntesis clorofiliana que ocasiona la reducción de nuevos brotes en las pencas afectadas.

1.2.9.3. Control

Se lleva a cabo por medio de cebos envenenados de salvado + metaldehído.

1.2.10. Palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum* Berg. (Lepidóptera: Pyralidae)

Es una palomilla cuya larva se alimenta del nopal y que se ha utilizado mundialmente para el control de varias especies invasoras de *Opuntia* spp.; Este insecto fue introducido en Australia como agente de control biológico. La primera introducción de *C. cactorum* fue realizada en 1915 con malos resultados; sin embargo, la segunda fue altamente exitosa en el control biológico de las especies de *Opuntia* spp. (Figura 20). Como consecuencia de los resultados en Australia, *C. cactorum* fue introducida en otros países en donde algunas de las *Opuntia* se consideraban invasoras. Sin embargo, a partir de la introducción deliberada del insecto en el Caribe, las poblaciones nativas de *Opuntia* de Nevis, Montserrat y Antigua han sido severamente afectadas. *C. cactorum* se dispersó de manera natural a islas contiguas (Haití, Bahamas e Islas Vírgenes), pasando en los últimos años de Cuba a Florida, E.U.A.; Representando su avance como un gran peligro para nuestro país, dada la gran

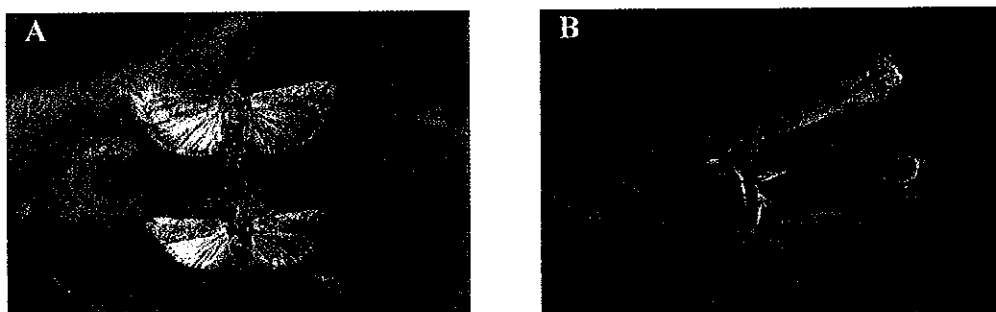
variedad de *Opuntia* en todo el territorio nacional, entre ellas el nopal. Por ello, la SAGARPA desde mayo del 2003 publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-040-FITO-2003, por la que se implementa el sistema para prevenir la introducción, diseminación y establecimiento de la Palomilla del Nopal (*Cactoblastis cactorum* Berg) en el territorio nacional.



Figura 20. A) Predio de pastoreo en Australia B) El mismo predio después de la introducción de *Cactoblastis cactorum*.

1.2.10.1. Descripción morfológica y biología

Esta palomilla deposita sus huevos, uno sobre otro, para formar una especie de bastón (Figura 19 B), un extremo del cual se adhiere a la superficie de la penca o a una de las espinas, asemejándose a cualquier espina del cactus (Figura 19 C). Cada masa contiene de 60 a 100 huevos. La larva que nace se entierra en la penca del nopal donde permanece en forma gregaria, alimentándose alrededor de dos meses en verano y cuatro en invierno (Figura 19 D). Las larvas maduras son color naranja brillante con bandas negras. Dejan las pencas con que se alimentaban y tejen capullos de seda en áreas protegidas, principalmente debajo de las pencas secas o en putrefacción que se encuentran tiradas en el suelo.



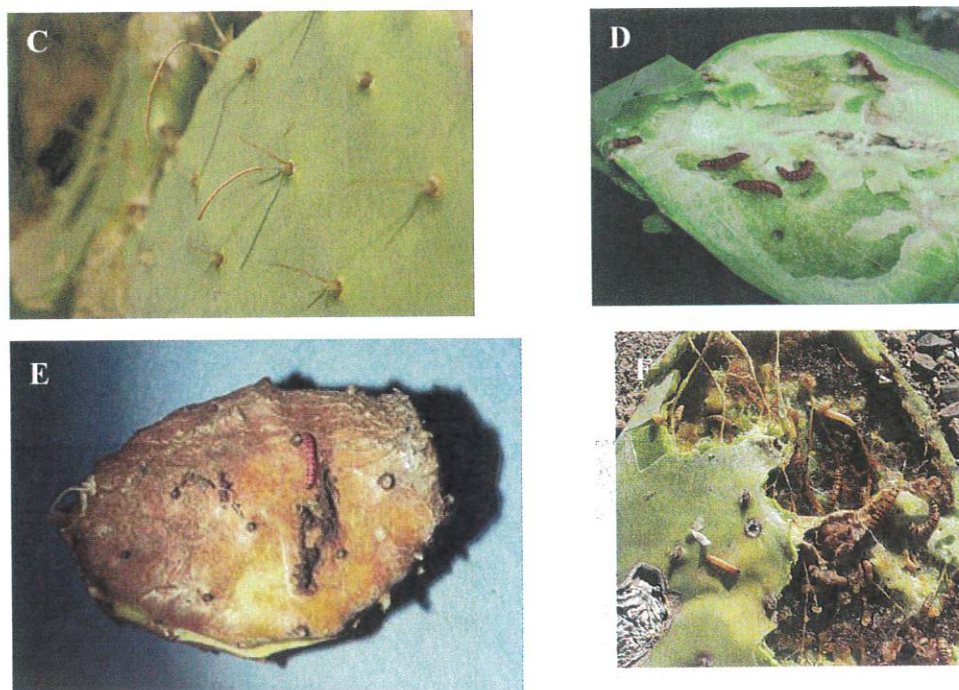


Figura 21. Palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum*. A) Adultos. B) Hembra ovipositando. C) Masas de huevecillos. D) Larvas de la palomilla alimentándose del interior de un cladodio. E y F) Daños de las larvas de la palomilla del nopal.

1.2.10.1.1. Ciclo de vida

El ciclo de vida de *Cactoblastis cactorum* fue descrito en detalle por Pettey (1948) y Mann (1969). Tiene dos generaciones definidas por año en las zonas templadas. En las regiones más calientes de Sudáfrica, en Australia y Florida, se presenta una tercera generación completa o parcial en otoño. En regiones todavía más calientes, como México, las generaciones podrían tal vez traslaparse y no tendrían puntos máximos claros. En las partes más frías, el ciclo de vida ocuparía todo el año.

Las hembras, por su fisonomía, no pueden tomar alimento, por lo cual depositan sus huevecillos en un corto lapso de tiempo y no vuelan lejos. Las palomillas vuelan torpemente cerca del suelo (Figura 19 A). En Australia la población de palomilla se dispersó en dos años y medio entre 16 y 24 kilómetros. En Sudáfrica se extendió entre 3 y 6 kilómetros durante el mismo lapso de tiempo, y a lo largo de 15 años no llegó a rebasar de 40 a 60 kilómetros de distancia. En su zona de origen, *Cactoblastis* no ha podido

alcanzar los grandes cultivos de Pernambuco, Brasil, ni los de los valles preandinos de Argentina, a pesar de que en la ruta hay hospederos disponibles y climas adecuados. Mayor dispersión ha tenido la palomilla en Florida, donde algunos estudios indican que ha volado 165 kilómetros cada año.

1.2.10.2. Monitoreo y control

En algunos estados de la República Mexicana incluido el D.F., ya se están llevando a cabo acciones de prevención, las cuales incluyen dentro de sus actividades el monitoreo de zonas silvestres y comerciales de nopal, así como la capacitación de técnicos, con el fin de detectar si *Cactoblastis cactorum* se encuentra en campos mexicanos y actuar rápidamente.

En agosto del 2006, se detectó la presencia de la palomilla del nopal en Islas mujeres Q.Roo, en opuntias ornamentales de la especie *Opuntia stricta*. Actualmente un grupo encabezado por la SAGARPA, en coordinación con el comité estatal de Sanidad Vegetal, realizan acciones para erradicarla de esta zona y evitar así su establecimiento en otros estados de la república. De acuerdo con los resultados de un estudio realizado por la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO), sugieren que las áreas con gran diversidad de especies del género serían ligeramente afectadas y que gran parte del área de invasión estaría asociada con regiones de poca diversidad del género *Opuntia*.

1.3. Enfermedades del Nopal en Milpa Alta

Todas las plantas cultivadas y silvestres enfrentan problemas de tipo fitosanitario causados por diferentes organismos como: hongos, bacterias, virus, etc. El nopal, por lo tanto, también se ve afectado por este tipo de organismos.

Como factor fundamental que incide en el desarrollo de esta cactácea lo constituyen las enfermedades, por eso es conveniente contar con el apoyo técnico para prevenirlas. Las más importantes reportadas son: pudrición negra (*Macrophomina* sp.), gomosis (*Dothiorella ribis*), mancha de oro o (*Alternaria*

sp., *Ascochita* sp.), pudrición de la epidermis (*Xantomonas* sp.), engrosamiento de cladodios por virus o micoplasma, pudrición suave (*Erwinia carotovora*, *E. aroideas*) entre otras. (Borrego, E.F. y Burgos, V.N. 1986).

Existe muy poca información con respecto a las enfermedades más frecuentes en el nopal; sin embargo, entre la literatura recomendada se distinguen aquellas que afectan poblaciones silvestres de nopales en las cuales es común la presencia de virus y anormalidades como la "proliferación excesiva de yemas" e "hinchamiento excesivo de cladodios", donde se ha encontrado un incremento en el número de células mucilaginosas y cristales de oxalato de calcio, donde los insectos, el hombre y los mamíferos son los principales diseminadores.

Como consecuencia de la falta de información sobre enfermedades del nopal que contenga la necesaria para su identificación en campo, además de la correspondiente para su diagnóstico en laboratorio, se dan algunas características de aquellas reportadas en diversas publicaciones.

1.3.1. Mancha o pudrición café bacteriana: *Pseudomonas viridiflava*

Campos, B.A.M. (1996), reporta en su trabajo de investigación en Milpa Alta, una pudrición café cuyos síntomas inician como pequeñas manchas acuosas color verde oscuro, tornándose del café claro al oscuro, con secreciones líquidas del mismo color, en cladodios tiernos los daños se observan principalmente en los bordes, y en los maduros no existe un patrón determinado, observó también que las lesiones se presentan en la parte media y alta de la planta. Como resultado de su investigación, identificó al agente causal como *Pseudomonas viridiflava*.

1.3.1.1. Control

Podar todas las pencas infectadas hasta donde sea posible, destruyendo el material enfermo y tratar la planta con aspersiones nocturnas de estreptomycin + oxitetraciclina a la dosis indicada en la etiqueta.

1.3.2. Mancha bacteriana: *Erwinia* sp.

Gijón, H.A.R. (1996), identificó en nopal verdura a *Erwinia carotovora* var. *carotovora* causando una pudrición de los cladodios, que es viscosa de color oscuro, con exudados rojo-amarillentos (Figura 22). Mencionando que la pudrición se limita al tejido parenquimatoso; la cutícula y los haces vasculares permanecen intactos y se hace presente un olor desagradable. El mismo investigador, estudia la etología de la enfermedad y su comportamiento con la cepa antagónica CAE-01, mencionando que dicha cepa puede proteger al cultivo, y si se inocula después de aparecidos los síntomas, su avance se puede detener o reducir.



Figura 22. Plantas con síntomas de la Mancha bacteriana *Erwinia carotovora* var. *Carotovora*.

1.3.2.1. Control

Podar todas las pencas infectadas hasta donde sea posible, destruyendo el material enfermo y tratar la planta con aspersiones nocturnas de estreptomycin + oxitetraciclina a la dosis indicada en la etiqueta.

1.3.3. Pudrición negra: *Macrophomia* sp.

La infección se manifiesta con la presencia de una pequeña mancha clorótica en las pencas; la epidermis no muestra ningún cambio pero el tejido interno toma una apariencia de color verde oscuro, penetra profundamente en todo el tejido tornándose negruzca. En estado avanzado aparece bajo la epidermis una podredumbre blanda, semi-acuosa, de color negro; en los tejidos atacados se observan hifas negras del hongo entremezcladas con el parénquima. En todas las partes dañadas se aprecia la desintegración o la desaparición de los tejidos

parenquimatosos y medulares quedando los haces vasculares separados en simples hebras de color blanco. Se puede producir la caída de cladodios si se establece en la sutura que une a éstos. Cuando se rompe el ciclo biológico del hongo, las lesiones se secan dejando una perforación a través de la penca; cicatriza la parte dañada pero afecta en gran parte la producción de renuevos, fructificación, rendimiento y calidad.

1.3.3.1. Control

Es factible el control químico de la pudrición negra mediante el uso de cualquiera de los siguientes productos: benomilo, tiabendazol, mancozeb, Captan y Zineb; se hace uso de las dosis recomendadas por los fabricantes y se realizan de 3 a 4 aplicaciones, con una frecuencia de 15 a 17 días.

1.3.4. Engrosamiento de cladodios (Virus o microplasma)

Se produce un engrosamiento excesivo de los cladodios y apariencia de envejecimiento, acompañada de la reducción general de la planta, pérdida gradual del color verde, falta de brotación y cuando aparecen algunos brotes, son de tamaño reducido (Pimienta, 1974). La reducción en el rendimiento se le atribuye al daño que se presenta en el flonema. El agente causal puede ser algún tipo de virus o micoplasma (Granados y Castañeda, 1991).

1.3.4.1. Control

No se ha identificado el agente causal, por lo que se recomienda eliminar la planta.

1.3.5. Pudrición seca de la penca: Hongo: *Phoma* sp.

Se produce en pencas y frutos. Se observan manchas hundidas y oscuras que se agrandan y envejecen, a la vez que forman ampollas que al oprimirlas, expulsan un polvo negro (esporas).

1.3.5.1. Control

Eliminar las ampollas con un cuchillo o si es poca la afección, podar los

cladodios dañados. Aplicar Captan en dosis aproximada de 1 kg/ha y como adherente, mucílago de nopal.

1.3.6. Etiología del Cacarizo del Nopal Verdura

Durante el desarrollo del presente estudio se detectó una alta incidencia de la enfermedad llamada por los lugareños como “Cacarizo” del nopal, abriéndose una línea de investigación para esta enfermedad con los siguientes objetivos:

- Determinar el agente causal de la enfermedad denominada comúnmente en la región como “Cacarizo” en el cultivo de nopal verdura en Milpa Alta.
- Determinar la relación que existe entre la enfermedad y la Chinche roja (*Hesperolabops gelastops*) como su vector en el cultivo de nopal verdura.

1.3.6.1. Antecedentes

Como resultado de la observación y cuestionamiento a los agricultores durante los recorridos para la caracterización del área de estudio, se detectó la incidencia y elevada severidad de la enfermedad llamada comúnmente “Cacarizo” por los agricultores de la región, observándose incidencias del 100% de la misma en algunas huertas del cultivo bajo estudio (Figura 23).



Figura 23. Cladodios con síntomas del cacarizo del nopal.

1.3.6.2. Resultados de la etiología del Cacarizo

Palomares, P. M., (2006) concluye en su investigación que el cacarizo del nopal verdura es ocasionada por los hongos *Alternaria* sp. (Figura 23) y *Pleospora* sp.

(Figura 24), y que la Chinche roja *Hesperolabops gelastops* kirk es el vector que transmite a dichos hongos. Es decir, el principal daño que ocasiona la Chinche roja al cultivo del nopal verdura (*Opuntia* sp.) es como vector del daño conocido en la delegación Milpa Alta como el cacarizo del nopal, existiendo de acuerdo a esto una estrecha relación entre los hongos, la chinche y el nopal.

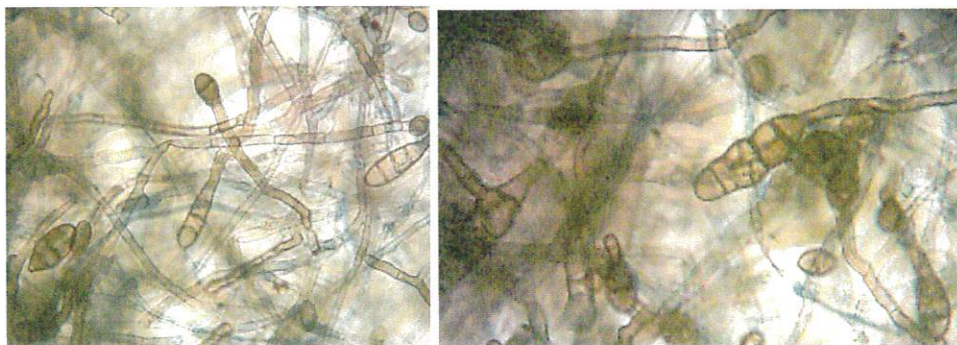


Figura 24. Conidioforos y conidios de *Alternaria* sp. Aislados del cacarizo del nopal verdura.



Figura 25. Ascas y ascosporas de *Pleospora* sp. obtenidas de cajas petri con cortes del pronoto y cabeza de la chinche roja.

2 LITERATURA CITADA

Borrego, E.F. y Burgos, V.N. 1986. El nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Borror D. J., Ch. Triplehorn A. and N. Jonson F. 1989. An introduction to the study of insects. Saunders College Plublishins.

Campos, B.A.M. 1996. Identificación del agente causal de la pudrición café del nopal verdura (*Opuntia Picus indica*) (L.) Miller. En Milpa Alta, D.F. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

Espinosa, O.G. 2001. Enemigos naturales de la cochinilla (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) del nopal cardon (*Opuntia streptacantha* Lemaire) en el municipio de Villa Tezontepec, Hidalgo, México. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

García M. T. 1965. Problemas entomológicos del nopal en el Valle de México. Fitófilo. Boletín bimestral. SAGAR. DGS. México. 47: 15-28

García, B. A. 2000. Principales Plagas Insectiles del Nopal Tunero en el Estado de México. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

Gijon, H.A.R. 1996. Etiología de la pudrición del nopal (*Opuntia* sp.) y su comportamiento con la cepa antagonica CAE-01. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

Granados, S.D. y Castañeda, P.A. 1991. El Nopal, Historia, Fisiología, Genética e Importancia Frutícola. Ed. Trillas. México.

Heinrich, C. 1939. The cactus feeding Phycitinae: A contribution toward a revision of the Anerican pyraloid moths of the family Phycitidae. Proceedings of the United Status Nacional Museum. Washington, D.C., 86. 331-413

Instituto Nacional de Ecología (INE). 1994. Nopal verdura *Opuntia* sp. [en línea] <http://www.ine.gob.mx>.

Longo, S. y C. Rapisarda. 1999. Plagas del nopal. pp. 106-144. *In*: Agroecología, cultivo y usos del nopal. Barbera, G., P. Inglese y E. Pimienta (eds.) FAO. Roma.

Mann, J. 1969. Cactus feeding insects and mites. Smithsonian Institution. United States National Museum. Washington, D.C., 86. 331-413

Méndez G. S. 1994. Principales plagas del nopal. Pp 49-57. *In*: Memorias: Aportaciones técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas. Gastón E. F. y Méndez G. S. (eds). Morelos, Zac.

Moran, V.C. 1980. Interactions between phytophagous insects and their *Opuntia* hosts. *Ecological Entomologist*. 5. 153-164

Moran, V.C. and J.H. Hoffmann. 1987. The effects of simulated and natural rainfall on cochineal insects (Homoptera: Dactylopiidae) colony distribution and survival on cactus cladodes. *Ecological Entomologist*. 12. 61-68

Palomares, P.M. 2006. Etiología del Cacarizo del nopal verdura (*Opuntia* sp.) en Milpa Alta, D.F. Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

Petty, F.W. 1948. The biological control of pickly pears in South Africa. *Scientific Bulletin of the Department of Agriculture and Forestry. Union of South Africa*. 271: 1-163

Pimienta, B.E. 1974. Estudio de las causas que producen engrosamiento de cladodio en nopal (*Opuntia* sp.) en la zona de Chapingo. Tesis de Maestría en Ciencias. Sección Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

Pimienta, B.E. 1990. El nopal tunero. 1ª. edición. Ed. Gráfica Nueva Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

Ríos, R.J. y V. Quintana M. 2004. Manejo general del cultivo del nopal. Manual del curso: Fondo de tierras e instalación del joven emprendedor rural. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

Sánchez B. M. 2002. Insectos plaga del nopal verdura en Milpa Alta, D.F. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

SARH. 1992. Algunas plagas y enfermedades del nopal verdura en la región de Milpa Alta, D.F. Folleto de Validación y Transferencia de Tecnología. SARH. México.

Sullivan, P.R. 1990. Population growth potencial of *Dactylopius ceylonicus* Green (Homoptera: Dactylopiidae) on *Opuntia vulgaris* Millar. Journal Aust. Entomology Soc. 29. 1123-1129

CAPITULO 3

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS

1. INTRODUCCIÓN

Dada la falta de información validada y productos insecticidas de bajo impacto a la salud y medio ambiente registrados por la industria, 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 entre otros, lo que permitiría allanar el camino para la exportación de nopal fresco y procesado, se plantea dentro del presente estudio, la evaluación de la efectividad biológica de algunos plaguicidas para el control de plagas del nopal verdura en Milpa Alta.

2. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS.

2.1. Productos evaluados.

Para determinar los productos insecticidas a evaluar, se consideró principalmente que los ingredientes activos estuvieran autorizados para el control de insectos de las familias entomológicas de las plagas con mayor incidencia en el cultivo de nopal en el área de estudio, seleccionándose para su control al picudo *Metamasius spinolae* Gyllenhaue (Coleoptera: Curculionidae); la cochinilla *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) Moran, (Homoptera: Dactylopiidae); y la chinche roja *Hesperolabops gelastops* Kirk (Heteroptera: Miridae). Además, los productos deberían tener las siguientes características:

- ✓ De amplio espectro.- Los productos en lo posible deben tener un amplio espectro de plagas a controlar.

- ✓ De baja toxicidad.- Los productos deben estar clasificados en la categoría IV (Ligeramente Tóxicos) de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-Y-302-1988 (D.O.F., 1988), para evitar en lo posible intoxicaciones del personal ocupacionalmente expuesto, sean jornaleros o los mismos productores.
- ✓ Amigables con el medio ambiente.- Los productos deben ser de baja movilidad y persistencia en el suelo para minimizar los riesgos de contaminación al medio ambiente.

2.1.1. Características de los productos insecticidas a evaluar

a. Nombre comercial: Bea-Sin

Nombre común: *Beauveria bassiana*

Origen: biológico

Espectro de control: especies de diversas familias de Coleóptera, Homoptera y Lepidóptera.

b. Nombre comercial: Neeem

Nombre común: azadiractina

Grupo químico: terpenos limoneloides

Origen: botánico

Espectro de control: especies de diversas familias de Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Himenóptera, Lepidóptera, Ortóptera y Tysanóptera.

c. Nombre comercial: Meta-Sin

Nombre común: *Metarhizium anisopliae*

Origen: biológico

Espectro de control: especies de diversas familias de Coleóptera, Himenóptera, Homóptera y Hortóptera.

2.2. Validación de los estudios de efectividad biológica

Para cada producto a evaluar se elaboró un protocolo para evaluar su efectividad biológica de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-032-FITO-1995, Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarios para la realización de estudios de efectividad biológica de plaguicidas agrícolas y su dictamen técnico (D.O.F., 1997).

Los protocolos se ingresaron a Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera de la SAGARPA para su revisión y aprobación, de acuerdo al procedimiento establecido en la norma oficial referida anteriormente.

Se establecieron los estudios para la evaluación de la efectividad biológica de los productos con ingrediente activo azadiractina y *B. bassiana*, el estudio con *M. anisopliae* no se llevo al cabo dado que no se detectó un predio con la incidencia necesaria de adultos del picudo del nopal para establecer dicho estudio.

2.3. Materiales y Métodos

2.3.1. Lugar del estudio

El estudio con chinche roja se llevó al cabo en la parcela ubicada en Villa Milpa Alta, Delegación de Milpa Alta, D.F., con coordenadas Latitud: 19° 12' 42.37" Norte y Longitud: 99° 1' 50.98" Oeste y el correspondiente a la cochinilla en la parcela con coordenadas Latitud: 19° 12' 16.88" Norte y Longitud: 99° 1' 50.57" Oeste.

La unidad experimental consistió de cuatro surcos (separados a un 1.25 m) por 6 m de largo (30 m²). La parcela útil estuvo conformada por los dos surcos centrales, excluyendo 1.0 m en cada extremo. Se marcaron las parcelas y unidades experimentales con listones de plástico de diversos colores para su identificación (figuras 1 y 2).

2.3.2. Formulación de los productos evaluados

Nombre común y/o código: *Beauveria bassiana*

Formulación: Polvo humectable

Contenido de *Beauveria bassiana*: 1.2×10^{12} conidios por 240 gr.

Equivalencia en gramos por litro o kilogramo: 5.0×10^{12} conidios por Kg.

Nombre común y/o código: Azaridactina

Formulación: Suspensión acuosa

Porcentaje de ingrediente activo: 3 %

Equivalencia en gramos por litro o kilogramo: 31.2 g.i.a/L

2.3.3. Equipo de aplicación

Aspersor manual de mochila marca "Solo", con capacidad para 15 litros con boquilla de cono hueco (Figura 3).

2.3.4. Parámetros de medición de la efectividad biológica y de la fitotoxicidad

Número de insectos vivos por planta antes y después de la aplicación. Los efectos fitotóxicos se evaluaron mediante el empleo de la escala pretransformada de la European Weed Research Society (Cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de puntuación propuesta por la European Weed Research Society (EWRS) para evaluar el control de maleza y fitotoxicidad al cultivo, y su interpretación agronómica y porcentual.

VALOR	EFFECTO SOBRE LA MALEZA	EFFECTO SOBRE EL CULTIVO
1	Muerte completa	Sin efecto
2	Muy buen control	Síntomas muy ligeros
3	Buen control	Síntomas ligeros
4	Suficiente en la práctica Límite de aceptabilidad	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento
5	Control medio	Daño medio
6	Control regular	Daños elevados
7	Control pobre	Daños muy elevados
8	Control muy pobre	Daños severos
9	Sin efecto	Muerte completa

Transformación de la escala puntual de la escala de la EWRS a escala porcentual

VALOR	% CONTROL DE MALEZA	% FITOTOXICIDAD AL CULTIVO
1	99.0 - 100.0	0.0 - 1.0
2	96.5 - 99.0	1.0 - 3.5
3	93.0 - 96.5	3.5 - 7.0
4	87.5 - 93.0	7.0 - 12.5
5	80.0 - 87.5	12.5 - 20.0
6	70.0 - 80.0	20.0 - 30.0
7	50.0 - 70.0	30.0 - 50.0
8	1.0 - 50.0	50.0 - 99.0
9	0.0 - 1.0	99.0 - 100.0

2.3.5. Diseño del experimento

Bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Arreglo de los tratamientos: Los números romanos indican el bloque respectivo, las letras mayúsculas indican el tratamiento.

2.3.5.1. Para *B. bassiana*

	Tratamiento				
Bloque I	A	E	C	B	D
Bloque II	C	D	B	E	A
Bloque III	C	A	E	D	B
Bloque IV	B	E	A	D	C

Donde:

A = "*B. bassiana*", 200 g/Ha.

B = "*B. bassiana*", 240 g/Ha.

C = "*B. bassiana*", 280 g/Ha.

D = "Naturalis L", 250 ml/ha (testigo regional).

E = Testigo absoluto

2.3.5.2. Para azadiractina

	Tratamiento				
Bloque I	D	E	C	A	B
Bloque II	C	E	B	D	A
Bloque III	A	D	E	B	C
Bloque IV	A	C	E	B	D

Donde:

A = "azadiractina", 5 ml/L de agua.

B = "azadiractina", 10 ml/L de agua.

C = "azadiractina", 15 ml/L de agua.

D = "Nimec 10 CE", 3 L/ha (testigo regional).

E = Testigo absoluto

2.3.6. Método de evaluación

Se contabilizó visualmente el número de insectos vivos (adultos y ninfas). Además, se calculó el porcentaje de eficacia de los tratamientos por medio de la

ecuación de Abbott: % Eficacia = $[(A - B)/A]100$

Donde: A = % de infestación en la parcela testigo después de haber aplicado en las demás unidades experimentales.

B = % de infestación en la parcela tratada después de la aplicación del plaguicida.

2.3.7. Análisis estadístico

La variable número de insectos vivos se transformó para su análisis, a la función $\text{Log}_{10}(x+1)$ y se sometió a un análisis de varianza para determinar si al menos un tratamiento es diferente a los demás. Posteriormente los datos se sometieron a una prueba de comparación múltiple para ordenar la efectividad biológica de los tratamientos bajo estudio TUKEY, $\alpha = 0.05$ (Apéndice 2).

2.3.8. Tamaño de la muestra y método de muestreo

2.3.8.1. Para *B. bassiana*

Se inspeccionaron 10 plantas al azar de cada parcela útil y se contabilizó el número de insectos vivos en cada planta.

2.3.8.2. Para azadiractina

Se inspeccionaron 5 plantas al azar de cada parcela útil y se contabilizó el número de insectos vivos en dos cladodios al azar de cada planta.

2.3.9. Frecuencia del muestreo

2.3.9.1. Para *B. bassiana*

En total se realizaron tres muestreos, uno previo a la aplicación de los insecticidas y dos posteriores (a los 7 y a los 14 días después de la aplicación).

2.3.9.2. Para azadiractina

En total se realizaron cuatro muestreos, uno previo a las aplicaciones de los insecticidas y dos posteriores (a los 3 y a los 10 días después de la segunda aplicación).

2.4. Verificación de los estudios

Como resultado de la gestión ante la SAGARPA para la validación de los estudios de efectividad biológica, los experimentos se verificaron según lo estipulado en la NOM-032-FITO-1995, por un Profesional Aprobado por la SAGARPA, obteniéndose los dictámenes correspondientes (Figura 4).



Fig. 1. Marcado de las unidades experimentales con azadiractina.



Fig. 2. Marcado de las unidades experimentales con *B. bassiana*.



Fig. 3. Equipo de aplicación.



Fig. 4. Verificación de los estudios de efectividad.

2.5. Resultados de la evaluación de *B. bassiana*

2.5.1. Muestreo I (previo)

Antes de aplicar los tratamientos, estadísticamente todas las unidades experimentales no mostraron diferencias entre sí (Tukey, $\alpha = 0.05$) en el número de insectos vivos. El promedio de insectos vivos fluctuó entre 44.50 y 51.00.

2.5.2. Muestreo II

Para este muestreo se observaron diferencias significativas de los tratamientos con el insecticida bajo estudio en sus dosis media y alta (240 y 280 g/ha) respecto al testigo absoluto, reportando el tratamiento con el testigo regional un resultado igual a los tratamientos antes indicados para el producto experimental. El tratamiento con la dosis baja de *B. bassiana*, no muestra diferencias con ninguno de los tratamientos evaluados, incluyendo al testigo absoluto (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Por otra parte, la efectividad calculada con la ecuación de Abbott, de los tratamientos con el insecticida *B. bassiana* fluctuó entre 74.15 y 90.25% mientras que en el testigo regional Naturales L fue del 86.015%.

2.5.3. Muestreo III

Para este último muestreo se presentaron diferencias significativas entre el testigo absoluto y los tratamientos insecticidas (Tukey, $\alpha = 0.05$). Un análisis detallado de las significancias nos revela que los tratamientos insecticidas no presentan diferencias entre sí, esto probablemente se debe a que la diferencia logarítmica entre las dosis evaluadas no es importante. El porcentaje de efectividad en el producto experimental *B. bassiana* fluctuó entre 93.92 y 98.21%, mientras que en el testigo regional Naturales L fue del 97.50% respecto al testigo absoluto.

Tanto el producto experimental como el testigo regional abatieron drásticamente el impacto de la chinche roja sobre el nopal verdura y mantuvieron el porcentaje de efectividad biológica a un nivel alto que se requiere para que una aplicación de insecticida sea rentable (Cuadro 2).

CUADRO 2. Número de insectos vivos de chinche roja, *Esperolabops gelastops* Kirk en nopal verdura. Resumen de todos los muestreos.

TRATAMIENTO	MUESTREO		
	I	II	III
A = " <i>B. bassiana</i> ", 200 g/ha	50.50 a	15.25 (74.15) ab	4.25 (93.92) b
B = " <i>B. bassiana</i> ", 240 g/ha	44.50 a	8.25 (86.01) b	2.00 (97.14) b
C = " <i>B. bassiana</i> ", 280 g/ha	47.25 a	5.75 (90.25) b	1.25 (98.21) b
D = "Naturalis L", 250 ml/ha	51.00 a	8.25 (86.01) b	1.75 (97.50) b
E = TESTIGO ABSOLUTO	50.50 a	59.00 a	70.00 a

Dentro de la columna MUESTREO, se dan los promedios y porcentaje de eficacia, los valores que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, $\alpha = 0.05$).

2.6. Conclusiones de la evaluación de *B. bassiana*

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se concluye lo siguiente:

1. Ninguno de los tratamientos evaluados provocó efectos fitotóxicos al cultivo.
2. Todos los tratamientos insecticidas fueron estadísticamente diferentes del testigo absoluto (TUKEY, $\alpha = 0.05$).
3. Combinando el análisis biológico con el análisis estadístico, todos los tratamientos insecticidas presentan una efectividad biológica similar y adecuada contra la chinche roja.

2.7. Resultados de la evaluación de azadiractina

2.7.1. Muestreo I (previo)

Antes de aplicar los tratamientos, estadísticamente todas las unidades experimentales no mostraron diferencias entre sí (Tukey, $\alpha = 0.05$) en el número de insectos vivos. El promedio de insectos vivos fluctuó entre 341.25 y 408.00

2.7.2. Muestreo II

Para este muestreo se presentaron diferencias significativas entre el testigo absoluto y los tratamientos insecticidas (Tukey, $\alpha = 0.05$), detectándose además diferencias significativas entre los tratamientos con insecticida, siendo diferentes entre sí los tratamientos con la dosis baja y alta del producto experimental (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Por otra parte, la efectividad calculada con la ecuación de Abbott, de los tratamientos con el insecticida bajo estudio Azadiractina fluctuó entre 66.77 y 79.11% mientras que en el testigo regional Nimec 10 CE reportó un 75.72%.

2.7.3. Muestreo III

Para este caso al igual que en el muestreo anterior, se observaron diferencias significativas entre el testigo absoluto y los tratamientos insecticidas (Tukey, $\alpha = 0.05$), no detectándose diferencias significativas entre los tratamientos con insecticida.

Por otra parte respecto a la efectividad biológica de los tratamientos con el insecticida, los correspondientes a la Azadiractina fluctuó entre un 79.58 y 86.76% mientras que en el testigo regional Nimec 10 CE se reportó un 80.43%.

2.7.4. Muestreo IV

En el testigo absoluto se tuvo un promedio de 287.25 insectos vivos de cochinilla indicando que la presión de la plaga se mantenía en una plataforma, la presión de la plaga se mantuvo. Al igual que en el caso de los muestreos II y

III, se presentaron diferencias significativas entre el testigo absoluto y los tratamientos insecticidas (Tukey, $\alpha = 0.05$), no detectándose diferencias significativas entre los tratamientos con insecticida.

En este último muestreo se confirma la actividad biológica del insecticida experimental Azadiractina y el regional Nimec 10 CE, reportando porcentajes del 83.8, 85.90, 86.16 y 86.33% respectivamente.

Tanto el producto experimental como el testigo regional reportaron un aceptable control de la cochinilla del nopal. De acuerdo a las características de la plaga, las ninfas en sus primeros instares son más susceptibles a la acción de estos insecticidas, escapando los adultos los cuales cuentan con una capa cerosa que impide el contacto con el plaguicida y como consecuencia su acción (Cuadro 3).

CUADRO 3. Número de insectos vivos de cochinilla, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) Moran, en nopal verdura. Resumen de todos los muestreos.

TRATAMIENTO	MUESTREO			
	I	II	III	IV
A = Azadiractina, 5 ml/L de agua	408.00 a	103.00 (66.77) b	54.00 (79.58) b	46.50 (83.80) b
B = Azadiractina, 10 ml/L de agua	404.25 a	82.75 (73.30) bc	50.00 (81.09) b	40.25 (85.90) b
C = Azadiractina, 15 ml/L de agua	363.75 a	64.75 (79.11) c	35.00 (86.76) b	39.75 (86.16) b
D = "Nimec 10 CE", 3 L/ha	341.25 a	75.25 (75.72) bc	51.75 (80.43) b	39.25 (86.33) b
E = TESTIGO ABSOLUTO	376.25 a	310 a	264.50 a	287.25 a

Dentro de la columna MUESTREO, se dan los promedios y porcentaje de eficacia, los valores que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, $\alpha = 0.05$).

2.8. Conclusiones de la evaluación de azadiractina

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se concluye lo siguiente:

1. Ninguno de los tratamientos evaluados provocó efectos fitotóxicos al cultivo.
2. Todos los tratamientos insecticidas fueron estadísticamente diferentes del testigo absoluto (TUKEY, $\alpha = 0.05$).
3. Combinando el análisis biológico con el análisis estadístico, todos los tratamientos insecticidas presentan una efectividad biológica similar y adecuada contra la cochinilla del nopal.

3. LITERATURA CITADA

D.O.F. 1988. Norma Oficial Mexicana NOM-Y-302-1988, Clasificación toxicológica de plaguicidas. Diario Oficial de la Federación 24 de mayo de 1988. México D.F.

D.O.F. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-032-FITO-1995, Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarios para la realización de estudios de efectividad biológica de plaguicidas agrícolas y su dictamen técnico. Diario Oficial de la Federación 8 de enero de 1997. México D.F.

SENASICA. 2007. 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. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. [en línea] www.senasica.sagarpa.gob.mx

CAPITULO 4

MANEJO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA

1. INTRODUCCIÓN

El éxito en la producción de cualquier producto agrícola depende en gran parte del manejo adecuado que el agricultor de a su cultivo. Si bien la competencia de otras regiones productoras del producto de interés, marca junto con la demanda la fluctuación de los precios, la calidad es un valor agregado del producto que siempre representa un factor importante para lograr la venta y obtener mayores utilidades de nuestro producto.

La aplicación de buenas prácticas de manejo, resultan en un mayor vigor de las plantas, además de que se evitan las fuentes de inóculo de enfermedades y de focos de infestación de plagas.

2. MANEJO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA EN MILPA ALTA

2.1. Formas de reproducción del nopal.

2.1.1. Reproducción sexual o por semilla

Las plantas obtenidas por reproducción sexual tardan más tiempo en iniciar la reproducción y además, resultan heterogéneas en muchas de sus características por proceder de polinización cruzada. Su importancia radica en que se utiliza para trabajos de mejoramiento genético.

2.1.2. Reproducción asexual o vegetativa

Esta forma resulta más ventajosa desde el punto de vista comercial, debido a que se conservan las características fenológicas de la planta madre. Las plantas obtenidas por este método tienen una producción más rápida. Esta forma de reproducción es la más comúnmente practicada por los agricultores en Milpa Alta.

2.2. Selección del material vegetativo

Las huertas donde se piensa obtener el material vegetativo deben reflejar un buen manejo, ya que con esto se garantiza la sanidad y calidad de las pencas, estas deben presentar buenas características morfológicas y de sanidad para poder ser seleccionadas como material de propagación.

En Milpa Alta, en la selección de pencas para el establecimiento de nuevas plantaciones, los agricultores experimentados realizan una buena selección ya que toman en cuenta el tamaño, vigor, sanidad y edad. Pero hay descuido por parte de algunos, ya que descuidan la sanidad de los cladodios seleccionados, detectándose material enfermo, principalmente por la mancha de oro y a la enfermedad del cacarizo.

2.3. Tratamiento del material vegetativo

Una vez cortado el material vegetativo seleccionado, se procede a la desinfección de las heridas con caldo bordelés al 2 % (2-2-100), cal, sulfato de cobre y agua, se pone a media sombra durante un periodo de 15 a 20 días, para su aireamiento y cicatrización, colocando las pencas de canto al suelo.

2.4. Preparación del terreno

Como consecuencia de la densidad de plantación que se maneja en el nopal verdura, es difícil realizar aflojes de suelo una vez establecida la plantación, por esta razón, es conveniente una buena preparación del terreno. Es necesario un barbecho y un rastreo cruzado para que el suelo quede bien mullido, considerando que se cuenta con un terreno plano; cuando se presentan pendientes más pronunciadas, es conveniente hacer terrazas.

2.5. Establecimiento de plantaciones

La época de plantación en Milpa Alta se realiza de mayo a junio, realizándose a una distancia entre 1.50 a 1.70 metros entre hileras y con una separación de 40-50 cm. entre plantas. Se sugiere para aquellos terrenos con suelo más

profundos, transplantar a una mayor distancia entre hileras para permitir el uso y paso del motocultor.

2.6. Control de malezas

Las malezas compiten con el cultivo por espacio, luz y nutrimentos, además de que dificulta el manejo integral de planta cultivada y muchas de ellas son hospederas de plagas y enfermedades. Por esta razón, es recomendable mantener el cultivo libre de ellas.

En el área de estudio existen predios donde no hay un buen control de la maleza, por razones económicas o abandono. La mayor parte de los agricultores la realiza con azadón, el 10% de los productores entrevistados los realizan con motocultor y un 5% utiliza herbicidas por recomendación de las tiendas de agroquímicos o del personal del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del D.F. (CESAVE).

2.7. Poda

Las podas se realizan con la finalidad de dar a la planta una buena forma para facilitar el manejo, evitando el estrechamiento de calles y facilitar el acceso al interior, además estimula la brotación de renuevos. Es aconsejable eliminar aquellos cladodios que se localizan en posición y ángulos inadecuados a la iluminación solar, que se encuentren muy juntos o en la base del tallo. En general, en el nopal verdura se recomiendan cuatro tipos de poda: Poda de formación, sanitaria, rejuvenecimiento y de estimulación de raíces. Las plantas no deben dejarse crecer por encima de los 80 cm.

Con base en los recorridos, es una práctica común la incorporación del material enfermo derivado de la poda de saneamiento. Un caso típico es la incorporación de material enfermo con diversas enfermedades, sobre todo pudrición bacteriana, práctica que promueve la permanencia de la fuente de inóculo e infección de las plantas sanas del cultivo.

2.8. Abonado

En la región es muy común la aplicación de grandes cantidades de abono húmedo de ganado vacuno. Para obtener mejores resultados es recomendable la aplicación de estiércol seco y semi incorporado en bandas laterales al pie de la hilera de las plantas. El abono fresco trae diversos problemas como exceso de basura, microorganismos indeseables, moscas de establo, etc.

2.9. Fertilización

Para el nopal verdura se obtienen buenos resultados cuando se aplican 200 g de sulfato de amonio o 100 g. de urea por planta, estos resultados son mejores si el fertilizante se aplica junto con el abono orgánico. Se recomienda aplicarlo 2-3 meses después de establecida la plantación y en presencia de humedad.

2.10. Control de plagas

En la actualidad, con el rápido avance de las ciencias y tecnología en un mundo globalizado, el conocimiento de los diferentes métodos de control de plagas y de las implicaciones ambientales y salud humana derivadas del uso de cada una de ellas, ha derivado en la metodología para el combate de plagas denominada combate integral o manejo integrado de plagas (MIP). El manejo integrado de plagas es una serie de técnicas y métodos para el combate de plagas ideado con una visión permisiva para que los enemigos naturales y los factores ambientales actúen, haciendo un uso adecuado de los plaguicidas. Los programas MIP utilizan plaguicidas pero solamente después de haber efectuado una observación detallada del comportamiento de las poblaciones y de los factores naturales que propician el decremento poblacional de las especies problema. Idealmente los programas MIP toman en consideración todas las herramientas para aminorar los problemas generados por las plagas, inclusive no realizar ninguna acción. En el MIP se incluyen las prácticas culturales, la búsqueda de plantas resistentes, el uso de agentes biológicos como hongos y toxinas de bacterias, manipulación genética, mensajeros químicos (tales como atrayentes hormonales) feromonas y el uso de plaguicidas como última acción.

2.10.1. Control cultural de insectos

Para mantener la estabilidad de las poblaciones de plagas, son recomendadas las siguientes prácticas culturales (Gallegos y Méndez, 2000).

- Realizar una buena selección de la planta que se va a establecer, y de ser posible, diversificar las formas de nopal en el huerto.
- Efectuar los diferentes tipos de poda recomendados, ya que la arquitectura y el tamaño de la planta están directamente relacionados con el daño por insectos. Asimismo, es necesario eliminar o picar finamente los residuos de las podas, ya que la mayoría de los insectos utilizan éstos para su pupación y refugio.
- La sanidad y limpieza del predio coadyuvan a la eliminación de las plagas, al eliminar los sitios del refugio y oviposición.
- El estado nutrimental de la planta puede actuar negativamente en el establecimiento y desarrollo de algunos insectos, una planta bien nutrida resistirá mejor los daños ocasionados por la alimentación de insectos.
- Las poblaciones de insectos varían año con año, por esto no siempre se presentan en la misma densidad y su aparición está influenciada por las condiciones climáticas que se hayan presentado en años anteriores.
- La visita periódica al huerto a través del año, por parte del productor, permite detectar y controlar a tiempo los insectos, para ello es necesario eliminar las partes de la planta afectadas.

2.10.2. Control químico

Existe muy poca información respecto a trabajos de investigación sobre el control químico de plagas en nopal, lo cual se debe posiblemente a diversos factores como son las características morfológicas y fisiológicas del nopal que impiden el uso generalizado de productos químicos y al incremento en los costos de producción, debido a los gastos ocasionados por la compra de equipo, del producto, así como de su aplicación (Gallegos y Méndez, 2000).

A pesar de lo anteriormente expuesto, en nuestro país existen publicaciones en cuyo contenido se recomienda el uso de diversos productos y dosis para el control de plagas del nopal, algunos de los cuales ya se ha restringido su uso; por ello hay que tomar con ciertas reservas esta información, ya que no se presentan los trabajos en los cuales se sustentan dichas recomendaciones.

Por otro lado, con la nueva apertura comercial que el país está viviendo, nuestros productos no podrán competir, debido a los fuertes dispositivos en el control de calidad; o bien sí en su producción son usados agroquímicos prohibidos o en forma inadecuada aquellos recomendados en algunas publicaciones. Esto puede ocasionar que sea rechazado, tanto el producto como el subproducto agrícola, por la presencia de residuos de un plaguicida prohibido o por tener residuos más altos de los aprobados en el país de destino.

En el presente trabajo se plasman algunas prácticas llevadas a cabo en algunas regiones productoras de nopal, pero ninguna de ellas esta validada o sea la más apropiada desde el punto de vista efectividad biológica, resultando de su aplicación en efectos nocivos al ambiente o salud del personal ocupacionalmente expuesto o consumidor del producto cosechado.

Gallegos y Méndez (2000), mencionan que de recurrir al uso de plaguicidas se recomiendan las siguientes prácticas, con el fin de mejorar su efectividad y disminuir los efectos adversos:

1. Obtener los umbrales de acción adecuados, basados en estudios de campo para cada plaga en particular.
2. Hacer una selección adecuada del producto.
3. Métodos de aplicación. Las aspersiones han dado mejores resultados a corto plazo, que las aplicaciones al suelo. Es recomendable dirigir las aplicaciones a los cladodios jóvenes y a las areolas.
4. Utilizar productos de baja residualidad y emplear únicamente las dosis, formulación y frecuencia recomendada.

5. Uno de los aspectos más importantes en el control de plagas es conocer los hábitos y biología de los insectos a controlar, con el fin de detectar los estados más susceptibles.

2.11. Organismos auxiliares para el control de plagas y enfermedades

En la Delegación de Milpa Alta se encuentran organismos oficiales que trabajan a favor de la fitosanidad de la región y que son una pieza importante de colaboración para que junto con las dependencias del D.F. y la Delegación de Milpa Alta coadyuven al aumento de la productividad del cultivo de nopal en beneficio de los productores de la región.

El Comité Estatal de Sanidad Vegetal del D.F. (CESAVE), atiende a los productores de Milpa Alta desde 1998 primero como Junta Local de Sanidad Vegetal y a partir de abril del 2005 como Comité Estatal, dando asesoría técnica a través de profesionistas con nivel de licenciatura y maestría en las carreras de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, Ingeniero Agrícola y Biología, los cuales atienden las siguientes campañas relacionados con el cultivo de nopal:

- Manejo Fitosanitario del Nopal
- Monitoreo Preventivo de la palomilla del Nopal *Cactoblastis cactorum*

Para estas campañas se ha establecido un monitoreo constante de la región con el propósito de conocer la problemática fitosanitaria y monitorear la zona para detectar a tiempo la presencia de plagas en cuarentena o de reciente introducción en el país.

La capacitación que se ha dado a los productores es mediante pláticas sobre: "Uso y manejo de Agroquímicos", "La palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum*", "Uso y manejo de productos orgánicos" y sobre "Inocuidad Alimentaria".

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- _ La incidencia y severidad de los problemas fitosanitarios de la región (plagas y enfermedades) se presentan en función del manejo realizado por cada productor.
- _ Existe un desconocimiento de algunas plagas y enfermedades del cultivo, ocasionando un manejo deficiente de ellas.
- _ Falta investigación de las principales enfermedades del nopal de la región, en especial la validación de productos nuevos y de bajo impacto ambiental.
- _ Entre los productores de la región existen diversas estrategias para el manejo de los problemas fitosanitarios, muchas de ellas se aplican de forma empírica y sin una base técnica.
- _ Existen instancias oficiales, tanto de la Delegación Política de Milpa Alta, y del gobierno federal como el Comité Estatal de Sanidad Vegetal que brindan diversos apoyos a los productores de nopal verdura. Se recomienda trabajar coordinadamente para optimizar los recursos económicos y técnicos en programas de capacitación sobre el manejo integral del cultivo e implementación de un programa de Divulgación, donde se de a conocer la información disponible.

LITERATURA CITADA

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

APÉNDICE 1

Sitios georeferenciados en Milpa Alta y mapas de distribución de las plagas y enfermedades detectadas.

Ruta Carretera México- Oaxtepec		
Altitud	Ubicación	Problemas Fitosanitarios
2498	19° 11' 54.7" 99° 02' 18.1"	Mancha bacteriana, Mal del oro, Cacarizo del nopal (mb) , Picudo del nopal, tuza y chinche gris (ninfa) San Lorenzo
2509	19° 11' 43.8" 99° 02' 26.0"	Mancha bacteriana, Mal del oro, Cacarizo del nopal (mb) , Picudo del nopal 1%, tuza y cochinilla grana y minador (San Lorenzo)
2537	19° 11' 54.7" 99° 02' 28.1"	Mancha bacteriana, minador (alto) 10%, Cacarizo del nopal (mb) , Picudo del nopal, grana cochinilla (San Lorenzo)
2552	19° 11' 53.5" 99° 02' 18.1"	Minador, Mal del oro, Cacarizo del nopal (mb) , Picudo del nopal, tuza y chinche roja y gris (ninfas) (San Lorenzo)

Ruta Carretera México- Oaxtepec (SUR 1)		
Altitud	Ubicación	Problemas Fitosanitarios
2555	19° 11' 17.3" 99° 02' 09.4"	Minador, Mancha bacteriana (0.5%), Mal del oro, (0.3) Cacarizo del nopal (mb) , Picudo del nopal (0.5%)(daño por larva)
2584	19° 11' 11.7" 99° 02' 18.2"	Chinche roja, picudo del nopal (daño por larva), minador, cacarizo del nopal (en nopales abandonados) 10%, (cultivos abandonados)
2612	19° 11' 08.1" 99° 02' 25.1"	Cacarizo del nopal (mb) , Picudo del nopal (daño por larva), grana cochinilla
2628	19° 11' 04.3" 99° 02' 33.2"	Cacarizo del nopal (mb) , Picudo del nopal (daño por larva)
2670	19° 11' 04.3" 99° 02' 30.2"	Cacarizo del nopal, Picudo, Caracol
2698	19° 11' 04.3" 99° 02' 33.2"	Mal del oro, cacarizo y Picudo del nopal (daño por larva)
2732	19° 11' 04.3" 99° 02' 30.2"	Tuza daño por caracol, picudo del nopal (daño por larva), Chinche roja (ninfa)

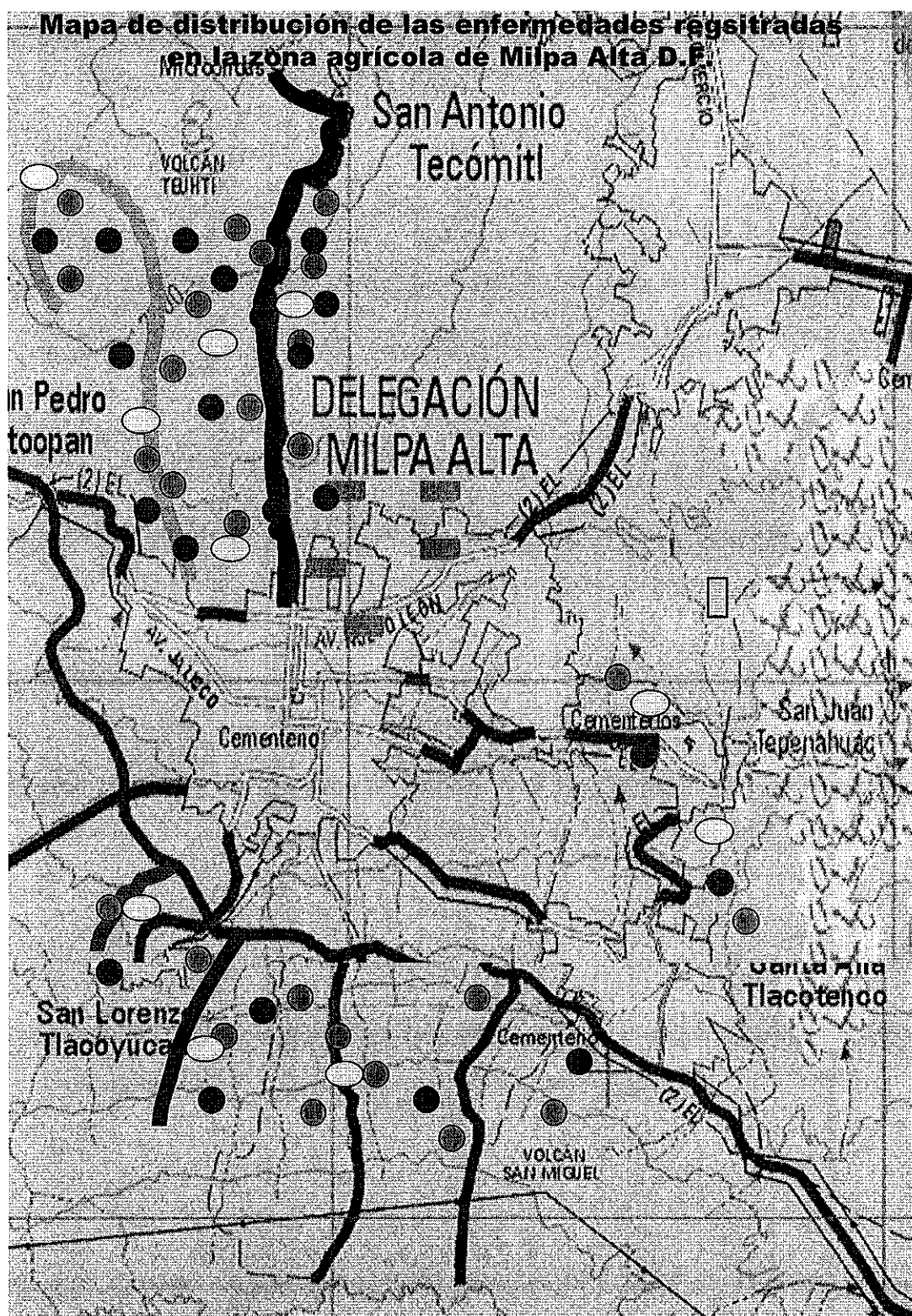
Ruta Carretera México- Oaxtepec (SUR 2)		
Altitud	Ubicación	Problemas Fitosanitarios
2645	19° 10' 38.2" 99° 00' 53.5"	Mancha bacteriana 0.1%) Cacarizo del nopal
2652	19° 10' 28.9" 99° 00' 32.2"	Mancha bacteriana, minador
26 66	19° 10' 33.6" 99° 00' 52.3"	Cacarizo del nopal (mb) ,
2706	19° 10' 09.1" 99° 00' 01.4"	Mancha bacteriana, Cacarizo del nopal (mb) , Caracol
2711	19° 10' 19.1" 99° 00' 01.4"	Mancha bacteriana, Cacarizo del nopal (mb) , Caracol

Ruta Carretera ALBERCA –SANTA ANA		
Altitud	Ubicación	Problemas Fitosanitarios
2308	19° 12' 07.2" 99° 00' 13.8"	Mancha bacteriana (0.5%), Cacarizo del nopal (mb) San Francisco
2354	19° 11' 39.7" 99° 00' 24.1"	Caracol, grana cochinilla, mal del oro San Francisco
2392	19° 11' 30.4" 99° 00' 10.8"	Minador, picudo del nopal 5%, cacarizo, mal del oro, caracol, cochinilla. San Jerónimo
2406	19° 11' 28.4" 99° 00' 59.4"	Minador, mancha bacteriana, tuza, cacarizo San Jerónimo
2434	19° 11' 25.4" 99° 59' 52.1"	Tuza ,Cacarizo del nopal, mal del oro San Jerónimo
2473	19° 11' 16" 99° 59' 54"	Mal del oro, cacarizo y cochinilla grana(San Jerónimo)
2474	19° 11' 07.8" 99° 58' 42.3"	San Juan Tepenahua- Santa Ana Minador, mal del oro, picudo del nopal (daño por larva),

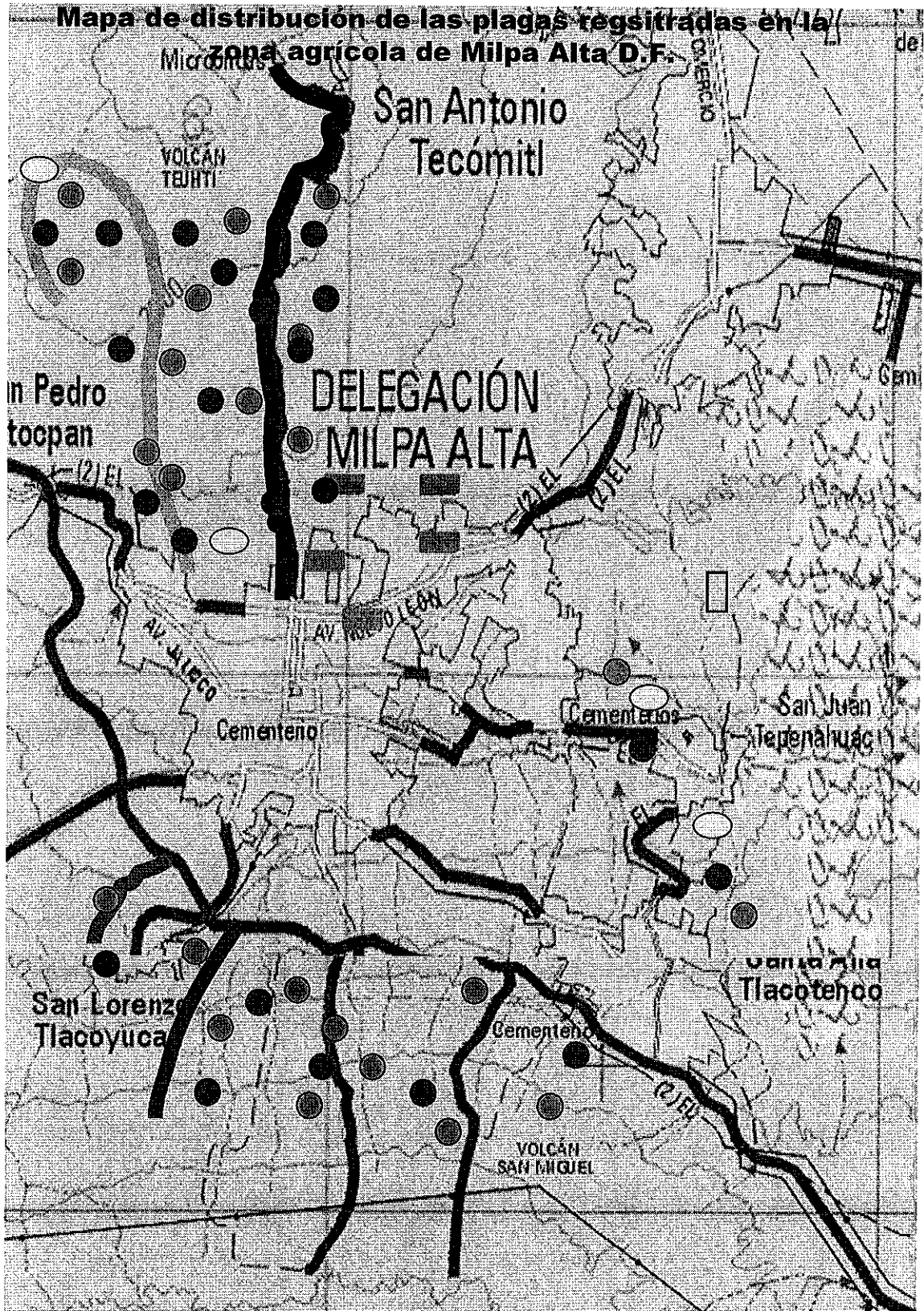
Ruta TLAXCALA NORTE		
Altitud	Ubicación	Problemas Fitosanitarios
2398	19° 11' 98.5" 99° 01' 44.8"	Cochinilla grana, picudo del nopal, minador, cacarizo (muy bajo 0.1 %)
2419	19° 12' 17.1" 99° 01' 49.6"	grana cochinilla (10%), cacarizo San Francisco
2445	19° 12' 29.3" 99° 01' 50.9"	Mancha bacteriana, cacarizo (1%) Mal del oro (0.2),
2504	19° 12' 49.8" 99° 01' 51.6"	Chinche gris, chinche roja (10%), Minador, cochinilla grana baja, mal del oro (bajo), cacarizo 15%, Picudo 0.1% Gusano telarañero 1%
2556	19° 13' 11.8" 99° 01' 53.1"	Chinche gris, chinche roja, minador , picudo del nopal (alto) mancha bacteriana, cochinilla grana (0.1%)
2582	19° 13' 14.4" 99° 02' 01.7"	Cochinilla (5%), Picudo del nopal, chinche roja, mancha bacteriana (cultivo orgánico)
2573	19° 13' 14.8" 99° 02' 09.8"	Paraje Etiocle Zona con daño severo con caracol, minador, cacarizo
2598	19° 13' 30.0" 99° 02' 13.1"	Zacatepetl Picudo, minador , cacarizo
2550	19° 13' 09.9" 99° 02' 25.5"	Mal del oro, cacarizo caracol
2559	19° 13' 16.7" 99° 02' 22.6"	Mal del oro, cacarizo del nopal, picudo del nopal
2585	19° 13' 09.8" 99° 01' 55.3"	Picudo (5%), gana cochinilla (5%), cacarizo , mal del oro, pudrición bacteriana
2566	19° 13' 04.1" 99° 02' 05.5"	Predio abandonado, cacarizo del nopal , mal del oro, picudo del nopal 0.2%, pudrición bacteriana
2564	19° 12' 59.5" 99° 02' 09.6"	Picudo del nopal, cacarizo del nopal, pudrición bacteriana
2527	19° 12' 47.2" 99° 02' 07.6"	Cacarizo, picudo y mal del oro. San Pedro
2477	19° 12' 36.6" 99° 01' 59.6"	Cacarizo, picudo y mal del oro. San Pedro

Ruta MEXICO NORTE		
Altitud	Ubicación	Problemas Fitosanitarios
2380	19° 11' 58.8" 99° 01' 23.7"	Zona con terrenos sin cultivo, y descuidados (mal del oro, cacarizo y caracol (Santa Martha)
2392	19° 12' 13.9" 99° 01' 25.3"	grana cochinilla (10%), cacarizo, poco picudo, tuza, pudrición bacteriana (Santa martha)
2404	19° 12' 19.4" 99° 01' 28.1"	Cacarizo, cochinilla grana, poco picudo del nopal, pudrición bacteriana, minador
2443	19° 12' 36.2" 99° 01' 28.2"	Cacarizo, cochinilla grana, mal del oro, minador, pudrición bacteriana
2478	19° 12' 48.9" 99° 01' 28.9"	Mal del oro, cacarizo, pudrición bacteriana, tuza, cochinilla grana, minador
2506	19° 12' 56.1" 99° 01' 27.9"	Mal del oro, cacarizo , picudo (bajo)
2943	19° 13' 10.7" 99° 02' 24.3"	Cacarizo, baja incidencia de picudo, tuza, mal del oro, Pudrición bacteriana
2554	19° 13' 19.4" 99° 01' 22.2"	Plantaciones recientes, tuza, pudrición mal del oro y cacarizo (daños iniciales)
2558	19° 13' 27.8" 99° 01' 22.2"	Tuza pudrición bacteriana, mal del oro, cacarizo
2572	19° 13' 34.8" 99° 01' 28.1"	Pudriciónbacteriana, tuza, maleza, cacarizo, picudo del nopal, grana cochinilla, mal del oro.

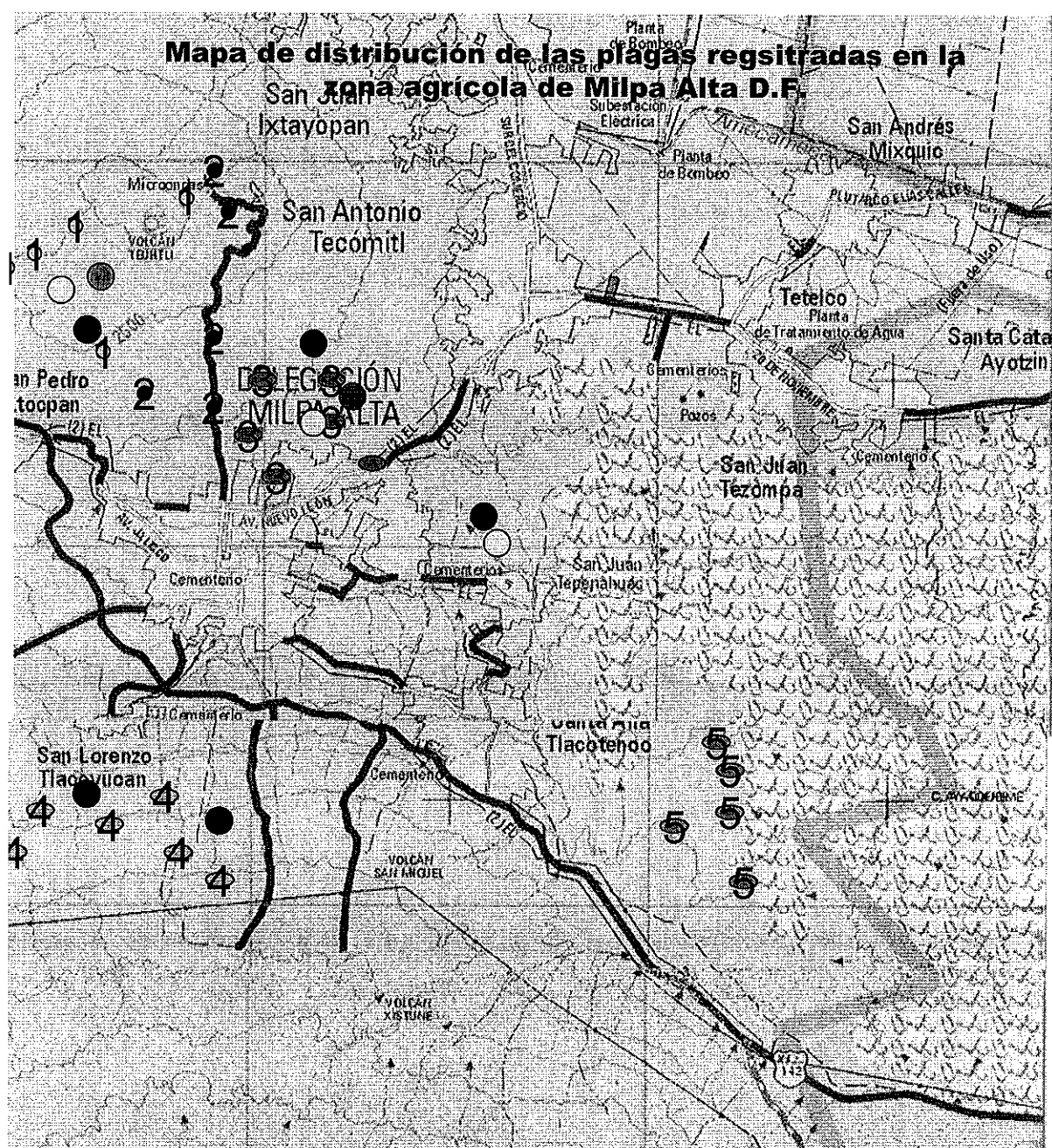
Ruta VERACRUZ NORTE		
Altitud	Ubicación	Problemas Fitosanitarios
2381	19° 11' 59.8" 99° 01' 11.0"	mal del oro, grana cochinilla, cacarizo del nopal
2392	19° 12' 12.5" 99° 01' 09.3"	Mal del oro, caracol, picudo (bajo), minador, cacarizo del nopal
2410	19° 12' 22.3" 99° 01' 08.4"	Cacarizo del nopal, mal del oro
2425	19° 12' 30.8" 99° 01' 08.3"	Mal del oro 10%, cacarizo del nopal grados 1-5, tuza, pudrición bacteriana, picudo (bajo)
2430	19° 12' 34.8" 99° 01' 08.1"	Cacarizo, pudrición bacteriana, mal del oro, minador, picudo (bajo)
2440	19° 12' 39.2" 99° 01' 07.2"	Minador, tuza, picudo (bajo), mal del oro, cacarizo
2450	19° 12' 44.8" 99° 01' 04.0"	Cacarizo (grados diversos), tuza, mal del oro, minador, maleza, terrenos con abono amontonado
2470	19° 12' 48.7" 99° 01' 06"	Terrenos en diferente desarrollo fenológico, mal del oro (bajo), cacarizo mb)
2488	19° 12' 55.7" 99° 01' 09.2"	Minador mal del oro, cacarizo diversos grados, picudo 0.2%
2502	19° 13' 03.7" 99° 01' 06.4"	Cacarizo, picudo, mal del oro (mb) grana, tuza, pudrición, pupas de lepidópteros.
2511	19° 13' 13.5" 99° 00' 59.6"	Cochinilla grana (mb) picudo del nopal (daño)
2522	19° 13' 19.1" 99° 01' 05"	antena: mal del oro, cacarizo, pudrición bacteriana
2549	19° 13' 28.5" 99° 01' 02.8"	Nopaleras viejas (alta incidencia y severidad de picudo), mal del oro, tuza y cacarizo nivel 1
2551	19° 13' 30.5" 99° 01' 10.8"	Cacarizo, mal del oro, picudo del nopal (bajo)



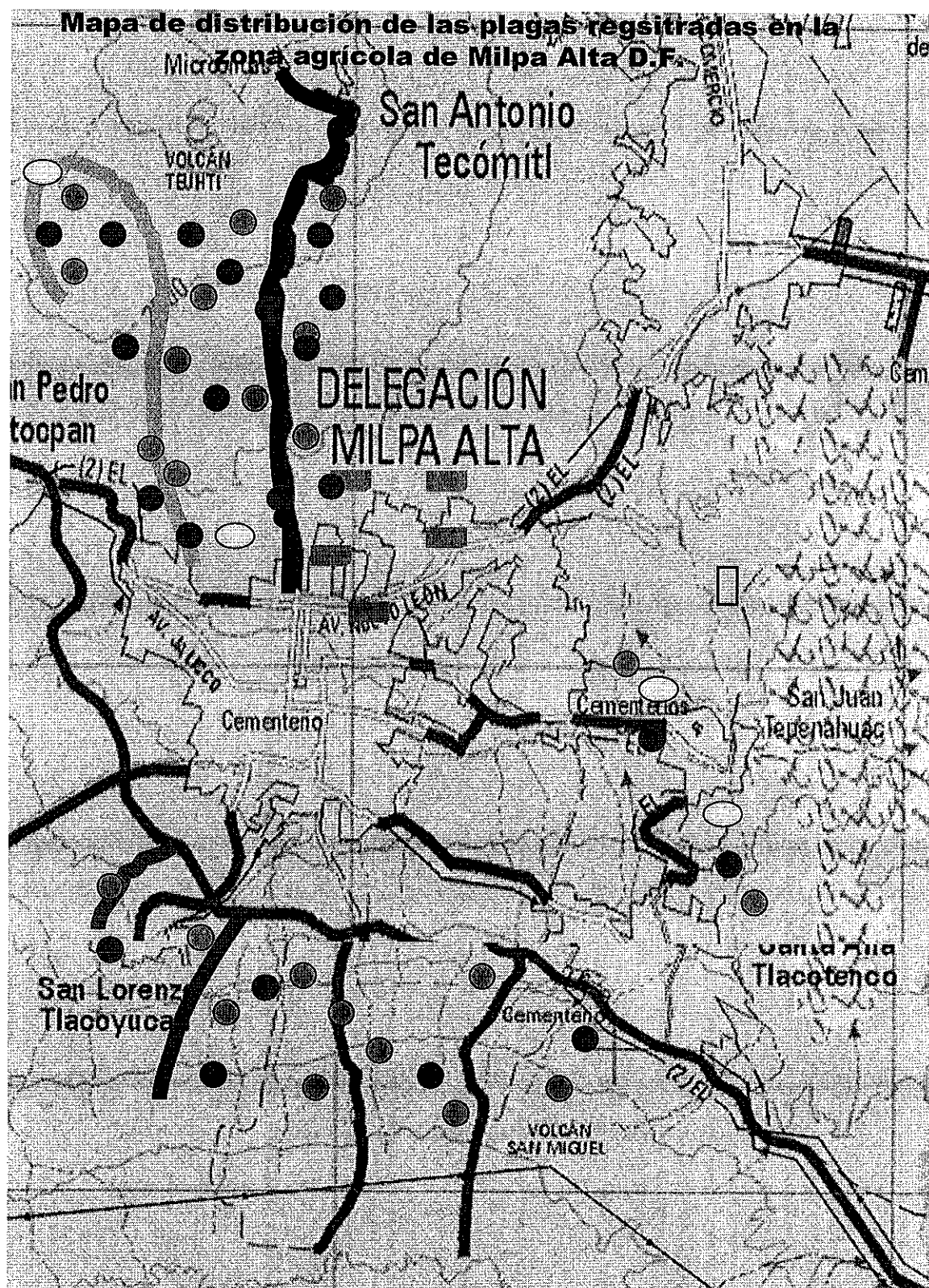
Mal del oro ● Pudrición bacteriana ○
 Cacarizo del nopal ●



Minador ● Chinche gris ○ Chinche roja ●



Tuza ● Gusano cebra ● Palomilla ●
Picudo de las espinas ●



Picudo ● Caracol ◐ grana cochinilla ●

APÉNDICE 2

Análisis estadístico de las variables estudiadas.

```

options ps=500 ls=80 nodate;
data BEAUVERIA BASSIANA EN NOPAL MILPA ALTA;
input block trat A B C;
AA=log10(A+1);
BB=log10(B+1);
CC=log10(C+1);
cards;
1      1      58      10      3
1      2      36      0      0
1      3      42      7      0
1      4      24      8      1
1      5      63      65     79
2      1      44      16      7
2      2      44      8      5
2      3      59      4      1
2      4      76      10      2
2      5      56      63     69
3      1      62      17      5
3      2      60      14      0
3      3      47      6      2
3      4      52      11      0
3      5      31      66     67
4      1      38      18      2
4      2      38      11      3
4      3      41      6      2
4      4      52      4      4
4      5      52      42     65
proc print;
title 'Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura';
var A AA;
run;
proc anova;
classes block trat;
model AA=block trat;
means trat/tukey;
run;
proc print;
var B BB;
run;
proc anova;
classes block trat;
model BB=block trat;
means trat/tukey;
run;
proc print;
var C CC;
run;
proc anova;
classes block trat;
model CC=block trat;
means trat/tukey;
run;
Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura

```

Obs	A	AA
1	58	1.77085
2	36	1.56820
3	42	1.63347
4	24	1.39794
5	63	1.80618
6	44	1.65321
7	44	1.65321
8	59	1.77815
9	76	1.88649
10	56	1.75587
11	62	1.79934
12	60	1.78533
13	47	1.68124
14	52	1.72428
15	31	1.50515
16	38	1.59106
17	38	1.59106
18	41	1.62325
19	52	1.72428

20 52 1.72428

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4
trat	5	1 2 3 4 5

Number of observations 20

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.04444883	0.00634983	0.36	0.9110
Error	12	0.21410440	0.01784203		
Corrected Total	19	0.25855323			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AA Mean
0.171914	7.938351	0.133574	1.682643

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
block	3	0.03730140	0.01243380	0.70	0.5716
trat	4	0.00714744	0.00178686	0.10	0.9803

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AA

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	0.017842
Critical value of Studentized Range	4.50760
Minimum significant Difference	0.301

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	1.70362	4	1
A			
A	1.69787	4	5
A			
A	1.68325	4	4
A			
A	1.67903	4	3
A			
A	1.64945	4	2

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura

Obs	B	BB
1	10	1.04139
2	0	0.00000
3	7	0.90309
4	8	0.95424
5	65	1.81954
6	16	1.23045
7	8	0.95424
8	4	0.69897
9	10	1.04139
10	63	1.80618
11	17	1.25527
12	14	1.17609
13	6	0.84510
14	11	1.07918
15	66	1.82607
16	18	1.27875
17	11	1.07918
18	6	0.84510

19 4 0.69897
20 42 1.63347

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4
trat	5	1 2 3 4 5

Number of observations 20

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: BB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	2.82630605	0.40375801	5.84	0.0040
Error	12	0.82998133	0.06916511		
Corrected Total	19	3.65628738			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	BB Mean
0.772999	23.72863	0.262993	1.108335

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
block	3	0.22472465	0.07490822	1.08	0.3934
trat	4	2.60158140	0.65039535	9.40	0.0011

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for BB

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	0.069165
Critical Value of Studentized Range	4.50760
Minimum Significant Difference	0.5927

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	1.7713	4	5
A			
B	1.2015	4	1
B			
B	0.9434	4	4
B			
B	0.8231	4	3
B			
B	0.8024	4	2
B			

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura

Obs	C	CC
1	3	0.60206
2	0	0.00000
3	0	0.00000
4	1	0.30103
5	79	1.90309
6	7	0.90309
7	5	0.77815
8	1	0.30103
9	2	0.47712
10	69	1.84510
11	5	0.77815
12	0	0.00000
13	2	0.47712
14	0	0.00000
15	67	1.83251
16	2	0.47712
17	3	0.60206
18	2	0.47712

19 4 0.69897
20 65 1.81954

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4
trat	5	1 2 3 4 5

Number of observations 20

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	7.14726176	1.02103739	17.67	<.0001
Error	12	0.69333476	0.05777790		
Corrected Total	19	7.84059652			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CC Mean
0.911571	33.68119	0.240370	0.713663

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
block	3	0.32205209	0.10735070	1.86	0.1905
trat	4	6.82520967	1.70630242	29.53	<.0001

Efectividad Biologica de BEAUVERIA BASSIANA En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CC

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	0.057778
Critical Value of Studentized Range	4.50760
Minimum Significant Difference	0.5417

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	1.8501	4	5
B	0.6901	4	1
B			
B	0.3693	4	4
B			
B	0.3451	4	2
B			
B	0.3138	4	3

```
options ps=500 ls=80 nodate;
data NEEEM AZADIRACTINA EN NOPAL MILPA ALTA;
input block trat A B C D;
AA=log10(A+1);
BB=log10(B+1);
CC=log10(C+1);
DD=log10(D+1);
cards;
```

1	1	517	111	52	57
1	2	468	109	46	51
1	3	523	110	31	58
1	4	345	93	48	38
1	5	432	313	291	313
2	1	488	119	38	30
2	2	288	81	47	32
2	3	286	62	32	33
2	4	244	87	75	46

2	5	360	311	225	255
3	1	310	102	63	50
3	2	506	74	58	44
3	3	285	35	40	35
3	4	350	44	54	28
3	5	373	276	278	254
4	1	317	80	63	49
4	2	355	67	49	34
4	3	361	52	37	33
4	4	426	77	30	45
4	5	340	340	264	327

```

proc print;
title 'Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura';
var A AA;
run;
proc anova;
classes block trat;
model AA=block trat;
means trat/tukey;
run;
proc print;
var B BB;
run;
proc anova;
classes block trat;
model BB=block trat;
means trat/tukey;
run;
proc print;
var C CC;
run;
proc anova;
classes block trat;
model CC=block trat;
means trat/tukey;
run;
proc print;
var D DD;
run;
proc anova;
classes block trat;
model DD=block trat;
means trat/tukey;
run;

```

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura

obs	A	AA
1	517	2.71433
2	468	2.67117
3	523	2.71933
4	345	2.53908
5	432	2.63649
6	488	2.68931
7	288	2.46090
8	286	2.45788
9	244	2.38917
10	360	2.55751
11	310	2.49276
12	506	2.70501
13	285	2.45637
14	350	2.54531
15	373	2.57287
16	317	2.50243
17	355	2.55145
18	361	2.55871
19	426	2.63043
20	340	2.53275

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4
trat	5	1 2 3 4 5

Number of observations 20

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.07300276	0.01042897	1.19	0.3766
Error	12	0.10509253	0.00875771		
Corrected Total	19	0.17809530			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AA Mean
0.409908	3.642536	0.093583	2.569162

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
block	3	0.05677666	0.01892555	2.16	0.1457
trat	4	0.01622610	0.00405652	0.46	0.7616

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AA

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	0.008758
Critical Value of Studentized Range	4.50760
Minimum Significant Difference	0.2109

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	2.59971	4	1
A			
A	2.59713	4	2
A			
A	2.57491	4	5
A			
A	2.54807	4	3
A			
A	2.52599	4	4

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura

Obs	B	BB
1	111	2.04922
2	109	2.04139
3	110	2.04532
4	93	1.97313
5	313	2.49693
6	119	2.07918
7	81	1.91381
8	62	1.79934
9	87	1.94448
10	311	2.49415
11	102	2.01284
12	74	1.87506
13	35	1.55630
14	44	1.65321
15	276	2.44248
16	80	1.90849
17	67	1.83251
18	52	1.72428
19	77	1.89209
20	340	2.53275

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4
trat	5	1 2 3 4 5

Number of observations 20

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: BB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	1.38080630	0.19725804	22.05	<.0001
Error	12	0.10732861	0.00894405		
Corrected Total	19	1.48813490			

R-Square 0.927877 Coeff Var 4.697298 Root MSE 0.094573 BB Mean 2.013349

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
block	3	0.12530536	0.04176845	4.67	0.0220
trat	4	1.25550093	0.31387523	35.09	<.0001

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for BB

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 12
Error Mean Square 0.008944
Critical Value of Studentized Range 4.50760
Minimum Significant Difference 0.2131

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	2.49158	4	5
B	2.01243	4	1
B			
C B	1.91569	4	2
C B			
C B	1.86573	4	4
C			
C	1.78131	4	3

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura

Obs	C	CC
1	52	1.72428
2	46	1.67210
3	31	1.50515
4	48	1.69020
5	291	2.46538
6	38	1.59106
7	47	1.68124
8	32	1.51851
9	75	1.88081
10	225	2.35411
11	63	1.80618
12	58	1.77085
13	40	1.61278
14	54	1.74036
15	278	2.44560
16	63	1.80618
17	49	1.69897
18	37	1.57978
19	30	1.49136
20	264	2.42325

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4

trat 5 1 2 3 4 5

Number of observations 20

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	1.89144000	0.27020571	29.17	<.0001
Error	12	0.11117662	0.00926472		
Corrected Total	19	2.00261663			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CC Mean
0.944484	5.280211	0.096253	1.822908

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
block	3	0.01853133	0.00617711	0.67	0.5884
trat	4	1.87290867	0.46822717	50.54	<.0001

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CC

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	0.009265
Critical Value of Studentized Range	4.50760
Minimum significant Difference	0.2169

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	2.42209	4	5
B	1.73193	4	1
B			
B	1.70579	4	2
B			
B	1.70068	4	4
B			
B	1.55406	4	3

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura

Obs	D	DD
1	57	1.76343
2	51	1.71600
3	58	1.77085
4	38	1.59106
5	313	2.49693
6	30	1.49136
7	32	1.51851
8	33	1.53148
9	46	1.67210
10	255	2.40824
11	50	1.70757
12	44	1.65321
13	35	1.55630
14	28	1.46240
15	254	2.40654
16	49	1.69897
17	34	1.54407
18	33	1.53148
19	45	1.66276
20	327	2.51587

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
block	4	1 2 3 4

trat 5 1 2 3 4 5

Number of observations 20

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: DD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	2.32686460	0.33240923	44.03	<.0001
Error	12	0.09059449	0.00754954		
Corrected Total	19	2.41745908			

R-Square 0.962525 Coeff Var 4.867797 Root MSE 0.086888 DD Mean 1.784957

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
block	3	0.05658011	0.01886004	2.50	0.1093
trat	4	2.27028448	0.56757112	75.18	<.0001

Efectividad Biologica de NEEEM azadiractina En Nopal Verdura
The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for DD

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 12
Error Mean Square 0.00755
Critical Value of Studentized Range 4.50760
Minimum Significant Difference 0.1958

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	2.45690	4	5
B	1.66533	4	1
B			
B	1.60795	4	2
B			
B	1.59753	4	3
B			
B	1.59708	4	4