



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

**CARACTERIZACIÓN FITOSANITARIA DE PLAGAS DE
NOPAL VERDURA, APOYADOS EN UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). MILPA ALTA,
DISTRITO FEDERAL.**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITOS PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA:

CINDY EMILIANO TERRAZAS

Chapingo, México, Diciembre del 2009



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

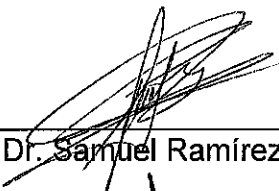


**CARACTERIZACIÓN FITOSANITARIA DE PLAGAS DE NOPAL VERDURA,
APOYADOS EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).
MILPA ALTA, DISTRITO FEDERAL.**

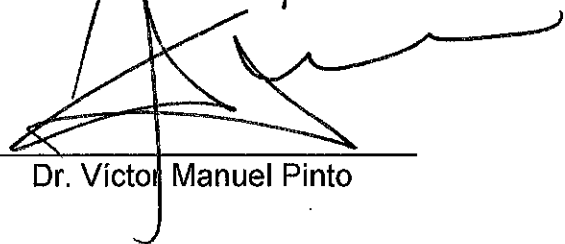
Tesis realizada por Cindy Emiliano Terrazas bajo la dirección del Comité
Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

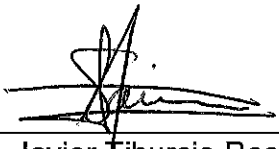
DIRECTOR:


Dr. Samuel Ramírez Alarcón

ASESOR:


Dr. Víctor Manuel Pinto

ASESOR:


MC. Javier Tiburcio Rosales

Chapingo, México a 18 de Diciembre de 2009.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, y en especial al **Departamento de Parasitología Agrícola** que a través de la Maestría en Protección Vegetal, me dieron la oportunidad de cursar mis estudios de Postgrado.

Al consejo **Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el financiamiento proporcionado para realizar mis estudios de Maestría.

A los integrantes de mi **Comité Asesor**. Dr. Samuel Ramírez Alarcón, Dr. Víctor Manuel Pinto y MC. Javier Tiburcio Rosales, por su asesoría en el presente trabajo de investigación.

A **Mary**. Por su paciencia, apoyo y amistad.

A todos y cada uno de los maestros y administrativos que forman parte de la maestría en Protección Vegetal, por todas las enseñanzas y experiencias recibidas.

A mis amigos y compañeros, pero sobretudo a aquellos amigos con los que compartí los buenos y los malos momentos.

DEDICATORIA

Con gran amor, cariño y respeto dedico este trabajo a cada una de las personas que forman mi familia.

A MI MADRE.

Sra. María Judith Guadalupe Terrazas Domínguez. Por acompañarme, te extraño.

A MIS TÍOS.

Sra. Silvia Terrazas Domínguez.
Sr. Eduardo Vargas Pérez

Por su cariño, confianza, paciencia y apoyo.

A MIS HERMANOS.

Eduardo y Gustavo. Por todos los momentos que compartimos los quiero mucho.

Hugo García. Por tu cariño, paciencia y apoyo.

DATOS BIOGRÁFICOS



Cindy Emiliano Terrazas nació en Texcoco, Estado de México, el 23 de julio de 1977, donde realizó sus estudios de educación básica de de 1983 a 1992, en el año 1992 ingresó a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, donde egreso en 1995, en Julio de 1997 ingresa al Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Antonio Narro, donde en el 2002 obtiene el grado de Ingeniero Agrónomo en Horticultura. En este mismo año ingresa a las filas de la Empresa Desarrollo de Genética Bovina, S.P.R.L. en el área Mantenimientos de Pastas de la Unidad Soto la Marina, Tamaulipas, llevando a cabo el Programa de Control Biológico. En el 2004 haciende al área administrativa teniendo a su cargo el manejo de Sistema de Producción del rancho y la supervisión del Programa de Control Biológico, para plagas en pastos. En Enero del 2007 ingresa a la Maestría en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo y egresa en Diciembre de 2008.

ÍNDICE

APROBACIÓN TESIS.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
DATOS BIOGRÁFICOS.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
1. Introducción.....	1
2. Objetivos	3
3. Revisión de literatura	4
3.1 Los Sistemas de Información Geográfica y su aplicación	4
3.2 Estudios realizados utilizando SIG.....	7
3.3 Otros Estudios Realizados Utilizando SIG	10
3.4 Nopal Verdura.....	12
3.4.1 Formas de reproducción del Nopal.....	12
3.4.2 Tratamiento del Material Vegetativo	13
3.4.3 Preparación del Terreno.....	14
3.4.4 Establecimiento de Plantaciones	14
3.4.5 Poda.....	14
3.4.6 Abonado.....	15
3.4.7 Fertilización	15
3.4.8 Control de Plagas.....	16
3.4.9 Control Cultural de Insectos	17
3.4.10 Control Químico	18
3.4.11 Control de Malezas	20
4. Materiales y Métodos.....	21
4.1 Descripción de la Delegación Milpa Alta, Distrito Federal.....	21
4.1.1 Ubicación	21
4.2 Metodología.....	22
4.2.1 Selección y descripción de plagas.....	22
4.2.2 Variables a utilizar	31
4.2.3 Realización del Sistema de Información Geográfica (SIG)	33
4.2.3.1 Esquema Metodológico.....	33
4.2.3.2 Rangos y valores usados para las variables	34
4.2.3.3 Atributos de datos específicos.....	35
4.2.3.4 Localización de zonas con incidencia de plagas	36
5. Resultados	37
5.1. Atributos de incidencia de plagas.....	37
5.2. Distribución de zonas con incidencia e infestación.....	45
6. Discusión	49
7. Conclusiones	50
8. Recomendaciones.....	51
9. Literatura Citada	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ejemplo de variables para la utilización de un SIG.....	35
Cuadro 2. Área obtenida Hectárea	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio	22
Figura 2. Adulto del picudo del nopal (<i>Cactophagus spinolae</i>).....	24
Figura 3. Daños de la larva del picudo del nopal.....	25
Figura 4. Cochinilla del nopal (<i>Dactylopius opuntiae</i>). Infestación de Cochinilla	27
Figura 5. Síntomas y daños por <i>Pseudocercospora opunteae</i>	29
Figura 6. Base de Datos Digital para Milpa Alta, Distrito Federal.....	34
Figura 7. Incidencia de las plagas en el año 2008.....	38
Figura 8. Mapa de mayor Incidencia <i>Cactophagus spinolae</i>	39
Figura 9. Mapa de menor Incidencia <i>Cactophagus spinolae</i>	40
Figura 10. Incidencia de <i>Cactophagus spinolae</i> , 2008.	41
Figura 11. Incidencia de <i>Dactylopius opuntiae</i> , 2008	42
Figura 12. Mapa de incidencia <i>Pseudocercospora opuntiae</i>	43
Figura 13. Incidencia de <i>Pseudocercospora opuntiae</i> , 2008.....	44
Figura 14. Mapa de Distribución de Plagas.....	45
Figura 15. Mapa de Exposición de Relieve.....	47
Figura 16. Cerco Fitosanitario <i>Cactophagus spinolae</i>	48

Caracterización Fitosanitaria de plagas de Nopal Verdura, apoyados en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Milpa Alta, México Distrito Federal.

Characterization Plant pest of Nopal vegetable, supported by a system of Information geographic (GIS). Milpa Alta, México Distrito Federal.

Cindy Emiliano Terrazas¹ ; Samuel Ramírez Alarcón²

RESUMEN

Usando como herramienta de análisis el Sistema de información Geográfica (SIG) ArcView 3.2, Se identificaron las zonas de incidencia para la caracterización fitosanitaria de *Cactophagus spinolae*, *Dactylopius opuntiae*, *Pseudocercospora opuntiae*; Milpa Alta, Distrito Federal. Utilizando coberturas temáticas, productor, plaga y porcentaje de infestación. Mediante técnica de sobreposición de capas se localizaron zonas de incidencia, obteniendo una superficie total de 21,132.21 ha. Siendo los meses de Febrero con 2,242. 68, Marzo con 2,169.39 y Abril con 2,136.03 del año 2008, los meses de mayor incidencia de las tres plagas.

PALABRAS CLAVE: SIG, caracterización fitosanitaria, incidencia, ifestación, sobreposición de capas.

ABSTRACT

Using as an analytical tool the Geographic information system (GIS) ArcView 3.2, is identified areas potential for phytosanitary characterization of *Cactophagus spinolae*, *Cochineal opuntiae*, *Pseudocercospora opuntiae*, Milpa High, Federal District. Using thematic coverages, producer, plague and percentage of infestation. Using layers overlap technique is located areas of incidence, obtaining a total surface of 21,132.21 It has. As the months of February with 2,242. 68, 2,169.39 March and April with 2,136.03 of the year 2008, the higher incidence of

KEY words: GIS, plant, potential areas, characterization Digital thematic coverages, voiceoverlay

1. TESISTA
2. DIRECTOR

1. Introducción

En la actualidad nos encontramos ante una dinámica muy acelerada de nuestro entorno, cuyo estudio y monitoreo para la toma de decisiones requiere de herramientas que permitan el uso del dato georreferenciado y el trabajo con grandes volúmenes de información. Con base en lo anterior, el uso y aplicación de los sistemas de información geográfica y las técnicas de percepción remota como herramientas poderosas, se constituyen en un elemento esencial para cualquier toma de decisión que implique el uso de datos geográficos en el seguimiento espacial y temporal de plagas. Estas herramientas tienen la ventaja de almacenar numerosos datos, en forma ordenada, para transformarlos en información gráfica, con forma de mapas interactivos, georreferenciados, que permiten su modificación, ampliación, combinación y manipulación a un bajo costo y de forma rápida (Galindo, 2008).

Hoy día es importante trabajar con un nivel de agregación geográfico en la integración, análisis e interpretación de la información de las acciones fitosanitarias de campo para la visualización de las dimensiones y la evolución de una plaga en el marco de un mapeo fitosanitario, al conjuntar procedimientos, datos geográficos y estadísticos para analizar de manera profunda y ágil las características y relaciones espaciotemporales, así como sus atributos en pro de objetivos variados (Galindo,2008).

La utilización de las imágenes satelitales y aéreas, junto al tratamiento digital, facilitan el abordaje de las interrelaciones sociedad-naturaleza. Dada la multiplicidad de variables que se combinan en el ambiente, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen un recurso eficaz, aportando alternativas de análisis para la investigación (Semorile-Flores, 2001). La aplicación de estas herramientas permite cartografiar los conflictos y riesgos ambientales en un área. Los sistemas mencionados admiten una actualización periódica de datos integrados lo que conlleva al análisis predictivo y la evaluación de tendencias en el estudio, necesarios para la planificación y gestión de la zona (Semorile-Flores, 2001). Sin lugar a duda, México es el país con mayor cantidad de especies de cactáceas, gran parte de las cuales se enmarcan como especies endémicas. Esto se refleja en las especies de cactus conocidos comúnmente como “nopales”, pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, representan 114 especies, las que a su vez conforman una intrincada red de variedades, formas e híbridos. El nopal verdura se cultiva en diferentes zonas de México, siendo en la Delegación de Milpa Alta, Distrito Federal, una zona de gran importancia con un área aproximadamente 4, 300 ha. Siendo el cultivo de nopal una fuente de ingresos para las familias y parte fundamental en el sustento de la economía de la región. Sin embargo, la producción de nopalitos es afectada por gran cantidad de plagas y enfermedades que atacan de diferentes formas y en las distintas épocas del año, por lo que es indispensable el monitoreo continuo para detectarlas de manera oportuna y realizar un combate y control que permitan disminuir al mínimo los daños, por los diferentes organismos que reducen el rendimiento del cultivo (CESAVEDF, 2008).

2. Objetivos

General

Evaluar la distribución, de las plagas *Cactophagus spinolae* (Picudo del nopal), *Dactylopius opuntiae* (Cochinilla del nopal), *Pseudocercospora opuntiae* (Mancha negra), en el cultivo de Nopal Verdura, Municipio de Milpa Alta D.F.

Específico

- Elaborar la cartografía de distribución e incidencia de las plagas bajo estudios, empleando el SIG ArcWie 3.2.
- Analizar el nivel de incidencia de *Cactophagus spinolae*, *Dactylopius opuntiae*, *Pseudocercospora opuntiae*, para datos levantados durante el 2008

3. Revisión de literatura

3.1 Los Sistemas de Información Geográfica y su aplicación

En general un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una colección organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para la eficiente captura, almacenamiento, integración, actualización, modificación, análisis espacial y despliegue de todo tipo de información geográficamente referenciada (ESRI, 1995).

Existen otras muchas definiciones de SIG, algunas de ellas actúan su componente de base de datos, otras sus funcionalidades otras enfatizan el hecho de ser una herramienta de apoyo en la toma de decisiones, pero todas coinciden en referirse a un SIG como un sistema integrado para trabajar con información espacial, herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas vitales para el desarrollo nacional, incluyendo la relacionada con la infraestructura de un municipio, estado o incluso a nivel nacional (Díaz, 2007). Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información. Por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera. Los esfuerzos y la inversión necesaria para crear las bases de datos y tener un SIG eficiente y funcional no son pequeños, aunque tampoco significa una gran inversión.

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada que pueda ser procesada por el lenguaje de las computadoras actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en capas; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas temáticas a incluir. La base de datos de un SIG es, por tanto, una serie de capas de información espacial referenciada en formato digital que representan diversas variables, o bien capas que representan objetos a los que corresponden varias entradas en una base de datos enlazada.

Un SIG almacena dos tipos de datos que se encuentran en los mapas: las definiciones geográficas de las características de la superficie terrestre y los atributos o cualidades que esas características poseen. No todos los sistemas usan la misma lógica para lograr esto. Casi todos, sin embargo, usan una o la combinación de ambas técnicas fundamentales de representación cartográfica: vectorial y raster (Ronald, 2003). Algunas de las operaciones que se pueden realizar en un SIG y posiblemente sean las más destacadas, son las que integran los componentes espacial y temática de los datos en un mismo proceso. Dentro de estas operaciones que se realizan los SIG encontramos la reclasificación y las operaciones sobre posición.

La reclasificación crea una nueva capa de cada condición individual de interés. La capa resultante es conocida como capa o máscara Booleana porque sólo muestra aquellas áreas que cumplen con la condición de interés. La sobre posición (overlay) de capas Booleanas en un SIG dará lugar a la producción de nuevas capas en alguna combinación lógica o matemática de dos o más capas de entrada.

Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

Estas tecnologías comenzaron a utilizarse inicialmente a nivel de proyectos individuales, luego a nivel departamental, pero en los años recientes los SIG se han ido moviendo muy rápidamente hacia el marco de trabajo de cualquier organización/institución bajo el enfoque de compartir y distribuir información y servicios en su interior. Esto permite a las organizaciones tomar mejores decisiones en base al análisis de los factores más relevante del problema en estudio. Por esto la tecnología SIG se está convirtiendo en una parte integral de la infraestructura de la información en muchas organizaciones (ESRI, 1995).

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continúa. Los análisis y estudios anteriores a la implementación de un SIG hay que considerar las características especiales de los datos utilizados y sus correspondientes procesos de actualización.

Los SIG han sido reconocidos como una tecnología de integración que puede incorporar datos muy dispares en cualquier mapa. La sobreposición de diversas capas de datos en un espacio geográfico común permite que se integren y que se pueda derivar nueva información para solucionar problemas y trabajar más eficientemente (Pozo, 2004).

3.2 Estudios realizados utilizando SIG

La necesidad de un reconocimiento integrado del territorio con fines aplicados tiene su origen en la ley de la globalidad en geografía enunciada por Lokuchaev, y en la que se expresa la interdependencia e interacción de los componentes del medio (Tricart, 1978; González Bernález, 1981). Desde entonces han surgido diversas metodologías encaminadas a un conocimiento integrado de los elementos que configuran el territorio y de las interacciones que existen entre estos, facilitando así su diagnóstico y la determinación de su capacidad o adecuación frente a distintos usos potenciales (Montoya, 2004).

Montoya y García, 2004. Utilizaron los Sistemas de Información Geográfica, en el estudio del medio físico, por la ventaja de manejar un gran volumen de información. La metodología aplicada tuvo como objetivo determinar el impacto ambiental que se generó al implantar actividades agrícolas, ganaderas e industriales en el Valle de Zapotitlán, localizado en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlan, México. Como herramienta para su valoración se utilizó el SIG IDRISI 3.2 para Windows. Los resultados generados son una aportación a la gestión y planificación de la reserva.

Galindo y Reyes, 2005. En la última década, la Huasteca Potosina ha enfrentado severos problemas ambientales, entre los más importantes se cuenta la deforestación, la sequía y la presencia de plagas. Fenómenos resultado de una reorganización territorial constante que data del decenio de los setenta y de una política neoliberal impulsada desde el Estado, que exterminó prácticamente el 50% de las selvas y bosques de la región en pro de un crecimiento histórico de la frontera agropecuaria que respondían a un mercado pujante de materias primas agroalimentarias. Estas plagas insecto han acortado su ciclo de aparición histórica y han extendido su permanencia, así de no tomar las medidas pertinentes de reforestación y mitigación a la sequía, las áreas potencialmente vulnerables a estas plagas afectarán 360,000 ha. agrícolas y 308,271 ha. de pastizales. En el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota (LABSIGYPR) de la UASLP con apoyo del Instituto de Geografía de la UNAM, se construyó un modelo que simule las condiciones espaciales en las que se presentaron las plagas históricamente, para poder predecir los escenarios futuros si cambiarán o se alterarán algunas de las variables del sistema (deforestación, gradientes térmicos y pluviales). Las herramientas utilizadas son imágenes de alta resolución (NOAA, LANDSAT, SPOT y video grafía), bases de datos históricamultivariados y los SIG ILWIS 3.2 y Arc Gis 9.0. Por lo anterior, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del Gobierno de México, a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal y en coordinación con el Servicio de Extensión, Educación y Centros de Investigación Estatal (CSREES) y el Servicio

de Inspección y Sanidad Agropecuaria (APHIS-SI) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), conjuntamente con la Coordinación de Geografía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), dentro de las actividades del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF) ha establecido la Dirección General de Sanidad Vegetal, conscientes de que la prevención, es la mejor estrategia en la protección de los cultivos y en la consecuente preservación del estatus fitosanitario nacional, al integrar y operar sistemas nacionales de vigilancia epidemiológica para detectar y atender en forma oportuna los brotes de plagas, así como factores de riesgo que afecten el patrimonio agrícola. Tienen por objetivo establecer metodologías y esquemas de trabajo estandarizados en sistemas de monitoreo y alerta de plagas con herramientas geomáticas que promuevan y faciliten el uso, análisis, interpretación e integración de la información geográfica con acciones fitosanitarias en la creación de un mapeo fitosanitario digitalizado para el pronóstico de plagas agrícolas, como herramientas en la resolución de estudios de caso (Galindo, 2008). McHar en 1964, introduce el concepto de impacto, entendido como el cambio que se produce en un factor ambiental al implantar una actividad concreta. El concepto de Impacto Ambiental ha producido un giro significativo en el modo de encarar los procesos de planificación, el diseño y ejecución de las actividades humanas, la evaluación de viabilidad de la actuación se basaba en criterios ambientales. La noción de impacto ambiental manejado desde el ámbito científico ha desarrollado metodologías para la identificación y la valoración de los impactos ambientales hasta el nivel indicativo que precisa toda herramienta informativa para la toma de decisiones.

3.3 Otros Estudios Realizados Utilizando SIG.

De acuerdo a la FAO (1997) la zonificación agroecológica es la división de la superficie de la tierra en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con la aptitud de la tierra, la producción potencial y el impacto ambiental. El nivel de detalle dependen de la escala de estudio y en ocasiones del equipo de crecimiento, el régimen de temperatura y la unidad cartográfica de suelos los elementos esenciales que definen una zona o área agroecológica. La importancia de esta zonificación que implica la producción en los ambientes más favorables que proveen las condiciones que satisfacen los requerimientos de la especie, radica en la necesidad de practicar una agricultura más productiva y con un nivel de riesgo menor (Ruiz et al, 1999).

Utilizando como base los Sistemas de Información Geográfica, se han desarrollado diferentes trabajos de investigación y de aplicación en muy diversas áreas, como es la determinación del potencial productivo de especies vegetales en México (Medina, 1997). Meza (2002) mediante el uso de los SIG ArcView 3.1. y Arc/Info para PC 3.5.2, identifico áreas potenciales en el estado de Baja California sur para el establecimiento de plantaciones de palo de arco (*Tecoma stants*) bajo condiciones de riego. Empleó un área de 14,900 hectáreas con potencial para el establecimiento de la especie, siendo la temperatura mínima y suelo sin fases físicas, los factores más restrictivos.

Meza (2003) llevó a cabo una investigación cuyo objetivo principal fue la identificación de áreas con potencial productivo para damiana (*Turnera difusa* Willd) bajo condiciones de riego en Baja California Sur. Utilizó el SIG ArcView 3.1. y Arc/Info para PC 3.5.2, además de cartografía digital con datos de altitud, temperatura, textura y fase del suelo. Estimo una superficie de 81,500 hectáreas con potencial de producción las cuales coinciden en su mayoría con zonas agrícolas importantes del sur del estado.

SIG-MA (2002). Laboratorio de Información Geográfica del Ministerios de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala, se identificaron áreas del país con aptitud para el desarrollo de 30 cultivos promisorios, incluidos 22 frutales, 5 hortalizas y 3 ornamentales. Para el análisis de información se utilizo el SIG ArcView 3.2, con sus extenciones "Spatial Analys" y "3D". Las variables utilizadas para realizar los análisis de los cultivos fueron: altitud, temperatura media anual, precipitación media anual, edafología y pendiente, todas a escala 1:250,000.

3.4 Nopal Verdura

El éxito en la producción de cualquier producto agrícola depende en gran parte del manejo adecuado que el agricultor de a su cultivo. 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.

3.4.1 Formas de reproducción del Nopal

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.

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.

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.

3.4.2 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.

3.4.3 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.

3.4.4 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.

3.4.5 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.

3.4.6 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. Se recomienda estructurar un programa de investigación para realizar estudios de análisis de suelos, control de calidad de estiércol. En el 2000 el INIFAP recomienda el uso de otros tipos de estiércol, es recomendable dirigir estudios, para conocer los beneficios de su uso.

3.4.7 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.

3.4.8 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 (Ramírez, Jarquín y Palomares, 2007). 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 (Ramírez, Jarquín y Palomares, 2007).

3.4.9 Control Cultural de Insectos

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

1. Realizar una buena selección de la planta que se va a establecer, y de ser posible, diversificar las formas de nopal en el huerto.
2. 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.
3. La sanidad y limpieza del predio coadyuvan a la eliminación de las plagas, al eliminar los sitios del refugio y oviposición.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

3.4.10 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 (Ramírez, Jarquín y Palomares, 2007). 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 (Ramírez, Jarquín y Palomares, 2007).

En 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(Ramírez, Jarquín y Palomares, 2007).

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.

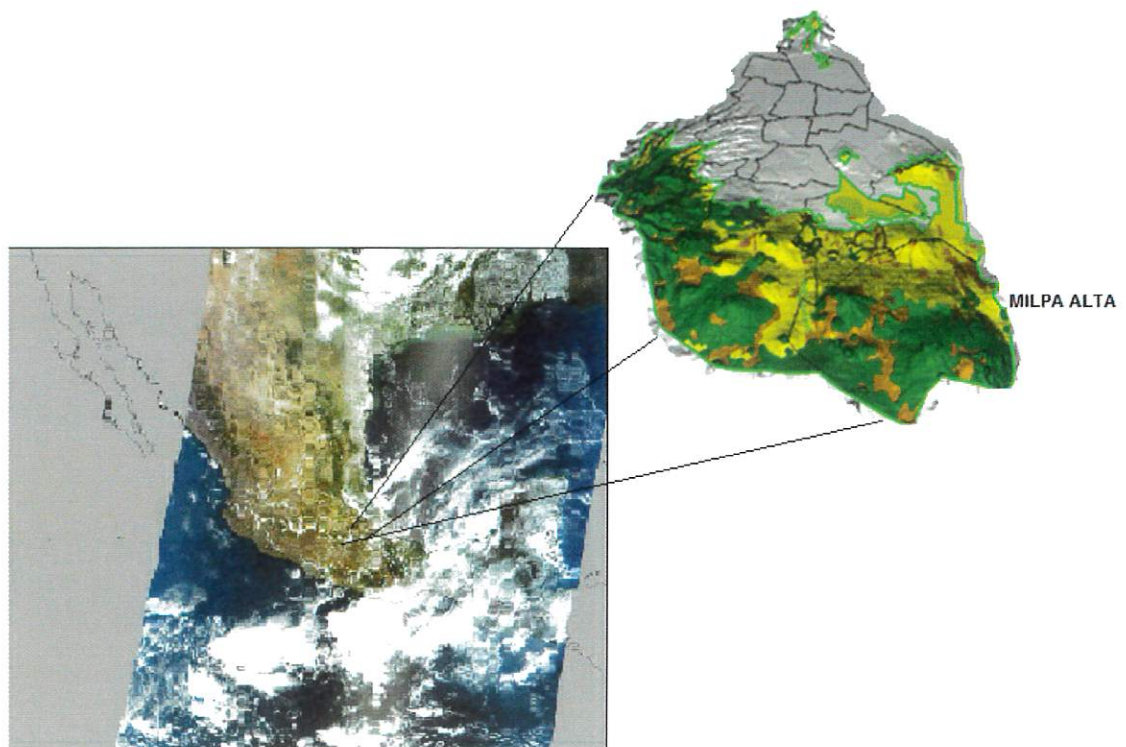


Figura 1. Localización del área de estudio

4.2 Metodología

4.2.1 Selección y descripción de plagas

Parte fundamental en la producción de nopal verdura en Milpa Alta, es el conocimiento que tienen los agricultores, técnicos y autoridades, de los insectos que en la actualidad se encuentran en el cultivo, causando mermas en la producción y que por condiciones ambientales favorables a ellas, pueden incrementar su población y causar daños al cultivo. Tomando en cuenta lo anterior, se lograron seleccionar del total de plagas presentes para el área de estudio, sólo aquellas que presentan un porcentaje de infestación significativo.

Después de un análisis, se llegó a la conclusión de que tres de las plagas son las más representativas en el área, siendo estas, *Cactophagus spinolae* (Picudo del Nopal), *Dactylopius opuntiae* (Cochinilla del Nopal), *Pseudocercospora opuntiae* (Mancha Negra).

La descripción que se hace a continuación para cada una de las plagas, se obtuvo mediante la revisión de la literatura existente y la información recolectada en las fichas técnicas de manejo fitosanitario del nopal verdura en Milpa Alta, Distrito Federal, proporcionadas por el CESAVEDF (2008).

4.2.1.1 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).

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. Presentan dos manchas rojas en la parte anterior del protorax y dos bandas anaranjadas en cada élitro. 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 sustancia 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 ápoda, 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 del huevecillo y empezar su alimentación, se abre la galería observándose 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. La larva desarrollada construye con las fibras del nopal, un cocón elíptico alargado de color café y se ubica regularmente en la zona donde se unen los troncos. Regularmente se encuentran de 2 a tres larvas por planta, pero puede haber más cuando el ataque es severo. La pupa es similar al adulto y algunas estructuras pueden ser visibles. 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 2. Adulto del picudo del nopal (*Cactophagus spinolae*)

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, 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 3. Daños de la larva del picudo del nopal

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.

4.2.1.2 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, asignándoles una útil función de control biológico de estas plantas (Moran *et al.*, 1982; Sullivan, 1990), pero también, se les cría en algunas regiones para la obtención de colorante (Longo y Rapisarda, 1999).

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 estadíos

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).

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. Cuando la infestación es alta y la planta es de alta susceptibilidad, puede provocar la muerte (Espinosa, 2001).



Figura 4. Cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*). Infestación de Cochinilla

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.

4.2.1.3 Mancha negra: *Pseudocercospora opuntiae* (Patógeno:Hongo)

Esta enfermedad ha mostrado un gran avance y daño en las plantaciones de zona de Milpa Alta, causando perdida hasta de un 100% en plantaciones con una alta incidencia.

Síntomas

En campo se pueden apreciar dos diferentes tipos de síntomas provocadas por este patógeno, se puede presentar la mancha negra en forma circular o bien en forma de mapa o irregular.

La mancha circular se inicia con la decoloración de la cutícula cambiando a un blanco transparente con puntos pequeños color olivo; Las manchas atraviesan la penca y cuando las lesiones alcanzan un diámetro de 3 a 4 cm se presenta un margen y la parte afectada se hunde.

Posteriormente la lesión se seca, permaneciendo el tejido leñoso que a veces se desprende dejando agujeros en las pencas.



Figura 5. Síntomas y daños por *Pseudocercospora opuntiae*.

Daño.

La mancha negra en forma de mapa se caracteriza por la invasión parcial o total de la penca sin una forma definida. Las pencas enfermas predominan en parcelas con temperaturas frescas y humedad relativa, alta. Esta lesión es poco predominante en comparación con la mancha circular en la zona de Milpa Alta.

Control.

Cultural. Al momento de establecer una nueva plantación se debe de tomar en cuenta la utilización de pencas sanas y libres de esta enfermedad. Realizar podas de formación de manera preventiva para mantener una ventilación adecuada de la planta y podas sanitarias una vez que se encuentren los primeros síntomas y signos de *Pseudocercospora opuntiae*, se recomienda quemar totalmente las plantas afectadas o bien enterrarlas y aplicarles cal. Mecánico. Desinfección y limpieza del equipo y herramientas utilizadas en cada labor del cultivo, especialmente durante la cosecha se debe evitar pasar de lugares con plantas enfermas a zonas con plantas sanas. La solución desinfectante se puede hacer con un litro de agua aplicando 15 cc de hipoclorito de sodio al 1.5% para el equipo y herramientas de trabajo. Químico. Se recomienda la aplicación de diversos fungicidas según sea la severidad de la enfermedad. Si se presenta poca incidencia, se recomienda realizar aplicaciones preventivas de productos a base de cobre, o bien si se tiene incidencia muy fuerte de la enfermedad, aplicar productos a base de benomil + captan en dos ocasiones a intervalos de 20 días y posteriormente cada 2 meses repetir la aplicación pero ahora con productos a base de cobre (preventivo).

4.2.2 Variables a utilizar

Para la selección de las variables se recopiló y analizó varios artículos e informes de estudios relativos a estudios de caso, caracterización de plagas (algunos procedentes de organismos oficiales), y otros resultados de proyectos anteriores.

En primer lugar, se ha creado una base de datos con todos los puntos georreferenciados. Para ello se ha realizado una búsqueda bibliográfica de las plagas presentes en la zona, que posteriormente se ha sistematizado y sometido a un análisis, dadas las notables incoherencias detectadas. Se decidió identificar un total de 1345 sitios a los cuales se les se ha realizado una ficha para cada uno de ellos con todas las variables disponibles.

La información contenida en la base de datos, y por tanto los campos de ésta se han agrupado en 10 variables: información general, información municipio, información comunidad, productor, cultivo, variedad, Estado fenológico, superficie (ha), tipo de plaga.

1. Información general. Se incluye la información referente a las fechas: Inicio, fin del datos georreferenciados.
2. Municipios. Se incluyen los datos de puntos muestreados en el aérea de estudio. Para cada dato de municipio se añade la fecha
3. Comunidad. Se incluyen los datos de puntos muestreados en el aérea de estudio. Para cada dato de municipio se añade la fecha.
4. Productor. Se incluyen datos de productores que cuentan con superficie sembrada con el cultivo nopal verdura.
5. Cultivo. Se incluyen datos de puntos georreferenciados con otro tipo de cultivo diferente a nopal verdura.
6. Variedad. Se incluyen datos con puntos con diferente variedad e igual cultivo.
7. Estado fenológico. Se incluyen información referente a fechas de inicio o conclusión del ciclo productivo.
8. Superficie (ha). Se considera el área del sector del territorio que se ha visto anegada.
9. Tipo de Plaga. Se consideran todas las plagas existentes en el área.
10. Daños significativos. Se especifica Los campos incluidos son; municipios, comunidad, productor, plagas. Los datos de plagas son los que tienen gran importancia porque nos permiten conocer la magnitud de daños concretos. El tipo de datos que han sido recogidos, son: % de infestación por plaga existente en el aérea de estudio.

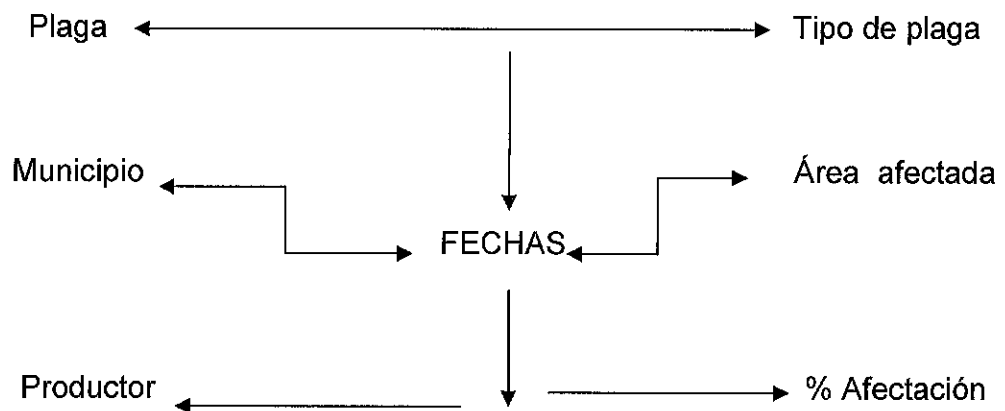


Figura 6. Base de Datos Digital para Milpa Alta, Distrito Federal

4.2.3.2. Rangos y valores usados para las variables

Tomando como base las características del área de estudio, la revisión bibliográfica realizada para las plagas y características descriptivas, los rangos y valores utilizados para localización fueron hechos por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria Delegación Estatal de la SAGARPA, Del Distrito Federal (CESAVEDF), Cuadro 1, para la CAMPAÑA FITOSANITARIA Caracterización Fitosanitaria de Nopal Verdura. Para cada productor, se anoto el total de puntos georreferenciados, de tal forma que los puntos no afectaran el número de productores; Se realizaron muestreos semanalmente para detectar los brotes de la plagas utilizando el método 5 de oros, muestreando 20 plantas por sitio georreferenciado.

Cuadro 1. Ejemplo de variables para la utilización de un SIG.

Georreferenciación	Fecha	Municipio	Comunidad	Productor	Cultivo	Superficie (ha)	Plaga
N19 12' 32.8" WO99 00' 27.2"	10/01/2006 23/01/2006 30/01/2006	Milpa Alta	Santa Cruz	Francisco Suarez Mendoza	Nopal	0.82	<i>Cactophagu. spinolae</i>
N19 12' 22.5" WO99 00' 24.6"	10/01/2006 23/01/2006 30/01/2006	Milpa Alta	Santa Cruz	Juan Caballero Flores	Nopal	1.5	<i>Cactophagu. spinolae</i>
N19 12' 03.9" WO99 00' 27.7"	10/01/2006 23/01/2006 30/01/2006	Milpa Alta	Santa Cruz	Clara Galarza Medina	Nopal	1	<i>Cylindrocoptui birradiatus Cactophagu. spinolae</i>

4.2.3.3 Atributos de datos específicos.

Estos atributos fueron generados mediante la reclasificación de datos generales, las cuales se reclasificaron en base a los requerimientos de las plagas. De cada una de los atributos generales, se seleccionaron los valores de cada variable para generar una nueva capa, la cual contó con la información de la variable ambiental, que es la adecuada para el crecimiento y desarrollo de las plagas en cuestión.

4.2.3.4 Localización de zonas con incidencia de plagas

La localización de zonas de incidencia se realizó por medio de la técnica de superposición de capas. En el caso de superposición de dos o más capas de polígonos el resultado es una nueva capa de polígonos con sus atributos relacionados procedentes de las originales, estos atributos pueden ser también el resultado de operaciones aritméticas entre los atributos originales, tales como suma, diferencias etc. En este caso se utilizaron las capas reclasificadas anteriormente para cada variable y para cada plaga. Usando la herramienta “Calculator” de ArcView 3.2. Como resultado de la superposición se obtuvo un mapa final.

Dado que el mapa resultante fue generado en forma raster, estos fueron transformados a formato vector, lo cual permitió calcular las áreas con incidencia para cada plaga.

5. Resultados

5.1. Atributos de incidencia de plagas.

Como resultado de la clasificación, se obtuvo la incidencia. En el Cuadro 2; Se puede observar el área total en hectáreas para cada mes del año 2008 donde ocurre mayor incidencia de las tres plagas.

Cuadro 2. Área obtenida Hectárea	
MES	ÁREA (ha)
ENERO	2170.6
FEBRERO	2242.68
MARZO	2169.39
ABRIL	2136.03
MAYO	1789.89
JUNIO	1669.19
JULIO	1865.71
AGOSTO	1645.71
SEPTIEMBRE	1669.03
OCTUBRE	1972.77
NOVIEMBRE	1801.21
TOTAL	21132.21

Los resultados muestran que de los 850 puntos georreferenciados resultantes obtenidos, los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril; Figura 7, son los meses con mayor incidencia de las tres plagas en zona de Milpa Alta D.F.

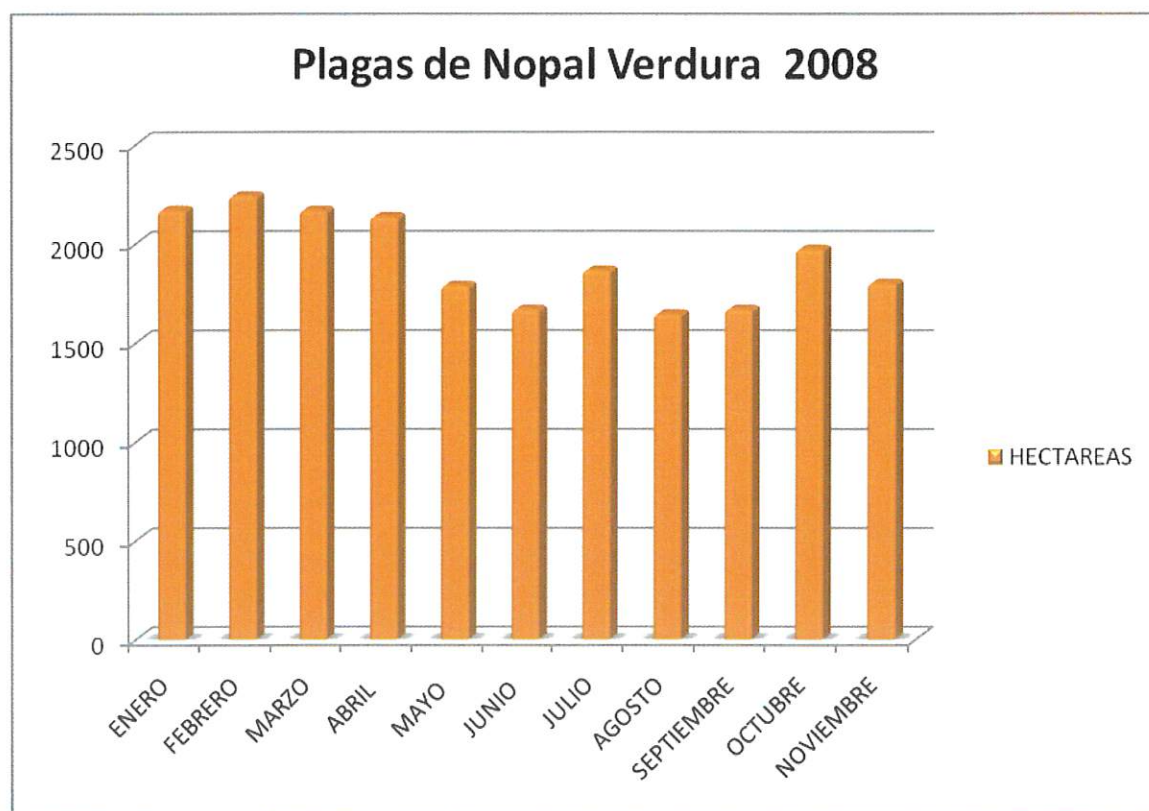


Figura 7. Incidencia de las plagas en el año 2008.

De acuerdo con Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal (CESAVEDF), la baja en producción es un problema que se ha venido presentando a través del tiempo, debido a la presencia y aumento de plagas además del severo daño ocasionado por estas, por lo que se decidió hacer el análisis de las plagas con mayor presencia.

El resultado obtenido para el comportamiento de *Cactophagus spinolae*, muestra que Octubre con una superficie 1,764.63 ha, Noviembre con 1,656.67 ha. y Enero con 1,494.42 ha, son los meses de mayor incidencia, en la zona de Milpa Alta, Figura 8.

MAPA DE MAYOR INCIDENCIA DE LA sp *cactophagus spinolae*, SOBRE LOS CULTIVOS DE NOPAL VERDURA, MUNICIPIO DE MILPA ALTA

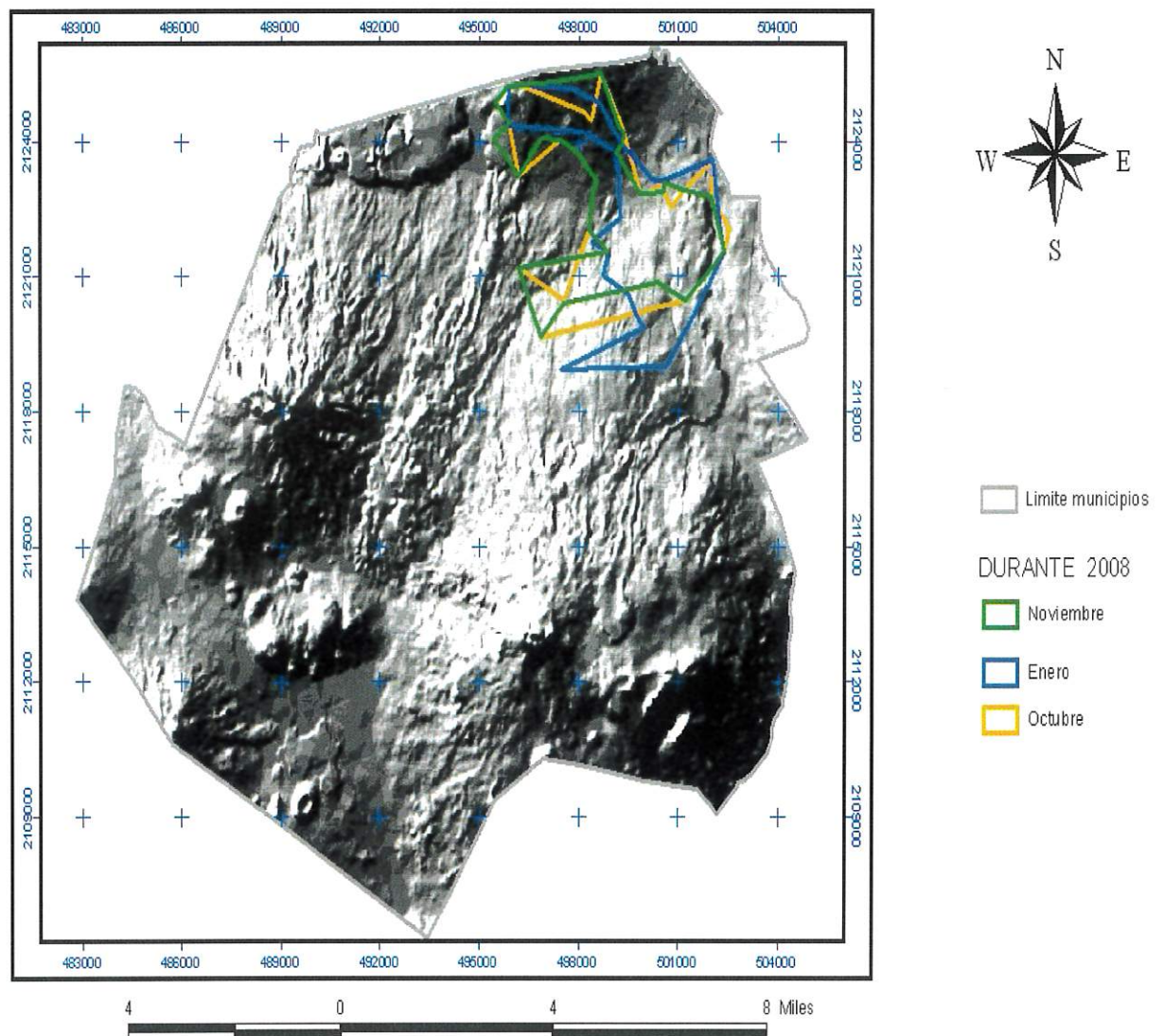


Figura 8. Mapa de mayor Incidencia *Cactophagus spinolae*

Para los meses de Junio con 525.83 ha, Julio con 282.93 ha y Agosto con 485.56 ha, son los de menor incidencia. Figura 9.

MAPA DE MENOR INCIDENCIA DE LA sp *ceactophagus spinolae*, SOBRE LOS CULTIVOS DE NOPAL VERDURA, MUNICIPIO DE MILPA ALTA

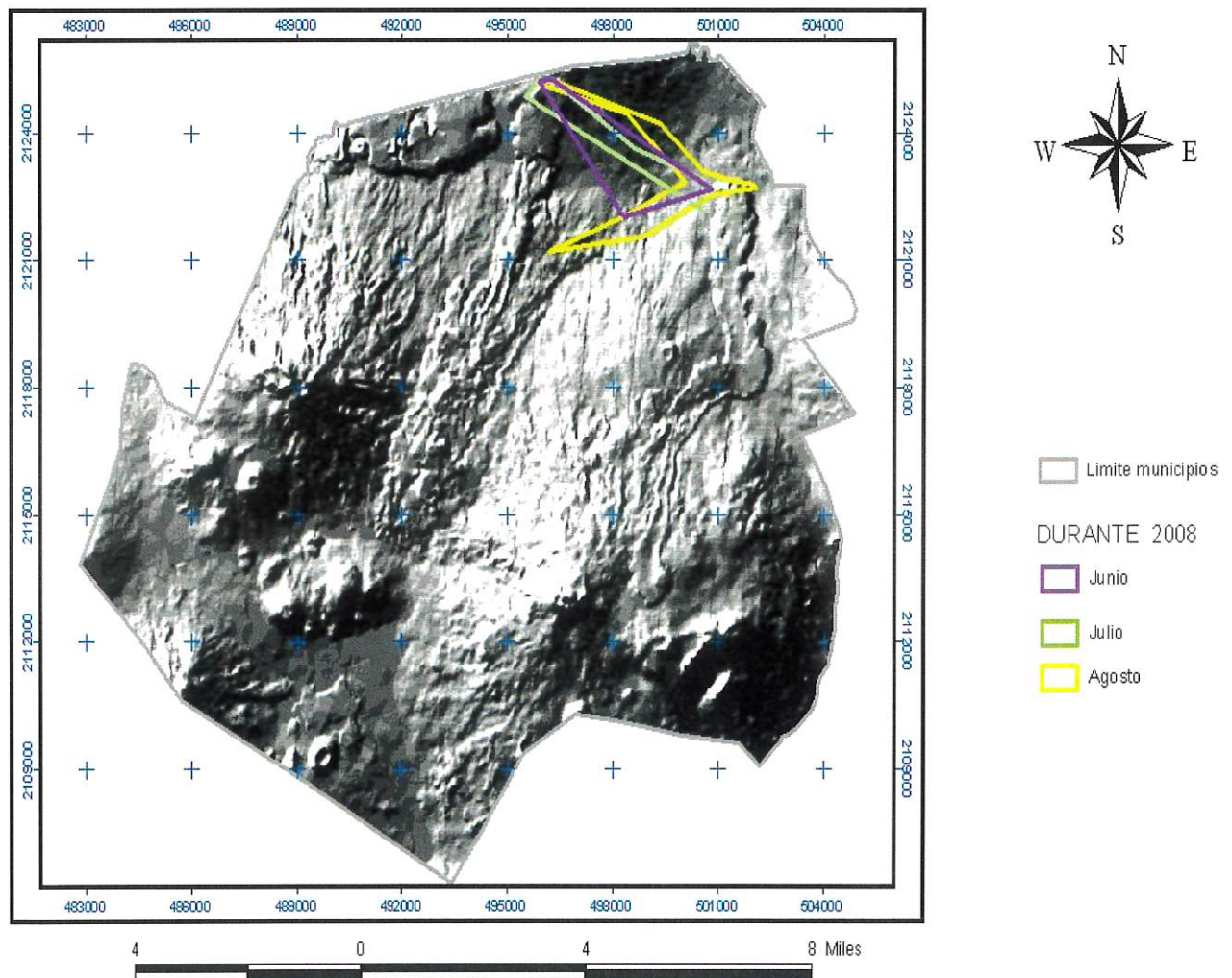


Figura 9. Mapa de menor Incidencia *Cactophagus spinolae*

Cactophagus spinolae, (Picudo nopal), muestra una incidencia alta en los meses de Octubre a Enero; Siendo Octubre con 104 puntos, Enero con 94 y Noviembre con 83 puntos estudiados, De acuerdo con CESAVEDF 2008, el clima presente en estos meses del año no son los preferidos por la plaga, sin embargo están presentando mayor actividad de incidencia. No pasa lo mismo para Junio con 6 puntos, Julio con 6 puntos y Agosto con 18 puntos estudiados, donde no hay incidencia de adultos, esto se debe a la etapa de desarrollo en la que se encuentra la plaga que es larva, de acuerdo con CESAVEDF 2008, por lo cual la baja es drástica en la incidencia. Figura 10.

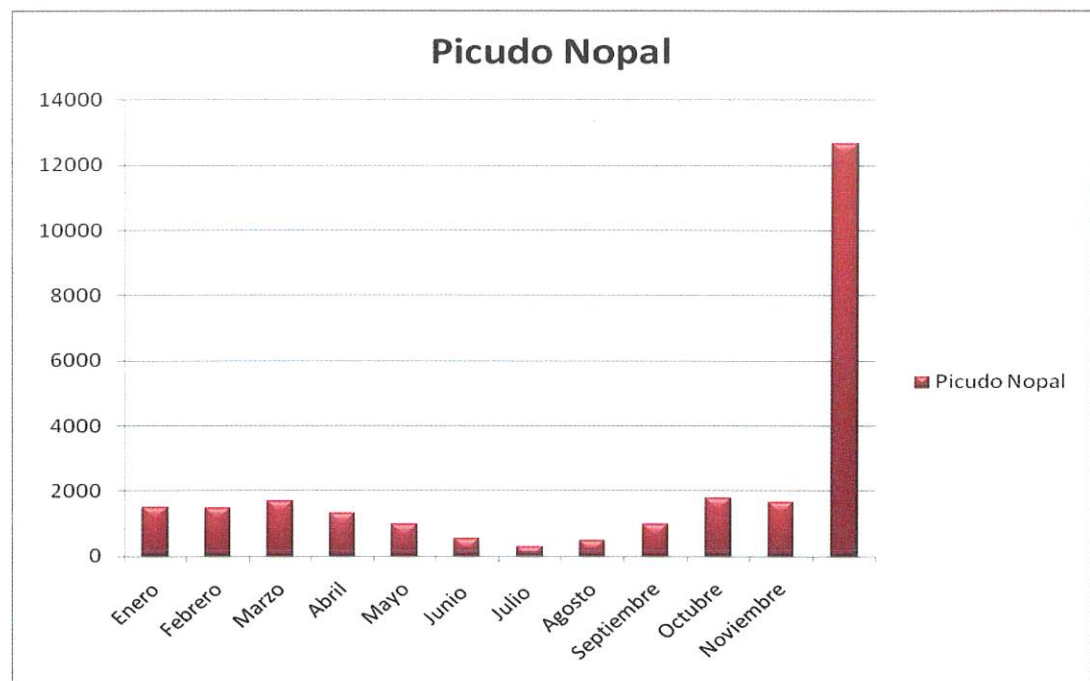


Figura 10. Incidencia de *Cactophagus spinolae*, 2008.

El comportamiento de *Dactylopius opuntiae*, muestra a Marzo con 62 puntos de estudio y un área de 1,944.04 ha, y Octubre con 88 puntos de estudio y una superficie 1,860.12 son los meses de mayor incidencia. Sin embargo durante el resto de los meses no presenta decremento significativo en la incidencia. Figura 11.

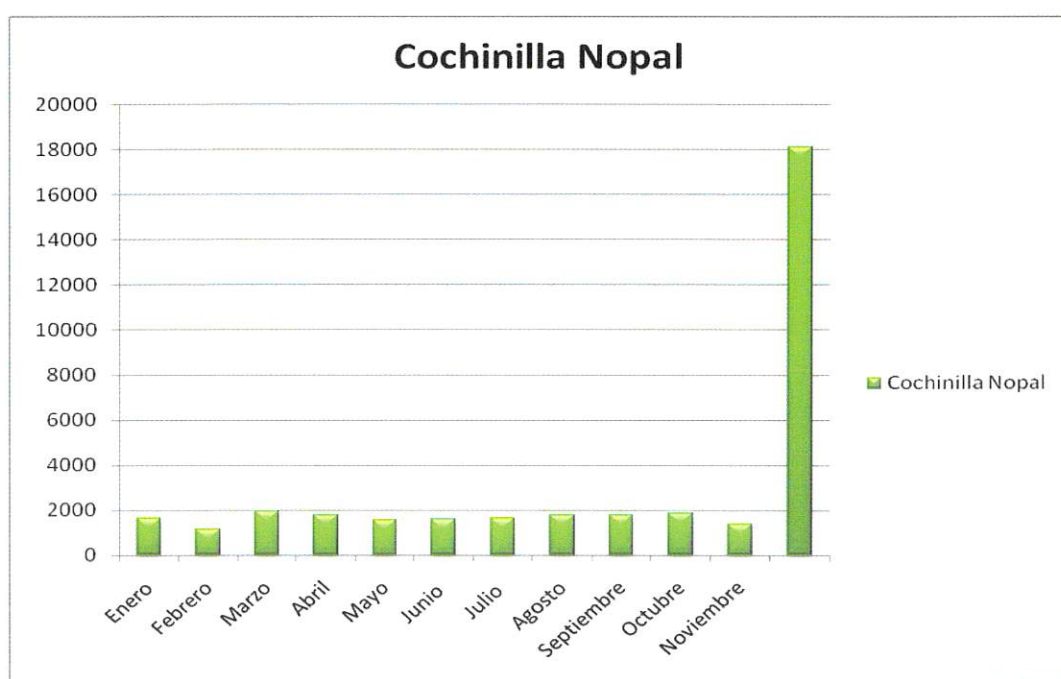


Figura 11. Incidencia de *Dactylopius opuntiae*, 2008

De acuerdo con Ramírez, Jarquín y Palomares, 2007. Esta plaga tiene una vida efímera, comienza a reproducirse en primavera, con un ciclo de 26 a 90 días dependiendo de las condiciones ambientales. La ninfas recién emergidas presentan una gran movilidad y generalmente son dispersas por el viento, a esto se deba que no exista decremento significativo durante todo el año.

El resultado obtenido para el comportamiento de *Pseudocercospora opuntiae*, muestra que los meses de Julio con 1,850.75 ha y Septiembre con 1830.84 ha, son los meses de mayor incidencia. Mientras que para el de Mayo con 950.06 ha, la incidencia fue menor, Figura 12.

**MAPA DE MAYOR Y MENOR INCIDENCIA DE LA PLAGA *Pseudocercospora* sp
SOBRE LOS CULTIVOS DE NOPAL VERDURA, MUNICIPIO DE MILPA ALTA**

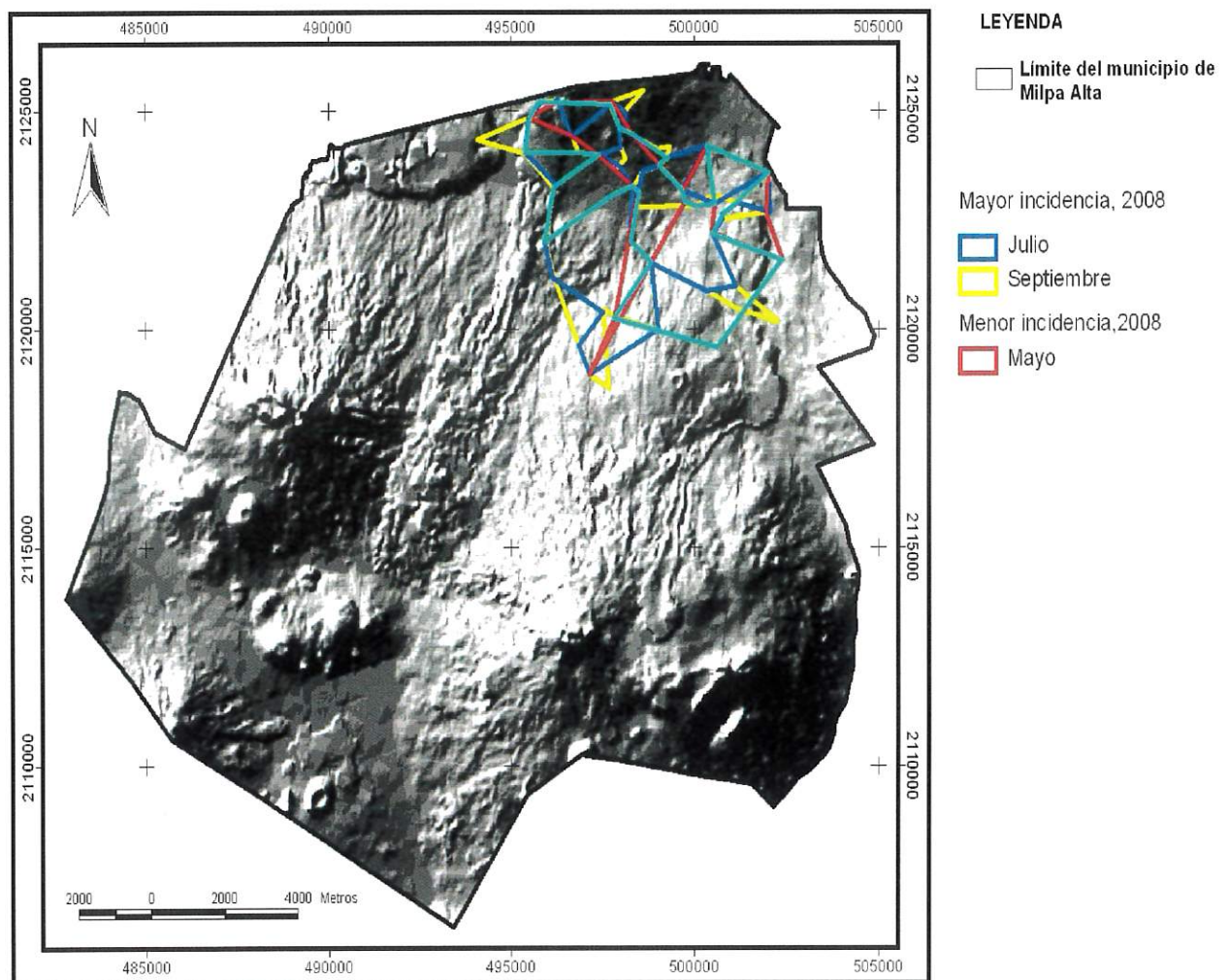


Figura 12. Mapa de incidencia *Pseudocercospora opuntiae*,

Esta enfermedad mostro un gran avance de incidencia, en los meses de Abril con 35 puntos de estudio, Julio con 46 puntos y Septiembre con 59 puntos, son los meses con mayor incidencia durante todo el año, sin embargo no están alejados del resto de los meses e cuanto a incidencia; Solo el mes de Mayo con 26 puntos de estudio es el mes menos significativo a la variable de incidencia. Fig. 13.

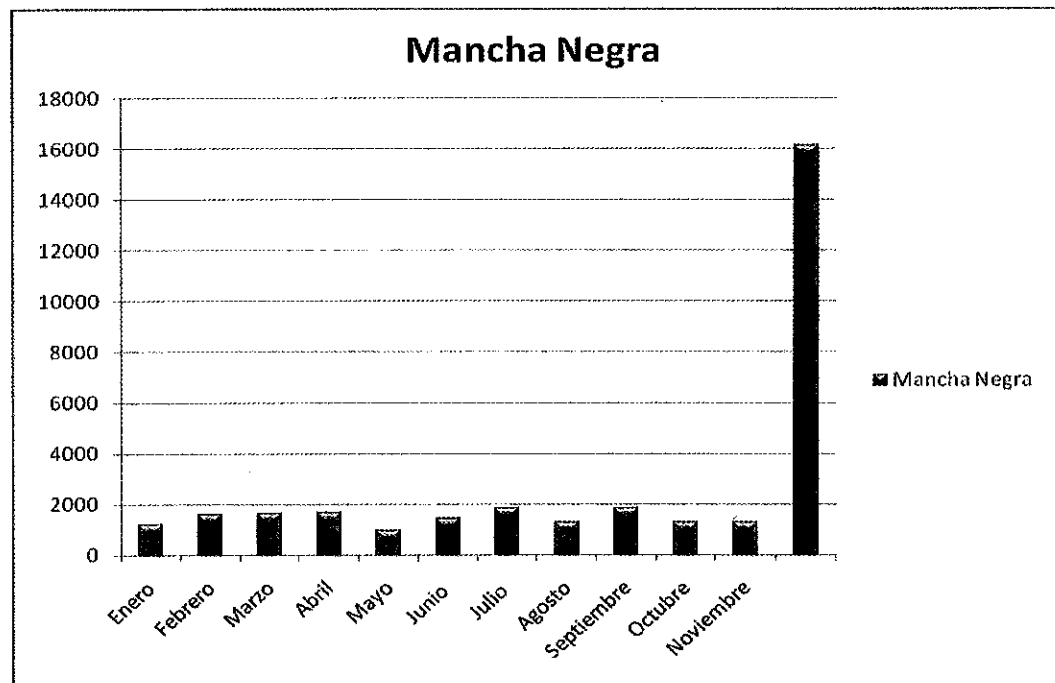


Figura 13. Incidencia de *Pseudocercospora opuntiae* , 2008

Con respecto a la bibliografía consultada La mancha negra en se caracteriza por la invasión parcial o total de la penca sin una forma definida. Las pencas enfermas predominan en parcelas con temperaturas frescas y humedad relativa, alta; Siendo Mayo uno de los meses donde no se presentan las condiciones ambientales ideales es que baja drásticamente en comparación con el resto de los meses.

5.2. Distribución de zonas con incidencia e infestación.

Como resultado final de la sobreposición de capas booleanas se obtuvo el mapa final en el que se muestra la distribución de las tres plagas, Figura 14.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS PLAGAS *ceactophagus spinolae*, *dactylopius indicus* y *pseudosercozona opuntiae*, SOBRE LOS CULTIVOS DE NOPAL VERDURA, MUNICIPIO DE MILPA ALTA

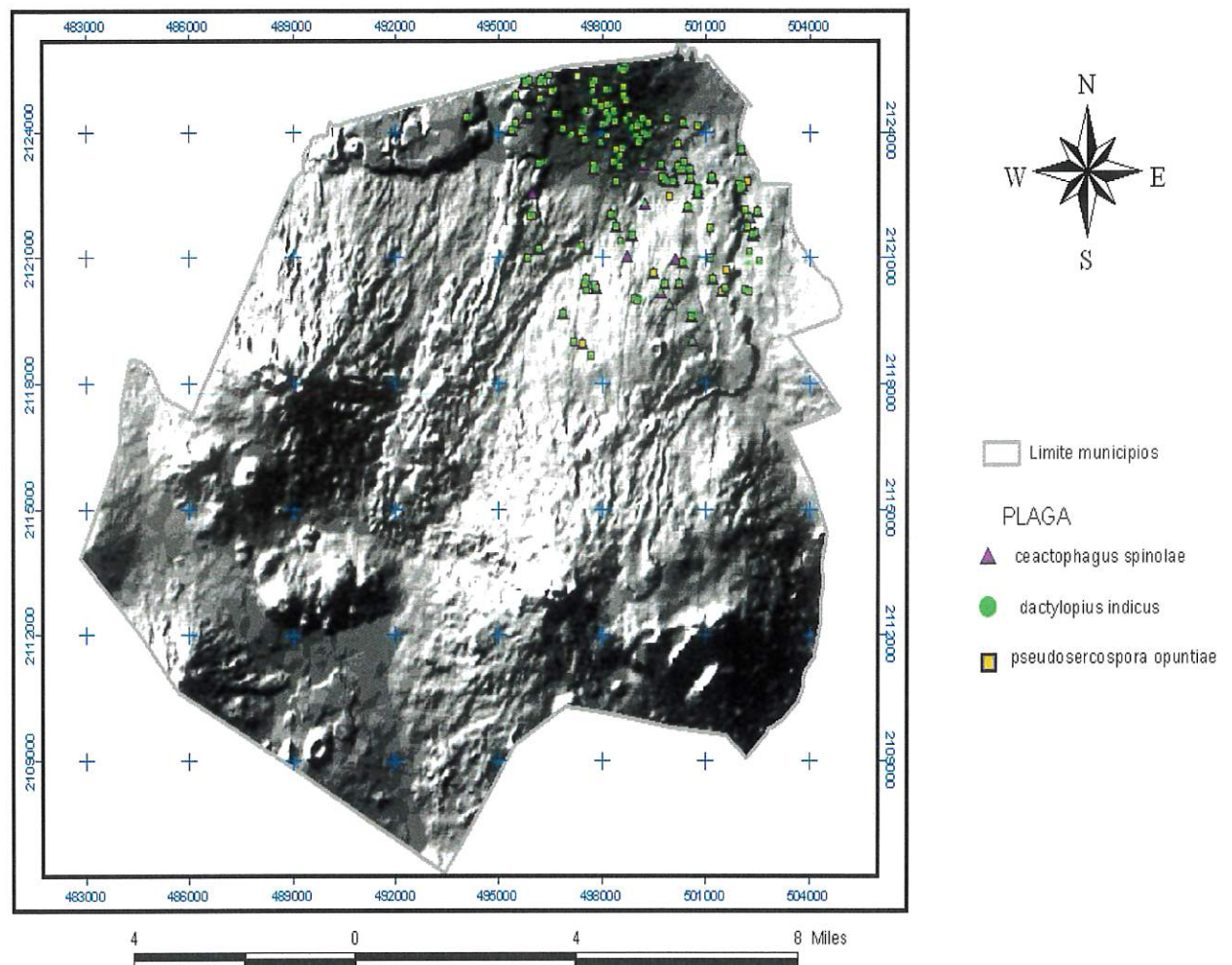


Figura 14. Mapa de Distribución de Plagas.

Los resultados obtenidos mediante la cuantificación de superficies determinadas, y el mapa de distribución, para las tres plagas en estudio, se muestran en el

Cuadro 3.

Cuadro. 3 Superficie total de la distribución de tres plagas en Milpa Alta, D.F.

PLAGA	TOTAL(ha)
Mancha Negra	16,158.33
Cochinilla del Nopal	18,140.39
Picudo Nopal	12,650.99

De las plagas del cultivo Nopal Verdura, la que ocupo la mayor superficie de incidencia es la Cochinilla del Nopal *Dactylopius opuntiae*, con 18,140.39 ha para el año 2008, distribuyéndose en la zona noreste de la zona de estudio.

La variable más restrictiva y que por tanto influyo de manera significativa en la distribución de las tres plagas, fue el área.

Con la finalidad de obtener mejores resultados en la localización y distribución de plagas, se decidió utilizar la variable Exposición de Relieves, esto para precisar el comportamiento de las plagas. De la cual se obtuvo el Mapa Exposición y el cual nos dio referencia del comportamiento de las plagas en estudio, ya que la mayoría de las plagas prefirieron la zona Noreste de la zona de estudio; Sin embargo su avance va dirigido hacia el Sureste de la Zona, Figura 15.

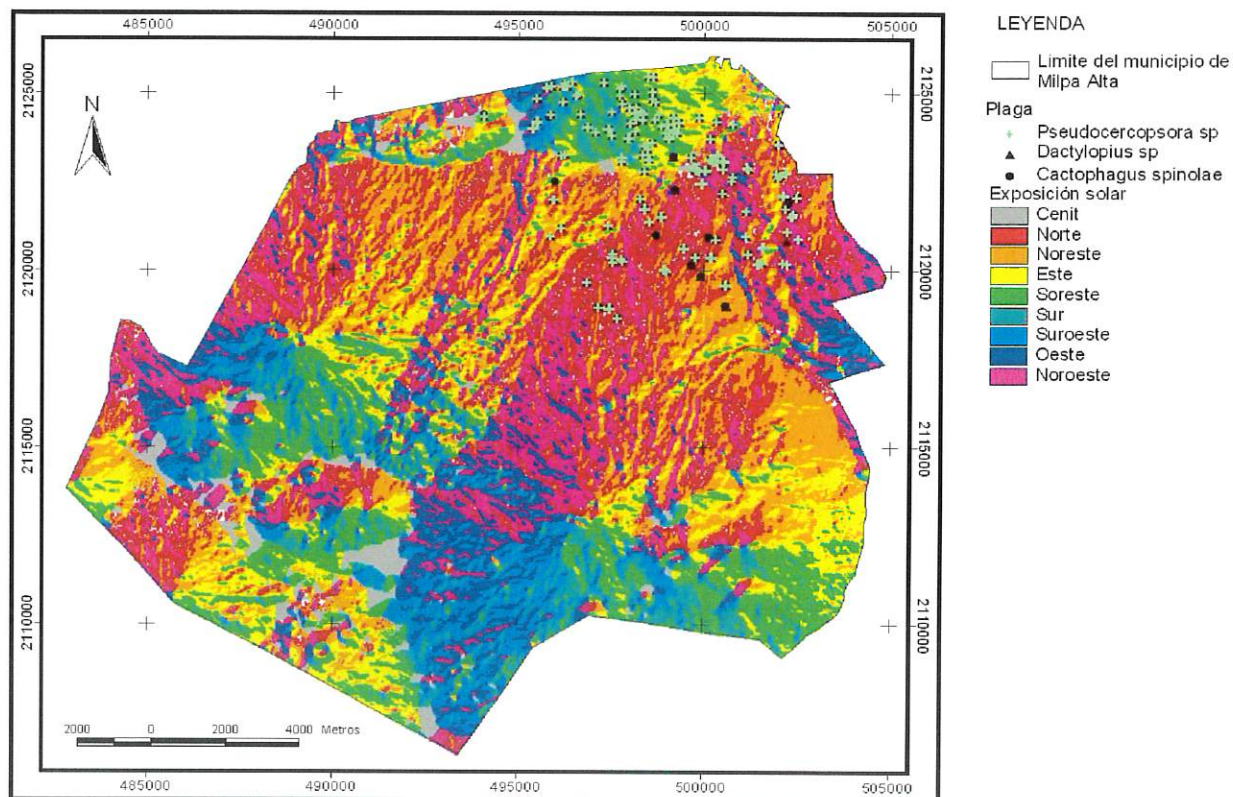


Figura 15. Mapa de Exposición de Relieve.

La variable exposición fue una variable de gran peso en la distribución y comportamiento de las plagas, además de presentarnos otra opción de cómo puede ser utilizado un SIG; y la aplicación para trabajar con plagas.

De las distribuciones Noreste es la que tuvo mayor incidencia y la cual se decidió aplicar un Cerco Fitosanitario, de 500 mts. Como forma de prevención.

6. Discusión

Con la finalidad de obtener mejores resultados en la localización de plagas con mayor y menor incidencia, se decidió utilizar la variable puntos georreferenciados otorgados por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del D.F. (CESAVEDF), complementada con las variables Exposición y para observar todavía mejor el recurso de un SIG, se agregó la variable Cerco Fitosanitario.

Dada la limitante de información disponible, no se incluyeron otras variables en el estudio, tal es el caso del tipo de clima y temperatura de las cuales solo se cuenta con información a una escala muy general y las cuales de haberlas incluido no habrían aportado a entender mejor el comportamiento de las plagas.

Con respecto a los resultados obtenidos mediante la metodología empleada y la utilización de las diferentes variables en la incidencia y distribución, se lograron definir los meses con mayor y menor incidencia; De acuerdo con Ramírez, 2007; La incidencia es uno de los dos problemas fitosanitarios más fuertes de la región (plagas y enfermedades) y la cual se presenta en función del manejo realizado por cada productor.

9. Literatura Citada

- Díaz, F.J.C. 2007. Localización de Zonas Pontenciales para el Desarrollo de
sies especies forestales en el estado de Tlaxcala. Tesis de Postgrado,
Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. De México.
- ESRI, 1995. Understanding GIS: The Arc/Info Method. Seld-study workbook PC
version. Enviemental System Research Institute. USA. Chapter: 1-10.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ramírez, 2007. Delegación del Gobierno del Distrito Federal en Milpa Alta,
Departamento
Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, Informe
final del Diagnóstico Fitosanitario del Cultivo de Nopal verdura
en la Delegación de Milpa Alta, México 109 p.
- Ronald J. 2003. Guía para SIG y procesamiento de Imágenes. IDRISI
Kilimnajaro. Clark Labs. USA 312p.

Sánchez B. M. 2002. Insectos plaga del nopal verdura en Milpa Alta, D.F. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 53 pp.

Villanueva S.E. 2007. Biología y Respuesta Funcional y Numérica del Depredador *Chilocorus* spp. (Coleoptera:Coccinellidae) Asociado al Cultivo de Nopal Verdura en Milpa Alta, México D.F.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal; Manejo Fitosanitario del Nopal Verdura en Milpa Alta, Distrito Federal, Folleto. Noviembre 2008.

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