



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

**PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE  
POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO POR LA PRESENCIA DE LA LANGOSTA  
CENTROAMERICANA (*Schistocerca piceifrons piceifrons* W.) EN LA  
HUASTECA POTOSINA APOYADO EN SIG Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO”**

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES PRESENTA

ING. JORGE ACEVES DE ALBA

ASESOR

DRA. GUADALUPE GALINDO MENDOZA

COMITÉ TUTELAR:

DR. CARLOS CONTRERAS SERVÍN

DR. JAVIER FORTANELLI MARTÍNEZ

PROYECTO DE TESIS FINANCIADO POR FONDOS SECTORIALES POR EL PROYECTO  
SAGARPA-2004-CO1-186/A-1

SEPTIEMBRE DE 2009

## **DEDICATORIA**

A Yoli, que siempre ha sido una amiga sincera, una buena consejera y ahora mi compañera de vida, por haberme apoyado e impulsado siempre para terminar este trabajo

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico a través de beca para la realización de mis estudios de maestría.

A mis padres Enrique y Angelita, por su apoyo incondicional

A mis asesores Dra. María Guadalupe Galindo Mendoza, Dr. Carlos Contreras Servín, Dr. Javier Fortanelli Martínez por el apoyo constante y sus enseñanzas durante esta tesis.

Al Ing. Arnoldo González Ortiz y al Dr. Antonio Cardona Benavides por la oportunidad y las facilidades que me brindaron para estudiar la maestría.

A los integrantes de la casa de las 3 culturas Marco González, Caty Santillana, Tere Hernández y Erika Palafox por el apoyo que siempre me brindaron y que se convirtieron en mi familia.

A Rosy quien siempre me apoyo e impulso con sus sabios consejos para llevar a cabo esta investigación.

A la Mtra. Leticia Padilla Sánchez por su colaboración durante el desarrollo de esta investigación.

A Ángeles Acuña por ser la persona que me alentó a comenzar estudiar la maestría.

A Omar Rodríguez González quien siempre fue una ayuda especializada en el manejo del software especializado utilizado en esta investigación

A Luis Olvera Vargas que ayudo con sus conocimientos de cartografía para mejorar los resultados.

Índice de figuras .....	ii
Índice de tablas.....	iv
Índice de anexos .....	v
I.- Introducción.....	1
Capítulo 1. Caracterización biológica de la langosta centroamericana.....	5
1.1 Origen y evolución de la langosta.....	5
1.2 Clasificación taxonómica.....	10
1.2.1 Ciclo de vida.....	13
1.2.2 Teoría de fases .....	15
1.2.3 Enemigos naturales.....	19
1.3 Historia y ambiente propicios para la reproducción y dispersión de la langosta en México.....	20
1.4 La Huasteca Potosina y la presencia de la langosta.....	26
Capítulo 2. La langosta centroamericana como problema fitosanitario: hacia la evaluación del riesgo .....	30
2.1 La plaga de langosta como desastre fitosanitario.....	30
2.2 Definición de los conceptos: desastre, amenaza, vulnerabilidad y riesgo .....	33
2.3 Importancia de los modelos predictivos como alternativa para reducir el desastre fitosanitario.....	36
2.4 El caso de la Huasteca Potosina.....	44
2.5 Sistema de vigilancia fitosanitaria de la plaga de langosta.....	46
Capítulo 3. Desarrollo metodológico y resultados .....	55
3.1 La reconstrucción histórica y el muestreo en campo .....	58
3.2 El modelo de simulación multicriterio.....	60
3.3 Propuesta para el sistema de evaluación del riesgo y vigilancia fitosanitaria contra la plaga de langosta centroamericana .....	74
4.- Discusión general.....	80
5.- Conclusiones .....	83
6.- Recomendaciones .....	84
Anexos.....	86
Bibliografía.....	142
Cartografía.....	148

## Índice de figuras

Figura 1.1.1.- Dos hipótesis biogeográficas para explicar la distribución de las especies con el género <i>Schistocerca</i> .....	7
Figura 1.1.2.- Fósiles de los antepasados de las actuales langostas, a la izquierda del orden Orthoptera encontrado en Brasil, a la derecha de un chapulín encontrado en China y abajo de una langosta conservada en ámbar encontrada en Colombia. ....	8
Figura 1.2.1.- Mapa de distribución de la langosta <i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> según Barrientos 2003 y FAO 2009. ....	12
Figura 1.2.2.- Esquema del ciclo de vida de la langosta en la Huasteca Potosina <i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> .....	13
Figura 1.2.2.1.- Esquema del ciclo de vida de la langosta en <i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> .....	14
Figura 1.2.1.2.- Ciclo biológico de la langosta <i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> .....	15
Figura 1.2.2.1.- Fase gregaria izquierda y fase solitaria derecha de langosta centroamericana.....	16
Figura 1.2.2.2.- Fases de la langosta .....	17
Figura 1.4.1.- Mapa de la Huasteca Potosina .....	27
Figura 2.5.1.- Inversión de SAGARPA, Estado y productores en el periodo del 2002 al 2005 en campaña de langosta a) Por fuente de inversión y b) Por año.....	47
Figura 2.5.2.- Distribución del gasto de la SAGARPA para la campaña de langosta en sus distintos rubros a) 2002, b) 2003, c) 2004, d) 2005. ....	49
Figura 2.5.3.- Distribución del gasto del Gobierno del Estado para la campaña de langosta en sus distintos rubros a) 2002, b) 2003, c) 2004, d) 2005. ....	50
Figura 2.5.4.- Distribución del gasto del comité los productores para la campaña de langosta en sus distintos rubros a) 2002 b) 2003, c) 2004, d) 2005 .....	51
Figura 2.5.5.- Porcentajes de gastos de cada rubro de la campaña de langosta durante el periodo del 2002 al 2005 efectuados por la SAGARPA, Estado y productores .....	52
Figura 2.5.6.- Porcentajes gastados por la SAGARPA, Estado y productores de cada rubro de la campaña de langosta durante el periodo del 2002 al 2005.....	53
Figura 3.2.1- Triangulo de texturas de suelos.....	65
Figura 3.3.1.- Mapa de amenaza de langosta en la Huasteca Potosina.....	77
Figura 3.3.2.- Mapa de vulnerabilidad a la langosta en la Huasteca Potosina.....	78
Figura 3.3.3.- Mapa de riesgo a la plaga de langosta en la Huasteca Potosina.....	79
Figura D.1.- División municipal del estado de San Luis Potosí .....	108
Figura D.2.- Opción para iniciar edición. ....	108
Figura D.3.- Opción para realizar unión. ....	108
Figura D.4.- Opción detener la edición .....	108
Figura D.5.- Área de estudio.....	109
Figura D.6.- Opción para exportar los datos. ....	110
Figura D.7.- Botón para la activación de la caja de herramientas.....	110
Figura D.8.- Opción para recortar la información del área deseada .....	111
Figura D.9.- Ventana para selección de parámetros para realizar el recorte de la información.....	111
Figura D.10.- Opción utilizada para la conjunción de datos.....	113
Figura D.11.- Ventana de parámetros para la conjunción de datos.....	113
Figura D.12.- Tableta digitalizadora.....	114
Figura D.13.- Opción en AutoCAD para la calibración de la tableta .....	114
Figura D.14.- Opción para exportar la información al formato de ArcGIS 9.2 .....	115
Figura D.15.- Opción para la apertura de la tabla de datos del archivo de ArcGIS.....	115
Figura D.16.- Opción para añadir un campo a la tabla de datos. ....	116
Figura D.18.- Selección de la información desde la tabla.....	117
Figura D.17.- Ventana para establecer el nombre, tipo y precisión del nuevo campo. ...	117
Figura D.19.- Opción para establecer el valor de un campo.....	117
Figura D.20.- Ventana para definición del valor a asignar al campo .....	117
Figura D.21.- Opción para establecer una liga entre tablas de datos.....	118

Figura D.22.- Ventana para la elección de los campos para establecer la liga entre tablas .....	118
Figura D.23.- Opción para hacer la unión entre modelos digitales de elevación.....	120
Figura D.24.- Ventana para elegir los modelos digitales de elevación a unir.....	121
Figura D.25.- Opción para iniciar el proceso de unión de los modelos digitales de elevación .....	122
Figura D.26.- Ventana para la selección de la ruta y el nombre del archivo resultante...	122
Figura D.27.- Opción para la importación del área de estudio .....	122
Figura D.28.-Ventana para la selección de la ruta y proyección del archivo de exportación resultante .....	123
Figura D.29.- Opción para la creación de una región para realizar recorte de información .....	123
Figura D.30.- Ventana para la selección del archivo de generación de la zona de recorte .....	123
Figura D.31 Ventana de visualización de la zona de recorte de información y selección de archivo para almacenar los datos. ....	124
Figura D.32.- Ventana para la selección del algoritmo de representación de datos.....	125
Figura D.33.- Ventana para la selección de capas de información a visualizar. ....	125
Figura D.34.- Ventana para la selección de los datos a utilizar en el algoritmo para la representación de la información.....	126
Figura D.35.- Opción para la intersección entre capas de información. ....	130
Figura D.36.- Ventana de selección de capas de información para intersectar. ....	130

## Índice de tablas

Tabla 1.1.1.- Distribución de distintas especies a nivel mundial de langosta.....	9
Tabla 1.2.1.- Taxonomía de la langosta.....	11
Tabla 1.3.1.- Registros de la presencia de la langosta en México en los siglos XVIII, XIX y mitad del XX. ....	22
Tabla 1.3.2.- Registros por municipio de la presencia de la langosta en la Huasteca Potosina en el periodo de 1963 a 2005.....	23
Tabla 3.2.1.- Tabla de valores de pH en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana. ....	62
Tabla 3.2.2.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de pH.....	62
Tabla 3.2.3.- Tabla de valores de profundidad del suelo en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana. ....	63
Tabla 3.2.4.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de profundidad.....	64
Tabla 3.2.5.- Tabla de valores de textura del suelo en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.....	66
Tabla 3.2.6.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de textura.....	66
Tabla 3.2.7.- Tabla de valores de altitudes en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana. ....	67
Tabla 3.2.8.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de altitudes.....	67
Tabla 3.2.9.- Tabla de valores de temperatura en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana. ....	68
Tabla 3.2.10.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de climas. ....	69
Tabla 3.2.11.- Tabla de valores de precipitación en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana. ....	69
Tabla 3.2.12.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de isoyetas. ....	70
Tabla 3.2.13.- Tabla de valores de uso de suelo en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana. ....	71
Tabla 3.2.14.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de uso de suelo.....	71
Tabla D.1.- Tabla de datos del muestreo puntual de langosta en el periodo 1999-2005.	127
Tabla D.2.- Tablas de datos de muestreo en áreas de la campaña de langosta en 2005	128

## Índice de anexos

Anexo A. Leyendas y mitos prehispánicos .....	87
Anexo B. Sitios históricos de presencia.....	93
Anexo C. Morfología .....	100
Anexo D. Desarrollo metodológico en software .....	106
Anexo E. Leyes .....	132

## I.- Introducción

La langosta, cuyos orígenes se remontan al surgimiento de la familia Acrididae durante la época del Oligoceno, ha tenido modificaciones que le han permitido sobrevivir desde ese entonces hasta nuestros días y encontrarse a nivel planetario en numerosos ecosistemas (Lovejoy, 2005; Hernández, 2003).

La percepción de la langosta que se ha tenido a lo largo del tiempo se ha ido modificando, se encuentran historias en las que se creía que era un insecto infinito, un castigo de los dioses y un origen divino que originaba que no fuera eliminada.

La clasificación científica de una de las especies presentes en México, también fue objeto de errores y fue hasta 1981 que Harvey le asignó el nombre de *Schistocerca piceifrons piceifrons*, nombre con el que es conocida actualmente.

A partir de ese momento los estudios sobre este insecto se pudieron desarrollar con un mayor conocimiento de la especie y las distintas fases en las que se puede encontrar que inicialmente provocaban los errores en su clasificación.

Los estudios de su biología y su distribución geográfica ayudaron a identificar las zonas en las que se encontraba presente la langosta, sin embargo, sin la cuantificación de las zonas afectadas es difícil establecer planes de control.

La carencia de una clasificación de las zonas que por sus características físicas tienen una mayor probabilidad de tener presente la langosta, dificultan los trabajos de planificación y prevención.

La caracterización de las zonas donde se presenta la langosta, ayuda a prever la población afectada.

Hasta el momento los trabajos sobre las mangas de langosta se han orientando hacia su control de la misma, descuidando la prevención, provocando con esto,

que los daños económicos no se resuelvan y que el número de personas afectadas por los plaguicidas aumente.

Actualmente las campañas permanentes dedicadas a combatir la plaga de langosta, realizan también un monitoreo constante de las zonas identificadas como probables de presencia del insecto, donde buena parte de la inversión se emplea en el control de los primeros estadios de langosta.

Dentro de la investigación, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) proporcionan una herramienta sólida que permite concentrar una base de datos con referencia espacial que ayudan a la visualización más rápida de la información, así como permite tener una herramienta que permita un mejor control de los primeros brotes de langosta.

La evaluación multicriterio (EMC) puede utilizarse como una herramienta extra en los SIG que permitan analizar varios criterios que coinciden en el espacio y determinar el valor que se le asignara a cada combinación de datos de las zonas gregarigenas.

Una de las zonas de presencia de langosta identificadas por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) se encuentra en la Huasteca Potosina.

Considerando lo anterior se hace necesario contar con un estudio que reúna toda la información histórica que se tiene en torno a la langosta que permita tomarse como base para hacer una evaluación del riesgo por la presencia de plaga de langosta utilizando SIG y EMC que permita aumentar el conocimiento de las zonas donde se presenta la langosta y determinar el grado en el que afecta tomando en consideración las condiciones y el número de personas afectadas directamente.

El objetivo consiste en generar una propuesta metodológica para evaluar el riesgo a la presencia de la plaga de langosta centroamericana en la Huasteca Potosina, con base en sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio.

En base a lo anterior, la investigación comprende tres apartados; el primero de ellos, se relaciona con la caracterización biológica de la langosta centroamericana, la finalidad de este capítulo, es la de mostrar el ciclo biológico de la langosta, así como, las circunstancias que favorecen el cambio de comportamiento.

El segundo capítulo, aborda la problemática que representa a través del tiempo la plaga de langosta, las formas que se ha visualizado como desastre fitosanitario y las respuestas que han tenido las autoridades para su control.

El tercer y último capítulo, presenta una propuesta metodológica empleando herramientas informáticas como los SIG y los modelos multicriterios, con la finalidad de realizar actividades de pronóstico sobre la formación de mangas de langosta en lugar de tomar medias remediabiles como el control integrado de la plaga.

Finalmente solamente me resta agregar, que el presente trabajo de tesis, aborda por primera vez dentro del campo de la agronomía nacional, la

utilización de herramientas informáticas para poder realizar acciones preventivas como lo es el pronóstico de la formación de mangas de langosta.

# Capítulo 1. Caracterización biológica de la langosta centroamericana

Para conocer en detalle las características propias de la langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* es conveniente hacer un análisis de su biología. El análisis detallado de la langosta, permitirá relacionar la información acerca de su alimentación con los lugares que normalmente afecta a su paso, su distribución geográfica, que delimita los lugares donde se deben llevar a cabo las campañas de exploración y muestreo, su ciclo de vida, que define el periodo durante el cual se deben llevar a cabo las exploraciones y muestreos y la teoría de fases, que nos da los indicadores que ayudan a identificar cuando la langosta se puede volver plaga. La gran adaptabilidad que muestra la langosta, le ha valido para poder habitar a lo largo y ancho del globo terráqueo, donde con sus distintas especies la podemos encontrar. Cada especie presente en las distintas zonas, o incluso compartiendo distribución geográfica, se ha ido adaptando a su entorno, de tal manera que existen especies para una amplia variedad de medios terrestres.

## 1.1 Origen y evolución de la langosta.

Para comenzar a entender la relevancia que tiene el estudio de la langosta, es importante considerar la historia que la acompaña, desde los fósiles que se tienen registrados hasta las teorías en torno a su evolución a lo largo del tiempo. Haciendo un seguimiento de la investigación científica llevada a cabo en torno a la langosta, se puede observar que es un insecto que ha sido estudiado desde hace varias décadas y que sigue asombrando a los

investigadores por las características que reúne y que le han servido para sobrevivir, a través del tiempo (Song 2004b). Hasta hace un poco más de un cuarto de siglo, la langosta fue clasificada adecuadamente, después de haber sido confundida en más de una ocasión con otras especies; es por eso que un estudio concienzudo de la misma se impone para poder realizar esta investigación.

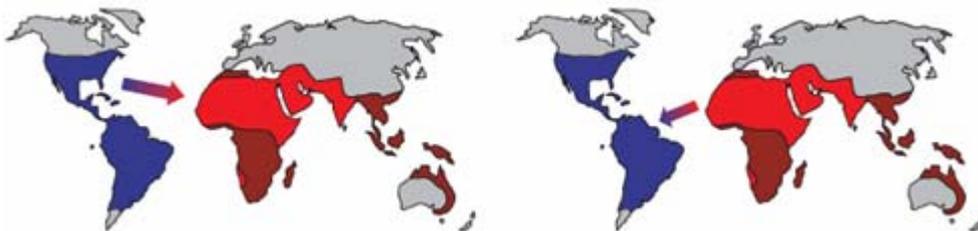
Según lo mencionado por Song (2004b) la evidencia fósil muestra que la evolución de la langosta actual se dio a partir del periodo Terciario. No obstante que existen evidencias de la presencia del orden Orthoptera desde el periodo Carbonífero, la familia de los Acrididae es más reciente y todos los fósiles encontrados son del Oligoceno y del Mioceno. El origen exacto de la langosta es incierto; existen investigaciones que tratan de demostrar por medio de un análisis filogenético (Lovejoy *et al.* 2005; Song, 2004b) que se originó en Sudamérica y de ahí se extendió a las demás partes del mundo donde actualmente se distribuye. Se ha planteado la posibilidad de la existencia de vientos en los que recorrió grandes distancias aun sobre el mar para alcanzar otros continentes, sin embargo, también existe la posibilidad de que su origen sea el continente africano (Figura 1.1.1). Muchas especies de la *Schistocerca* se encuentran en el hemisferio oeste, pero solo la langosta del desierto (*Schistocerca gregaria*) se encuentra en el hemisferio este. En la Figura 1.1.1, la distribución de la langosta del desierto se muestra en rojo vivo y la distribución de las especies de *Schistocerca* del hemisferio oeste se muestra en azul. En el mapa de la izquierda podemos ver una de las teorías que sugiere que la especie tuvo su origen del lado oeste, por otro lado podemos observar el mapa de la derecha donde se establece que su origen pudo ser en la parte

este. Sin embargo los resultados de las investigaciones aún no dan la evidencia suficiente para establecer con exactitud el origen.

El lugar de procedencia de la langosta resulta relevante ya que conociéndolo, se pueden buscar algunas similitudes entre las especies que tienen algún parentesco y con ello conocer parte de la historia que las acompaña.

Según Parker (1967) existen capas de langostas que se encuentran incrustadas en los glaciares profundos de las montañas Rocallosas, demostrando de esta forma que estos insectos habían volado y existido sobre esas montañas cientos de años antes de que el hombre llegara a América, lo que es una evidencia de que las langostas no tienen su origen en un posible traslado al continente americano en algún viaje realizado por el hombre a este continente. La langosta ha vivido desde tiempos prehistóricos como lo demuestran los fósiles que han sido encontrados (Figura 1.1.2), con esto podemos saber que son animales que han sobrevivido durante grandes periodos de tiempos y que su evolución les ha permitido estar presentes hasta nuestros días.

**Figura 1.1.1.- Dos hipótesis biogeográficas para explicar la distribución de las especies con el género *Schistocerca*.**



**Fuente: Lovejoy, 2005.**

Podemos observar en la Tabla 1.1.1, ejemplos de especies del género *Schistocerca* en algunos de los países en los que se encuentran presentes; sin embargo existen algunas langostas que no pertenecen al género antes mencionado, esto se debe a que el nombre de langosta tiene otro origen. El término de langosta se refiere genéricamente a un grupo de chapulines que puede formar densas agrupaciones de individuos llamadas mangas, capaces de viajar grandes distancias y que es capaz de cambiar su morfología dependiendo de las densidades de individuos concentradas en un sitio (Song, 2005).

**Figura 1.1.2.- Fósiles de los antepasados de las actuales langostas, a la izquierda del orden Orthoptera encontrado en Brasil, a la derecha de un chapulín encontrado en China y abajo de una langosta conservada en ámbar encontrada en Colombia.**



**Fuente: Fossilmuseum.**

En cuanto a las referencias bibliográficas, hemerográficas, tesis y de historia oral, se ha tratado de reconstruir el origen y dispersión de la langosta centroamericana en México, donde en la primera etapa se presentan problemas de interpretación debido a algunas confusiones, derivadas de su

cambio de morfología al estar en fase gregaria o solitaria. Las investigaciones realizadas por Uvarov en 1921, esclarecieron los estudios, que se realizaban a nivel mundial, de las distintas especies de langostas, y permitieron hacer la identificación de especies en cada una de sus fases. Por otra parte, a lo largo de la historia, se ha podido observar, una gran cantidad de autores que han escrito en México sobre la langosta, (Zurita, 1943; Herrera, 1943; Márquez, 1963; Trujillo, 1975) en los que se habla de la langosta *Schistocerca paranensis* Burmeister (*paranensis* se deriva de la creencia que el insecto provenía de Paraná, Brasil; Herrera, 1943); pero no obstante que todos ellos tenían presente la Teoría de Fases, que en 1921 Uvarov había escrito, caían en una confusión de la especie sobre la cual escribían, al parecer, no tenían un correcto conocimiento de las fases que presentaba la langosta y seguía estando presente el error, al separar una sola especie dependiendo de la fase en la que se encontraba. No fue sino hasta que Harvey en 1981 hizo una nueva clasificación de la especie que era conocida como *Schistocerca americana*, en la que se estableció el nombre *Schistocerca piceifrons piceifrons* como una especie centroamericana. Actualmente así se le conoce y así se han hecho los últimos estudios.

**Tabla 1.1.1.- Distribución de distintas especies a nivel mundial de langosta.**

<b>Especie</b>	<b>Distribución geográfica</b>
Schistocerca nitens	México, Estados Unidos
Schistocerca flavofasciata	Brasil, Uruguay
Schistocerca albolineata	Estados Unidos
Schistocerca literosa	Islas Galápagos
Schistocerca piceifrons piceifrons	México
Schistocerca pallens	Costa Rica, Islas Barbados
Schistocerca cancellata	Argentina, Chile, Paraguay
Schistocerca quisqueya	República Dominicana, Puerto Rico
Schistocerca gregaria gregaria	Egipto, Grecia, Kenia
Nomadacris succincta	Hong Kong, China
Valanga Nigricornis	Australia

Fuente: Hernández, 2003; Lovejoy, 2005

## 1.2 Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica y las características morfológicas hacen posible la identificación de *Schistocerca piceifrons piceifrons* (langosta centroamericana), sin embargo podemos encontrar diferencias dentro de la misma especie en dependencia de su estado, ya sea solitario o gregario. Es precisamente esta característica la que determina su pertenencia al grupo de las langostas según Barrientos (2001).

En la Tabla 1.2.1 se puede observar claramente la clasificación taxonómica de la langosta, en la cual cabe resaltar la parte del orden al que pertenece donde se menciona las tres formas que llegan a tomar y que resulta importante para su control en el estado de huevo y ninfa principalmente, por otro lado el poseer un par de patas posteriores que le permiten dar grandes saltos y las alas que le permiten recorrer grandes distancias. La distribución de la langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* se registra a lo largo de varios países de Centroamérica hasta llegar a México como se observa en la Figura 1.2.1. El hecho de estar presente en varios países y cruzar sus fronteras ha hecho que la FAO la defina como una plaga transfronteriza. El tener un problema conjunto entre varios países dificulta las labores de control, debido a que se requieren acuerdos de colaboración para poder aplicar medidas efectivas en contra de la plaga. El problema se ve acrecentado al existir diferencias entre las zonas que se establecen de presencia de plaga de langosta lo cual se evidencia en la Figura 1.2.1 donde se define de acuerdo a Barrientos (2003) y lo que establece la FAO (2009).

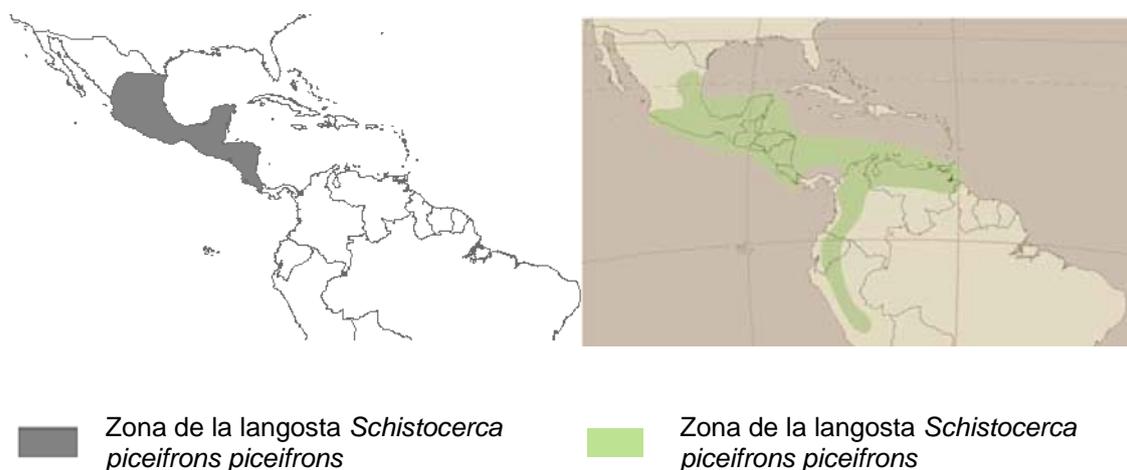
**Tabla 1.2.1.- Taxonomía de la langosta**

<b>Categoría: Taxón</b>	<b>Características</b>
Reino: Animal	Sensibilidad, movimiento voluntario, necesidad de oxígeno y alimentos orgánicos, órganos fijos.
Phyllum: Arthropoda	Segmentos en forma de anillo, apéndices unidos, exoesqueleto.
Sub-phyllum: Antennata	Dos pares de antenas y el cuerpo formado por un número de segmentos variables.
Súper-clase: Hexapoda	Poseen tres pares de patas.
Clase: Insecta	Cuerpo dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen; un par de antenas, sistema traqueal, generalmente dos pares de alas.
Sub-clase: Pterigota	Con alas.
Categoría: Exopterigota o Heterometábolos	Los estados jóvenes se parecen mucho al estado adulto excepto por el tamaño y las alas no desarrolladas completamente.
Orden: Orthoptera	Primer par de alas apergaminadas (tegmina), alas posteriores membranosas, aparato bucal masticador, patas posteriores grandes y adaptadas para saltar, metamorfosis simple (huevo, ninfa, adulto).
Suborden: Caelifera	Antenas cortas y multisegmentadas, valvas genitales de las hembras robustas y cortas, tímpanos visibles sobre el costado del primer segmento abdominal, órgano estridulatorio del macho en forma de cresta en el fémur posterior, la cual es frotada contra una nervadura en los élitros, huevecillos depositados en masa o grupo dentro del suelo, generalmente.
Súper-familia: Acridoidea	Pronoto y élitros bien desarrollados; el tamaño, la forma y el color del cuerpo variables; la mayoría son estridulantes, generalmente ponen los huevos.
Familia: Acrididae	Última espina inmóvil localizada sobre el ápice de la tibia posterior.
Sub-familia: Acridinae	Principalmente fitófagos, cabeza usualmente cónica vista de perfil, el frente de la cabeza es oblicuo, antenas ensiformes o filiformes, carecen de tubérculo prosternal y de espina apical externa sobre las tibias posteriores, así como de surco en el fastigio. Cabeza usualmente inclinada hacia atrás, algunas veces agudamente; pronoto plano o con el surco medio no muy pronunciado; margen caudal del pronoto truncado o redondeado, no angulado hacia el mesonoto; alas posteriores usualmente hialinas; antenas ligeramente aplanadas algunas veces fuertemente aplanadas; alas de longitud variable algunas veces cortas y no alcanzando la punta del abdomen; estos saltamontes no estridulan durante el vuelo, pero usualmente el macho tiene una hilera de dientes estridulatorios en el fémur posterior, los cuales son frotados contra las termina cuando el insecto está en reposo.
Género: Schistocerca	Schistocerca del griego skhistos "dividido" y kerkos "cola", haciendo referencia al final de la cola del animal que se encuentra dividida.

**Fuente: Con base en Anaya 1996; Barrientos 2001, 2003 y 2005; bugguide, 2009.**

Para establecer los planes de control de la plaga, se deben de considerar los periodos dentro de los cuales la langosta es más vulnerable y en las cuales resulte más sencillo y económico el trabajo orientado a su control. Para poder determinar esos periodos, es necesario estudiar y observar continuamente su ciclo de vida. En la Figura 1.2.2 se ilustra secuencialmente su ciclo dentro de cada uno de los meses del año en la Huasteca Potosina. Es claro que se debe prestar mayor atención a la ovipostura, para delimitar las zonas donde se podrán hacer trabajos para la destrucción de huevos o bien para el control de las poblaciones de cuando aún son ninfas.

**Figura 1.2.1.- Mapa de distribución de la langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* según Barrientos 2003 y FAO 2009.**



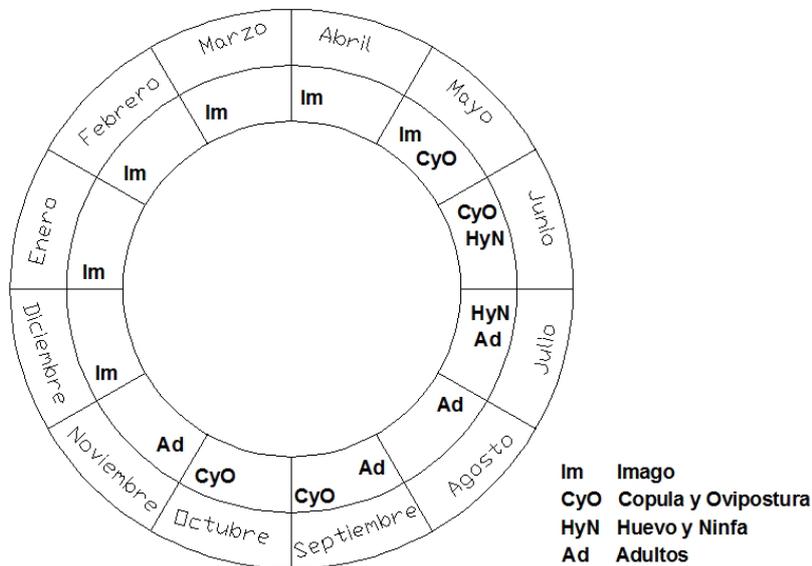
**Fuente: Barrientos, 2003.**

**Fuente: FAO, 2009.**

Otra parte muy importante para el control de la langosta es mantener una vigilancia continua para poder reconocer la fase solitaria, gregaria o una fase intermedia entre estas dos anteriores en la que se encuentra, en términos generales. Este insecto en su fase solitaria no provoca mayores pérdidas; sin embargo, cuando su fase es gregaria, se llegan a acumular grandes cantidades

de individuos llamados mangas (Barrientos 2005) que son las que llegan a provocar fuerte pérdidas de cultivos.

**Figura 1.2.2.- Esquema del ciclo de vida de la langosta en la Huasteca Potosina *Schistocerca piceifrons piceifrons*.**



Fuente: Con base en Garza Urbina, 2005.

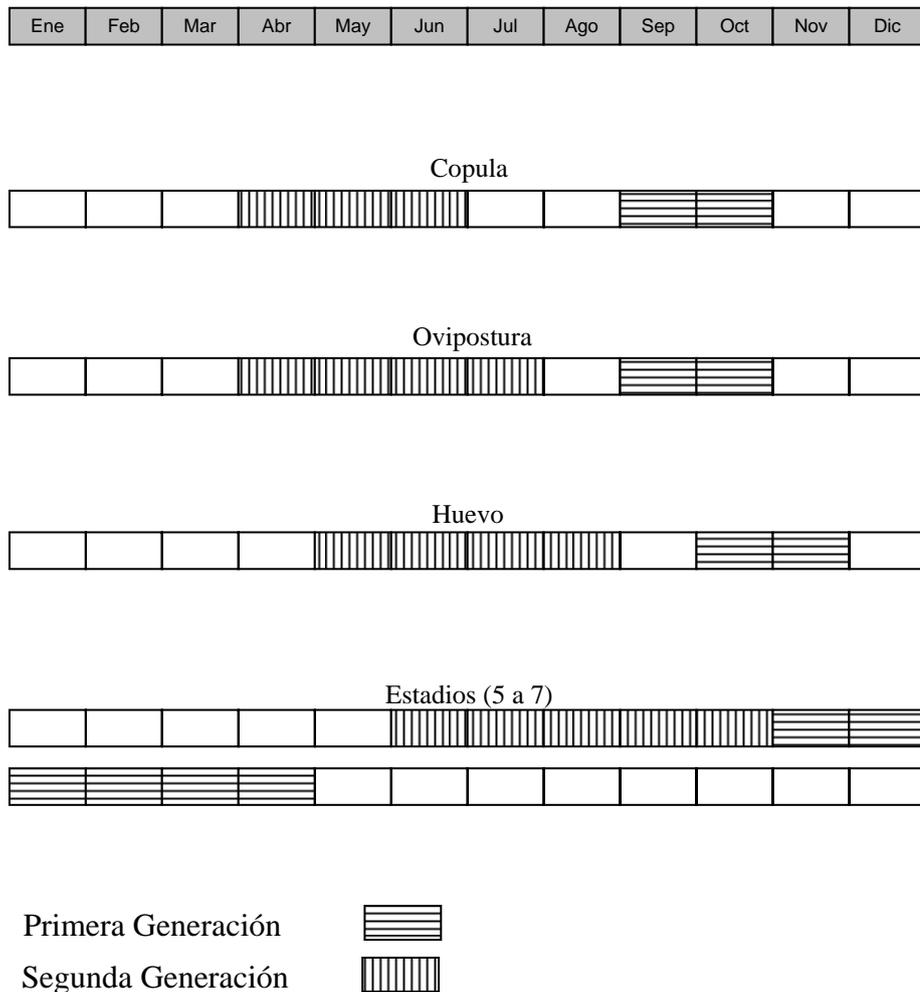
### 1.2.1 Ciclo de vida

Así como otros organismos, la langosta centroamericana forma poblaciones que de diverso tamaño en dependencia tanto de los movimientos migratorios (que determinan su distribución), como de la natalidad y mortalidad (dada en gran parte por factores como temperatura y humedad) (Zunino y Zullini, 2003). En primer término se referiré el ciclo de vida.

Como se puede observar el ciclo de vida de la segunda generación es más largo que el de la primera generación. Según Barrientos (2003) esto se debe a que pasan el periodo frío y de estíaje como adultos sexualmente inmaduros (imago). En la Figura 1.2.1.1 se puede observar el ciclo de vida de la langosta, es importante comentar que el número de estadios de la langosta puede variar

entre 5 y 7 (Barrientos, 2005), de forma que no se puede establecer una regla en esta etapa de su vida. Se ha observado que en algunas especies de langosta esta variación es acentuada por la fase gregaria disminuyendo el número de estadios que pasa antes de volverse adulto.

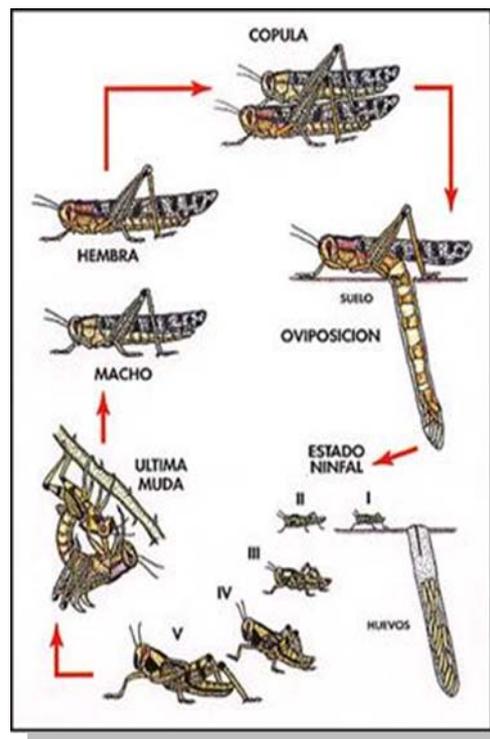
**Figura 1.2.2.1.- Esquema del ciclo de vida de la langosta en *Schistocerca piceifrons piceifrons***



**Fuente: Con base en Barrientos, 2001.**

En la Figura 1.2.1.2 se puede observar cómo se da el ciclo de vida de la langosta, desde el huevo, pasando por sus distintas etapas ninfales y finalmente llegando a la etapa de adulto en la que se lleva a cabo la cópula.

Figura 1.2.1.2.- Ciclo biológico de la langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons*



Fuente: SENASICA, 2008.

## 1.2.2 Teoría de fases

Podemos encontrar a las langostas en fase gregaria tanto en su etapa de ninfa en la cual las poblaciones son conocidas como bandos y en la etapa adulta en las cuales se les conoce como mangas. Barrientos (2005). Para el caso de la langosta centroamericana en su estado de ninfa cuando se encuentra en fase solitaria, podemos reconocerla por su color verde con una mancha o franja bien definida de color oscuro debajo del ojo y otra de color negro en la parte dorsal del tórax y el abdomen, para el caso de la fase gregaria son de color durazno o rosado con matices de color negro similares a los de la fase solitaria con los rudimentos de alas total o parcialmente negros según Barrientos (2003), en la Figura 1.2.2.1, podemos observar la apariencia de las dos fases de la langosta en su estado de ninfa.

**Figura 1.2.2.1.- Fase gregaria izquierda y fase solitaria derecha de langosta centroamericana.**

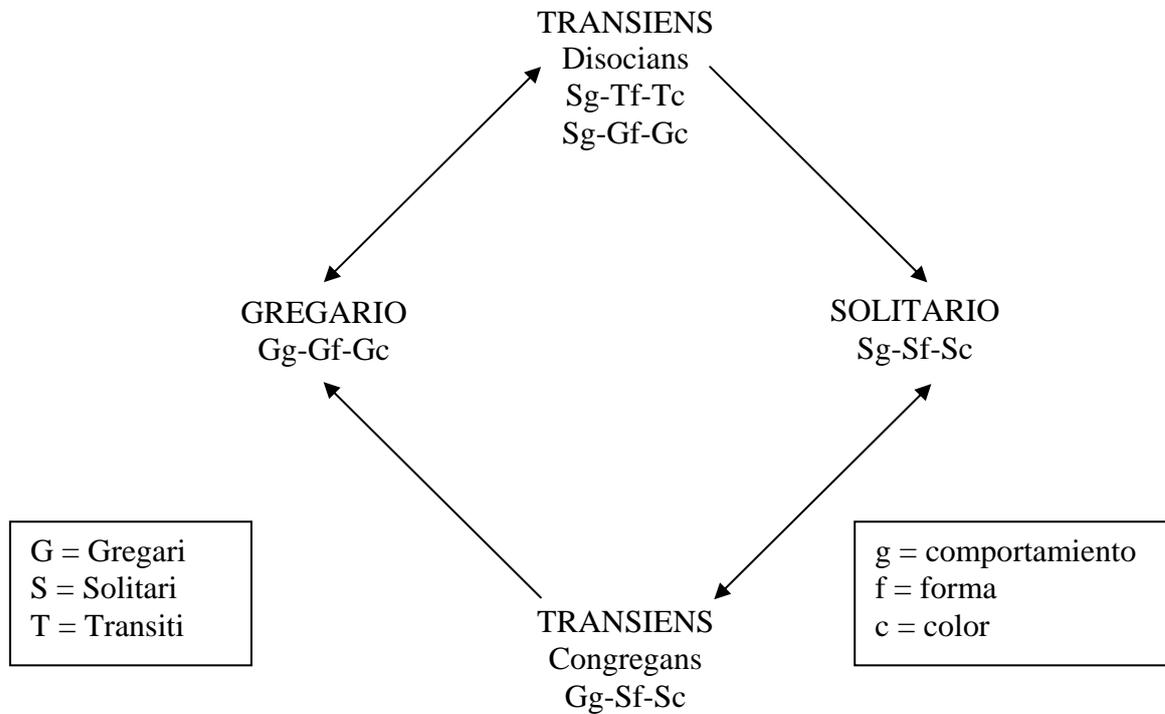


**Fuente: Barrientos, 2003; Garza, 2005; Song, 2006.**

Cuando son adultos es difícil determinar por el color de los individuos si son solitarios o gregarios, ya que el color de ambos es amarillo como lo menciona Barrientos (2001). El comportamiento que se puede observar en la fase gregaria es diferente al de la fase; en esta última, los vuelos que se pueden observar según Trujillo (1975) no son demasiado extensos y su campo de desplazamiento es relativamente reducido, cuando se encuentra en fase gregaria, los vuelos se vuelven mucho más largos, pudiendo recorrer grandes distancias y efectuando el vuelo en grupo, movilizándose como si se tratará de un solo individuo.

En la Figura 1.2.2.2 se definen las fases solitaria y gregaria en las cuales se puede encontrar a una langosta y las fases intermedias transiens entre la Figura 1.2.2.2.

**Figura 1.2.2.2.- Fases de la langosta.**



**Fuente: Modificado de Barrientos, 2001.**

Según Barrientos (2001) los cambios entre gregarios y solitarios requieren de un paso intermedio que son los Transiens, ya sea hacia la asociación o la disociación, por lo tanto requieren de más de una generación para poder pasar de solitario a gregario o viceversa. Nos encontramos entonces con que para pasar de solitario a gregario tiene que pasar por el *Transiens Congregans*, lo que le llevará cuando menos una generación. Las transformaciones pudieran llegar a ser reversibles y no volverse gregario y pasar del estado *Transiens Congregans* nuevamente a solitario. Es importante tomar en cuenta el incremento de sus poblaciones de acuerdo con la fase en la que se encuentra el insecto, ya que esto es lo que puede marcar la diferencia entre ser

solamente un integrante más del ecosistema o ser causa de una gran cantidad de pérdidas de cultivos. El incremento tan grande de sus poblaciones y las emigraciones de estos insectos pueden llegar a causar grandes pérdidas económicas. Aún hasta este momento se desconocen todas las causas que ocasionan que una langosta se vuelva migratoria, se sabe que tiene que ver principalmente con factores climatológicos (Barrientos 2005, Hunter 2004, Retana 2003, Trujillo 1975), sin embargo se desconoce el punto crítico donde se conjuntan estos factores para detonar la fase gregaria y la posterior migración en bandas. Las condiciones bajo las cuales se dan las migraciones, por tanto, serán variables y aún sigue incierta la dirección que toman; inicialmente se creía que seguía la dirección del viento pero se han hecho investigaciones al respecto que demuestran que eso no resulta siempre cierto (Trujillo, 1975). Lo anterior, sin embargo ha servido como base para analizar la velocidad a la que pueden viajar las langostas y hacer una estimación de los lugares que pueden recorrer en determinado tiempo.

El análisis del ciclo de vida de la langosta nos permite vislumbrar su comportamiento a lo largo del año, ya que en dependencia de la su etapa de crecimiento y de la fase en la que se encuentra se podría llegar a predecir su presencia o ausencia en algunas zonas. Hay ciertos factores que influyen para que se altere el comportamiento normal de la langosta; entre ellos, según Retana (2003), se encuentran las condiciones climatológicas, ya que el aumento de temperatura favorece la actividad y el consecuente agrupamiento de los individuos con la consiguiente transición de la fase solitaria a la gregaria lo que ocasiona la formación de mangas. Además de esto se ha observado que la precipitación es un factor también importante, ya que con las lluvias se

asegura la alimentación de las langostas. De esta forma, con las primeras lluvias comienza la maduración sexual de los individuos de la primera generación según Barrientos (2005). Otro de los factores que repercuten en el comportamiento y la posible formación de mangas de las langostas según Barrientos (2005) es el provocado por el hacinamiento, producto de la quema de áreas de cultivos, lo cual hace que se concentren en áreas pequeñas con la posible consecuencia de una gregarización. Otro de los factores que influyen en su comportamiento es el ruido. Según Herrera (1943) cuando la langosta se ha llegado a combatir con cohetes, se propicia la dispersión de las mangas se dispersaran y en consecuencia el aumento del área de infestación.

### **1.2.3 Enemigos naturales**

Según Zurita (1943), la humedad ocasiona que se incremente de manera importante el parasitismo por parte de larvas de moscas pertenecientes a la familia de Tachinidae. Los experimentos que el realizó mostraron que el porcentaje de mortandad llegó al 100% antes de alcanzar la segunda muda para un insectario en el cual estaban expuestos a 90% de humedad, comparativamente con uno que estaba expuesto a una humedad del 60%, en el cual hubo sobrevivencia del 35% de los insectos. Existe también una gran cantidad de aves que se alimentan de la langosta. Entre las aves que se reconocen por alimentarse de la langosta, según Herrera (1943), se encuentra el *Passer domesticus*, *Icterus pustulatus*, *Carduelis notata*, *Cyrtonyx montezumae*, *Dives dives*, *Turdus migratorius*, *Larus atricilla*, *Larus delawarensis*, *Fregata magnificens*, *Accipitridae Accipiter cooperii*. Otros vertebrados que se alimentan de la langosta son *Taxidea taxus*, *Procyon lotor*,

*Myrmecophaga tridactyla* y *Canis latrans*. Se habla también de otro tipo de enemigos naturales más pequeños como los que menciona Hernández (2003) como el entomófago de la especie *Scelionidae* (*Hymenoptera: Proctotrupoidea*); virus entre los cuales se ha estudiado más los *Entomopoxvirus*, bacterias como *Enterobacter*, protozoarios como *Nosema locustae*, nematodos pertenecientes a la familia Mermithidae y hongos como *Metarhizium anisopliae* el más conocido y usado en México.

### **1.3 Historia y ambiente propicios para la reproducción y dispersión de la langosta en México.**

Por otra parte en México, además se cuenta con relatos culturales, míticos y de historia oral respecto a la presencia de la plaga de langosta. Así, algunas leyendas que hablan de la langosta permiten ver la percepción desde distintas culturas. Por ejemplo en la "Leyenda de la Zaak" nombre con el cual era conocida la langosta en la cultura maya, se describe a la langosta como una "*maldición que baja del cielo, ... la enemiga feroz del indio que periódicamente viene a devorarlo todo... a llevar el hambre a los hogares*", y explica el surgimiento de la plaga (Trujillo 1975). Es importante identificar como, desde aquel tiempo, se sufrían las consecuencias de la presencia de la plaga de langosta y observar que se las describe como una nube que cubría el sol, lo cual habla de una gran cantidad de individuos presentes en la zona y de la voracidad de la misma al hacer referencia a las siembras devastadas. En 1880 las autoridades locales creyeron que la langosta era inextinguible, por su número infinito y la superstición de la gente que las hacía pensar que era un animal sagrado por tener una impresión en forma de cáliz en el esternón y que,

por lo tanto no se le debía perseguir, pues mientras más individuos se mataran, más se reproduciría, atribuyéndole así un origen divino (Herrera, 1943; ver Anexo I). Con cualquiera de las visiones antes mencionadas, sería difícil pensar en la planeación de una forma de manejo de la plaga pues, ya fuera por una maldición, por un castigo divino o un animal sagrado la gente de la época, poco podía hacer contra fuerzas que concebía más allá de lo material. Además de la información proveniente de mitos y leyendas, están presentes los archivos históricos que nos dan una referencia más detallada del tiempo y el lugar donde se presenta la plaga de langosta. En la Tabla 1.3.1 se puede observar como se ha ido presentando la langosta a lo largo del tiempo en distintos estados de México, destacando Yucatán, Tabasco y Veracruz por el número de registros a los que se hace referencia. Los registros muestran la información de la plaga desde hace mucho tiempo y con ello se reafirma observar que no es una situación nueva, que es un problema recurrente al cual no se le ha encontrado solución alguna durante todo este tiempo. Es importante considerar que aunque se hace mención de los estados en los que se ha presentado la langosta, esto no implica que todo el estado se haya visto afectado por la plaga si no que, hay zonas específicas donde esta se presenta.

Podemos observar también que en la Tabla 1.3.1 no se encuentran mencionados los estados que están al norte del país, con lo cual podemos corroborar que la zona donde se tiene información histórica de plaga de langosta en más de dos siglos es la que ya se describió como zona de distribución en la Figura 1.2.1.

En el estado de San Luis Potosí, la plaga de langosta se ha presentado según los registros existentes en la zona de la huasteca. En la Tabla 1.3.2 se puede

observar como se ha ido presentando la langosta a lo largo de los años recientes en la Huasteca Potosina, con lo cual se puede notar que ha ido aumentando su presencia con el paso del tiempo. Sólo en un municipio de la Huasteca Potosina no se registró en este periodo información alguna de presencia de plaga de langosta.

**Tabla 1.3.1.- Registros de la presencia de la langosta en México en los siglos XVIII, XIX y mitad del XX.**

Año	Campeche	Chiapas	Guerrero	Michoacán	Oaxaca	Puebla	SLP	Tabasco	Veracruz	Yucatán
1769										•
1770								•		•
1771	•							•	•	
1772									•	
1774							•			
1779								•		
1782										•
1801								•		
1802					•					•
1803					•					
1804		•							•	
1807								•		
1808								•		
1809								•	•	
1812								•		
1875										•
1876									•	
1878							•			
1880		•								
1882		•							•	
1883					•			•	•	•
1884					•					
1885							•			
1888			•							
1895		•								
1906										•
1913					•					
1914					•					
1922									•	
1923	•	•						•	•	•
1924									•	
1925		•			•	•			•	
1926					•					
1927					•					
1932		•								
1947				•						
1948		•		•						
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Galindo, Olvera y Contreras, 2008.

**Tabla 1.3.2.- Registros por municipio de la presencia de la langosta en la Huasteca Potosina en el periodo de 1963 a 2005**

	1963	1964	1965	1966	1984	1990	1991	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
El Naranjo			•		•									•	•	•	•	6
Ciudad Valles	•	•	•			•		•					•	•	•	•	•	10
Tamuín	•	•	•			•	•				•	•	•	•	•	•	•	12
Ebano		•				•	•		•		•	•	•	•	•	•	•	11
Tamasopo		•	•											•		•		4
Aquismón				•				•						•		•		4
San Vicente Tancuayalab		•				•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	11
Tanlajás													•	•	•	•	•	5
Tancanhuitz de Santos														•				1
San Antonio														•	•			2
Tanquián de Escobedo		•					•			•				•	•	•		6
Tampomolón Corona		•					•			•				•	•	•	•	7
Huehuetlán														•				1
Coxcatlán														•	•			2
San Martín Chalchicuautla							•							•	•			3
Axtla de Terrazas														•				1
Tampacán							•							•				2
Xilitla																		0
Matlapa														•				1
Tamazunchale		•																1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>90</b>

Fuente: Galindo, Olvera y Contreras, 2008.

Según Barrientos (2003), las temperaturas medias aptas para la reproducción de la langosta son de 28-32 °C durante todo el año. La vegetación propicia para su hábitat son zacates cultivados e inducidos de 2m de altura aproximada, sobre todo aquellas zonas que han sido deforestadas y carentes de todos sus enemigos naturales. Además de esto, el no tener control de plagas aumenta las posibilidades de la langosta de no ser alcanzada por un insecticida. Para llevar a cabo la ovipostura según Barrientos (2005) la langosta buscará terrenos desprovistos de vegetación y que sean blandos para que la hembra sea capaz de agujerear lo necesario para depositar las ootecas que contiene los huevos.

En México, la langosta centroamericana, encuentra zonas o terrenos con condiciones ideales para su reproducción, lo que se conoce como “zonas gregarígenas” las cuales presentan una temperatura promedio de 27°C, una precipitación pluvial promedio menor de 1,000 mm anuales, terrenos descubiertos o con escasa cobertura vegetal y cercanos a las zonas cultivadas

(Garza, 2005). Las áreas de infestación llegan como máximo hasta el Trópico de Cáncer (23° 27') y a una altitud no superior a los 2000 m (Márquez, 1963). Garza (2005) menciona que se considera la existencia de cinco zonas gregarígenas principales de ésta plaga en nuestro país:

a) Yucatán. Se encuentra dentro de la zona henequenera de los estados de Yucatán y Campeche; es la más importante y de ella han provenido las mangas que han causado mayores daños en los cultivos agrícolas y de importancia pecuaria.

b) Veracruz. Se ubica en los municipios de Medellín, Boca del Río, Alvarado, Tlaxicoyan y Tierra Blanca; esta zona es la segunda en importancia y ha ocasionado invasiones graves en el mismo estado.

c) Chahuities - Tepanatepec. Se encuentra en los límites de Oaxaca y Chiapas, dentro del triángulo geográfico formado por los poblados de Salina Cruz, Chahuities y Tepanatepec; aquí este organismo se ha gregarizado y causado invasiones en el Istmo de Tehuantepec y en otros lugares de Oaxaca.

d) San Luis Potosí-Tamaulipas. Se encuentra en los límites de los Estados de San Luis Potosí y Tamaulipas, en los valles de la Sierra Nahola; considerada la más pequeña de las mencionadas en los incisos anteriores; actualmente ha dado lugar a las invasiones que se presentan en las Huastecas Potosina, Tamaulipeca y Veracruzana.

e) Tabasco. Se encuentra en los municipios de Balancán, Emiliano Zapata y Tenosique, en los márgenes del río Usumacinta en la frontera con

Guatemala, mucho tiempo estuvo inactiva hasta que las condiciones ambientales resultaron propicias para su desarrollo

Anteriormente (Mujica, 1975), sólo se consideraban cuatro zonas gregarígenas en nuestro país, siendo estas las primeras cuatro, sin embargo Garza (2005) añade a Tabasco como una quinta zona gregarígena.

Dado que no es únicamente un estado el afectado por la langosta centroamericana y a partir de un enfoque ecológico y sincrónico, se puede hacer una comparación entre los estados antes mencionados acerca de la presencia de este organismo y los parámetros tanto bióticos como abióticos para estos lugares; para lo anterior es de utilidad el concepto de ecobiografía: rama de la biogeografía que “estudia las distribuciones geográficas de los seres vivos en función de los parámetros ecológicos que permiten su existencia” (Zunino y Zullini, 2003).

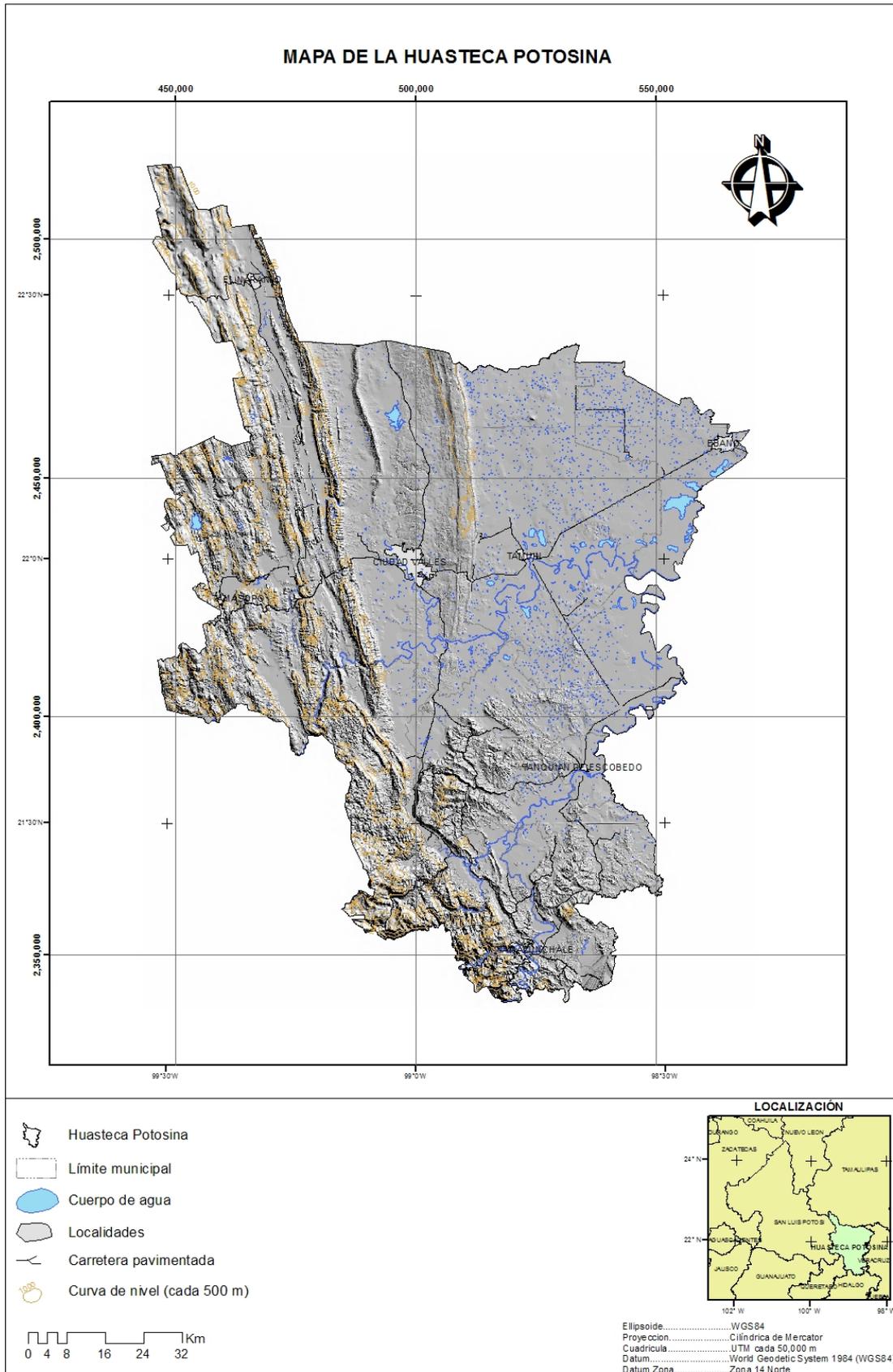
Según Retana (2000) el vuelo migracional de la langosta se da en rangos de temperatura que van de los 23 a los 27°C. La temperatura también resulta relevante ya que el aumento de temperatura aumenta su actividad.

Una parte también importante son las precipitaciones ya que se requiere de cierto nivel de humedad para que se asegure la eclosión de los huevos (Retana, 2000). Por otro lado algunos reportes de plaga de langosta coinciden con los periodos de estacionalidad de lluvias o bien periodos secos (Cornford, 1996).

## 1.4 La Huasteca Potosina y la presencia de la langosta

La región conocida como Huasteca Potosina, se halla en la parte oriental del estado de San Luis Potosí; tiene como límites la sierra Madre Oriental por el occidente y los estados de Tamaulipas al norte, Veracruz al este, Hidalgo y Querétaro por el sur. El contorno es irregular, las coordenadas extremas son: 22°45' de latitud norte en el municipio de El Naranjo; el extremo meridional se encuentra a los 21°07' de latitud norte en el sur de Tamazunchale; Tamasopo representa el límite occidental en los 99°30' de longitud oeste y Ébano por el oriente está limitado por el meridiano 98° 20' de longitud oeste (Figura 1.4.1). La Huasteca Potosina comprende los municipios de Aquismón, Axtla de Terrazas, Ciudad Valles, Coxcatlán, Ébano, El Naranjo, Huehuetlán, Matlapa, San Antonio, San Martín Chalchicuautla, San Vicente Tancuayalab, Tamasopo, Tamazunchale, Tampacán, Tampamolón Corona, Tamuín, Tancanhuitz de Santos, Tanlajás, Tanquián de Escobedo y Xilitla. Existe una zona de transición por el oeste, en las estribaciones de la sierra Madre Oriental limitando con los municipios de Ciudad del Maíz, Alaquines, Cárdenas, Rayón y Santa Catarina. Su extensión es de 11,409.46 km<sup>2</sup> que corresponde al 18.31% de la superficie total del estado (Figura 1.4.1). Por otra parte, la Huasteca está comprendida en dos provincias fisiográficas: Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte; la primera se subdivide en las subprovincias Gran Sierra Plegada y la subprovincia Carso Huasteco, a la Llanura Costera corresponde la subprovincia de llanuras y lomeríos. Las altitudes van desde los 1600 metros en el municipio de El Naranjo, hasta 10 metros en el municipio de San Vicente Tancuayalab. (Alderete, J. R. y V. Rivera, 1959)

Figura 1.4.1.- Mapa de la Huasteca Potosina



Fuente: Con base en información cartográfica digital INEGI

En relación con la presencia de la plaga de langosta y como parte del trabajo multidisciplinario del grupo SAGARPA-CONACYT-UASLP-UNAM (Proyecto SAGARPA-2004-CO1-186/A-1) y de acuerdo con la base de datos de dicho proyecto, se tienen registros hemerográficos de los años 1960-2004. Dentro de esta base de datos, se recopilaron todas las noticias de los periódicos: El Sol de San Luis El Herald, Momento, Pulso, El Mañana de Valles, todos ellos del Estado de San Luis Potosí. A partir de dicha información y de acuerdo con el número de noticias acopiadas y registradas, se pudo llegar a la conclusión preliminar de que la presencia de la langosta como plaga se reporta en un periodo que comprende los meses de mayo a septiembre, meses que coinciden con la conclusión del periodo de estiaje en el año y el inicio del periodo de lluvias de carácter ciclónico; eventualmente la presencia de la plaga se extiende al mes de octubre (año de 1984), pero de acuerdo con estos mismos registros, la actividad de la plaga provoca mayores pérdidas agropecuarias entre los meses de julio a agosto. Al relacionar espacialmente los lugares que registran la presencia de la plaga de langosta en la Huasteca Potosina, el listado de sitios que la mencionan es amplia y variada, como ejemplo podemos citar: Villa Guerrero, Tamuín y Casas Blancas en el municipio de Tamuín, Álvaro Obregón, Ciudad Valles, El Cuiche y Santa Elena en el municipio de Ciudad Valles, Ébano y el Tulillo en el municipio de Ébano, San Vicente Tancuayalab, Tamasopo, Tampamolón Corona, Tanquián de Escobedo y Tamazunchale en municipios del mismo nombre. Ejidos Temalacaco en el municipio de Tampacán y Alfredo V. Bonfil y Aurelio Manrique en el municipio de Ébano. Pero destaca por el número de noticias registradas las que se refieren a la región comprendida entre los municipios de Valles, Tamuín, Ébano

y San Vicente Tancuayalab, lo que confirma la hipótesis de que en la zona con menor precipitación pluvial es más frecuente la presencia de langosta. La conclusión anterior, se ve reforzada con noticias como: En los periódicos de los meses de abril, mayo y junio de 1991 se habla de brotes generalizados por la escasas lluvias y el calor provocado por las altas temperaturas.

Por otra parte, también se pueden correlacionar diferentes reportes hemerográficos como: “Las lluvias no se han presentado lo que ha provocado que estas plagas se presenten en por lo menos 40 mil has. La comunidad de Ponciano Arriaga dio a conocer esto a las autoridades, para que se tomen las medidas necesarias... Los lugares que se vieron afectados son: San Vicente, Ébano, Tamuín, Ciudad Valles, Ponciano Arriaga, Santa Elena y Nuevo Ahuacatitla” (base de datos hemerográfica Galindo, Olvera y Contreras ,2008). Un año, después se reporta: “Tan sólo en ese municipio se estima que están infestadas 9 400 hectáreas. La SEDRAH estima que 19 mil hectáreas están infestadas con langosta, reporte confirmado por Sanidad Vegetal quien menciona que hay 19 mil hectáreas infestadas de chapulín y langosta en Tamuín. Ganaderos denuncian situación agravada por invasiones prediales, plagas y sequías; se declaran descapitalizados”. (Pulso, 2002). Finalmente se puede observar que la presencia de la plaga de langosta si guarda una relación con los periodos de inicio y terminación del fenómeno de la sequía.

## **Capítulo 2. La langosta centroamericana como problema fitosanitario: hacia la evaluación del riesgo**

Las plagas de langosta, como se pudo apreciar en el capítulo uno, han existido a lo largo de la historia de la humanidad, ocasionando desastres agrícolas, mismos que se reflejan en crisis de subsistencia.

La necesidad de poder manejar este insecto en una etapa temprana en la cual sea factible hacer tareas de prevención, se hace evidente al analizar la información histórica.

Para disminuir las pérdidas que se suscitan como resultado de la presencia de la plaga de langosta, es necesario contar con toda la información necesaria para enfocar las actividades de las campañas en los sitios clave.

### **2.1 La plaga de langosta como desastre fitosanitario**

A pesar de ser considerada la langosta como una calamidad histórica, hasta una época relativamente reciente no fue vista como tal; esto es evidente por Herrera en 1943, quien señalaba lo siguiente:

“En nuestro país la campaña contra la langosta nunca se ha llevado a efecto de un modo metódico y ordenado antes de 1925”, (Herrera, 1943).

Por otra parte, el control de las plagas y enfermedades era llevado a cabo por las autoridades locales de una forma aislada ya fuera por el presidente municipal o encargados de haciendas y/o particulares, (Herrera, 1943).

Para ese entonces ya había una clasificación de las fases del combate: las denominaciones de los estadios que llamaban “huevo”, “mosquito” y “ninfales o saltón”, resultado del conocimiento y la experiencia que habían dejado los años de labor en campo, y evidenciaban que aquella era una plaga que se presentaba de manera frecuente. Las ayudas formales por parte de los gobernadores o de las autoridades federales, se hacían hasta que la plaga causaba daños irreversibles y en las fases fenológicas menos adecuadas (adultos voladores). Aunque es importante mencionar que para el control y ataque a la plaga de langosta se utilizaban métodos culturales (buitrones y recogedores, fosas, lanzallamas y recolección manual por pago de servicios), muy poco se empleaban los insecticidas en forma de polvos. No es sino hasta la segunda mitad del siglo XX, que se utilizan ya de manera indiscriminada el uso de pesticidas aplicados en forma manual o asperjada con apoyo de avionetas (Herrera, 1943; Zurita, 1943; Márquez, 1963; DGSV 1963). La mayor parte de los estudios sobre este insecto-plaga refieren a los años de invasión, los lugares afectados y los métodos de control y sólo algunos estudios aislados manejan relaciones ecológicas o con el ambiente que se limitan a las características de temperatura, precipitación y tipos de cultivo para su alimentación. No hay referencias acerca de la expansión de las áreas agrícolas, procesos de deforestación o iniciativas de desarrollo agrícola dictadas por Estado. Con el incremento de la superficie agrícola, se hace más difícil el manejo de plagas y se incrementan las pérdidas cuando estas se presentan. Es de gran importancia, para las autoridades y para los agricultores en general, el conocer las áreas de presencia de la langosta, pues esta información es básica para la prevención de poblaciones plaga de langosta y

para el consecuente manejo de riesgos. El riesgo ocasionado por condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la plaga de langosta está en función de la magnitud del peligro, del grado de exposición a éste y de la vulnerabilidad de la sociedad ante el daño causado por el mismo. El manejo del riesgo de desastres consiste, según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD, 2009), en el "conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales". Según el mismo EIRD, "esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales y no-estructurales para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los efectos adversos de los desastres".

Es importante señalar que los esfuerzos según el mismo EIRD se deben realizar con un enfoque de prevención o en casos en los que ya sea imposible la mitigación, prevenir su recurrencia y para ello es importante tener la información suficiente realizar las tareas necesarias para evitar o disminuir al máximo los efectos, en este caso de la plaga de langosta.

El realizar las tareas adecuadas para mejorar la disponibilidad y calidad de la información, brinda un mejor soporte en la toma de decisiones y permite hacer una adecuada planificación del trabajo a realizar en cada caso que se presente.

## **2.2 Definición de los conceptos: desastre, amenaza, vulnerabilidad y riesgo**

El desastre puede describirse como la “interrupción seria del funcionamiento de una comunidad o sociedad que causa pérdidas humanas y/o importantes pérdidas materiales, económicas o ambientales; que exceden la capacidad de la comunidad o sociedad afectada para hacer frente a la situación utilizando sus propios recursos” (EIRD, 2009). Esta definición nos deja ver la complejidad del estudio de los desastres debido al análisis de los diferentes procesos sociales de una comunidad y la manera que estas actividades se conectan e interactúan.

El desastre surge por infinidad de razones, por ejemplo, en el caso que nos atañe: la invasión de una plaga en un cultivo se reduce con la aplicación de pesticidas, esta acción, en algunos de los casos, deriva en problemas de contaminación por elementos tóxicos, que afectan al suelo, a la misma planta y a la salud humana. Así el desastre que en principio se pretende controlar o disminuir mediante la utilización de pesticidas, podría derivar en otro desastre que implicase la salud de la población.

La aplicación de planes en casos de desastre, tiene, por lo tanto, que considerar los daños colaterales que puedan surgir como consecuencia de las tareas realizadas. Las soluciones que se plantean deben estar consideradas, entonces, en lo que es conocido como manejo de riesgos, que según Cardona son las “actividades integradas para evitar o mitigar los efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente, mediante la planeación de

la prevención y la preparación para la atención de la población potencialmente afectada” (Cardona, 1993).

Es importante hacer notar que se habla, en primer término, de evitar efectos adversos y, como segunda alternativa, el mitigar dichos efectos en caso de ocurrencia del desastre, esto se logra con la prevención nuevamente como primera alternativa y en segundo lugar la preparación para la atención de la población.

Con esto nos damos cuenta que los planes deben encaminarse a la prevención, sin menoscabo de estar preparados por si, no obstante los trabajos realizados, se llega a presentar una situación adversa.

Cuando se habla de prevención según Romero y Maskrey (1993) nos referimos a las “actividades tendentes a evitar el impacto adverso de amenazas, y medios empleados para minimizar los desastres ambientales, tecnológicos y biológicos relacionados con dichas amenazas”.

Como se había planteado previamente, en el caso del manejo de riesgo, se trabaja sobre los efectos adversos en las personas y hacia allá van orientados sus planes.

Para poder llevar a cabo un manejo de riesgos, es importante saber a qué se le llama riesgo. Según Cardona (1993) es “la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El

riesgo puede ser de origen natural, geológico, hidrológico o atmosférico o, también, de origen tecnológico o provocado por el hombre”.

Dentro de la definición se habla de exceder un valor específico de consecuencias económicas. Para el caso de la langosta, podemos relacionarla con un incremento en su tamaño poblacional en tal medida que las pérdidas económicas se vuelven significativas; así cuando se está en presencia de una plaga y se genera el consecuente aumento en las pérdidas, el riesgo aumenta concomitantemente.

Las partes más importantes que se mencionan en esta definición son la amenaza y la vulnerabilidad como elementos que se relacionan y que dan como resultado el riesgo.

La amenaza se puede definir según Cardona (1996) como “el peligro latente de que un fenómeno físico de origen natural o antrópico *sic.* se manifieste en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado”.

El peligro latente de un fenómeno biológico, en el caso de la langosta, se da en zonas en donde las condiciones presentes permiten el crecimiento exponencial de sus poblaciones, lo que potencialmente la convierte en plaga.

El origen del peligro a la presencia de la plaga de langosta tiene que ver con un manejo inadecuado de las tierras agrícolas, esto propicia que el peligro sea mayor.

La vulnerabilidad que es el otro factor considerado en el riesgo se puede definir según Hewitt (1996) como las “condiciones de y el estado de una comunidad,

las cuales aumentarán o disminuirán la probabilidad y severidad de los daños en una situación de stress dada”.

La vulnerabilidad presente en la zona de estudio dependerá, según esta definición, de las condiciones de la comunidad y con ello se debe definir cuál es sector de la población que se vería más afectado en caso de presencia de langosta. Esta en nuestra opinión, sería aquella cuyas actividades se encuentran relacionadas directamente con el sector primario, la cual se ve afectada en la disminución de la producción, pérdida de la calidad del producto o pérdida total.

El análisis de cada uno de los conceptos enunciados nos debe ayudar a tener un mejor entendimiento de lo que es el desastre y los factores que están involucrados. Ahora bien, el entendimiento del desastre no sirve de nada si no existen las herramientas técnicas para prevenir o disminuir sus efectos. Estas herramientas deben estar planteadas para ayudar a hacer una mejor planeación que permita evitar o minimizar los efectos de la presencia de la plaga de langosta.

### **2.3 Importancia de los modelos predictivos como alternativa para reducir el desastre fitosanitario**

Antes de definir lo que es un modelo, es importante mencionar que una realidad física o cultural puede ser objeto de diferentes perspectivas ya que según Capel (1981) se trata de métodos; es decir de formas de aproximación, motivo por el cual todos los modelos incurren en un margen de error y que hasta el momento, particularmente sobre los ciclos biológicos de los insectos, no existe un modelo que reproduzca al cien por ciento su comportamiento.

## **Modelo de predicción**

Un modelo de predicción requiere del conocimiento detallado del fenómeno que se desea modelar ya que, en la medida en la que se conozca el comportamiento de cada una de las variables que están interviniendo, se podrá hacer una mejor aproximación a la realidad. En el caso de la presencia de la plaga de langosta en la Huasteca Potosina, se requiere hacer un análisis minucioso de la información obtenida por la campaña de langosta, del conocimiento a detalle de la biología del insecto, así como parte de la información del medio físico, social y económico.

Con base en el análisis de esta información se podrá hacer la caracterización de los sitios donde se está presentando la plaga para posteriormente definir los sitios que podrían llegar a presentar este problema. Los sitios en los que ya ha sido registrada la plaga de langosta, deben tener un seguimiento de las variables que sirven de indicadores de su presencia. El resultado buscado al hacer el análisis de la información, es la confirmación de un modelo que permita predecir la presencia de la plaga de langosta en la Huasteca Potosina, el cual ayudaría en la reducción de las pérdidas ocasionadas por esta plaga, así como en la realización de los trabajos preventivos que proporcionen los mejores resultados.

## **La langosta como plaga**

La langosta es considerada plaga desde el momento en que ocasiona un daño al hombre; por ello la definición según Domínguez *et al.* (2001) en la que establece que los insectos plaga son aquellos organismos que dañan

económicamente al hombre y que además son fuente de molestia, por lo que debe aplicarse algún tipo de medida. Según Davidson y Lyon (1992), aunque menos del 1% de los insectos se considera dañino, este pequeño porcentaje causa pérdidas en promedio del 5% al 15% de la producción agrícola anual en el país. La langosta, como ya se ha podido observar es un insecto que no siempre causa problemas, pero que, cuando llega a formar mangas, resulta muy difícil de combatir. La percepción difiere de acuerdo con los actores que se ven involucrados en el problema ya que, por un lado, se puede observar la postura del gobierno en el sentido de que en apariencia hay un completo interés y cooperación para combatir la plaga; sin embargo ese supuesto interés no se ve respaldado por leyes que estipulen las formas como se debe llevar a cabo. La percepción de la gente se expresa como el deseo de que no llegue la plaga, aunque saben de la posibilidad de que se presente y, cuando se llega a presentar, la respuesta varía en razón de la economía del afectado. Así, habrá algunos que están en condiciones de gastar dinero para combatirlas de alguna forma y habrá algunos otros que simplemente dejan su cultivo a merced de la langosta por no tener los recursos o el interés necesario para hacer algo al respecto. En general, se sigue teniendo una visión de combate de langosta, una guerra encarnizada contra estos insectos a los cuales su evolución ha dotado de numerosos atributos que a la fecha les han permitido sobrevivir y aumentar sus áreas de distribución, por lo que no resulta sencillo “acabar” con ellas. En contraparte, existen nuevas ideas que plantean un control de los insectos-plaga, es decir mantener sus poblaciones en niveles cuyos daños no sean económicamente gravosos. Existe también lo que se conoce como el manejo integral de plagas que, a diferencia de los anteriores, trata de buscar

las medidas preventivas para que no se incrementen las poblaciones del insecto hasta un número que se considere plaga, sin embargo en muchos casos no se llega a la aplicación cabal de este modelo.

### **La legislación sobre la plaga de la langosta**

A nivel mundial la primera reunión internacional sobre langosta según Trujillo (1975) se efectuó en Roma en 1920, en esta reunión se hablaba específicamente de la langosta del desierto. Según Márquez (1963), como parte de los convenios internacionales que ha celebrado México con otros países para tratar de resolver los problemas originados por la langosta, hubo, en 1934, un primer intento en el que cruzaron algunas notas los Ministerios de Relaciones de Guatemala y México, para estructurar, una campaña conjunta entre México y Guatemala. Dicho documento, firmado por el titular del Ministerio de Relaciones Exteriores del Ilustrado Gobierno de Guatemala, y el Embajador Extraordinario y Plenipotenciario de México acreditado en Guatemala, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de febrero de 1935, y aun cuando no pasó de constituir una buena intención, fue el antecedente de lo que posteriormente cristalizaría en la creación de un organismo internacional con metas definidas; posteriormente, y como resultado de la conferencia internacional realizada en Montevideo, República de Uruguay, del 15 al 19 de septiembre de 1946, se creó el Comité Internacional Permanente Anticridiano, (CIPA). En junio de 1947, los países de Centroamérica y México con problemas de infestaciones, formaron el Comité Técnico Internacional de Lucha contra la Langosta en Centroamérica y México, con sede en la capital de la República de El Salvador.

El 22 de junio de 1949, y como consecuencia de la II Conferencia de Ministros de Agricultura de Centroamérica y México, celebrada en Tapachula, Chiapas, se creó el Comité Internacional de Coordinación para el Combate de la Langosta en Centroamérica y México. Según Trujillo (1975). El 14 de julio de 1951, durante la IV Conferencia de Ministros de Agricultura en Centroamérica y México, celebrada en San Salvador, República de El Salvador, se firmó el “I Convenio de San Salvador” por el cual se creó el “Comité Internacional de Coordinación para el Combate de la Langosta” (CICLA) en Centro América y México. Según Márquez (1963) Este convenio estuvo en vigencia durante dos años y fue suscrito por Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y El Salvador, el 13 de julio de 1953. Posteriormente, y con base en los resultados positivos logrados con la acción conjunta del CICLA, en la V Conferencia de Ministros de Agricultura de Centroamérica, México y Panamá, celebrada en San Salvador, República de El Salvador, se firmó el Segundo Convenio de San Salvador el 29 de octubre de 1953, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de septiembre de 1955.

Según lo establecido por OIRSA (2007), en este convenio se plasmaron con certera visión los fines y la política de la naciente organización, regida por el Honorable Comité Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (H.CIRSA) integrado por los titulares de las carteras de Agricultura, Ganadería, Pesca, Desarrollo Rural y Desarrollo Agropecuario de México, Belice, Centroamérica y Panamá. Este Segundo Convenio de San Salvador fue modificado y sustituido en Guatemala en 1987, por la Carta Constitutiva del OIRSA vigente actualmente. A lo largo de los años de labor, se han enfrentado grandes retos

de diferente índole pero nada impidió que el organismo cumpliera con su misión de ayudar a impulsar el desarrollo agropecuario de la región.

Las campañas que han sido formadas en México datan de la época de la Colonia, periodo durante el cual ya se tenían problemas serios de plaga de langosta. En la época de la Colonia donde las ordenanzas de Castilla fungieron como leyes, Don Felipe II en 1593 establecía como ley la extinción de la langosta a costa de los propios pueblos y se establecían las reglas y los modos de repartir los gastos para trabajos de extinción de la langosta (Márquez, 1963). Don Carlos IV en 1804 establecía el descubrirse los sitios de ovipostura (Márquez, 1963). Algunas de las leyes por el grado de afectación que se tenía en la zona se tuvieron que modificar acorde con las condiciones del lugar; tal fue el caso de Miahuatlán Oaxaca donde, en 1854, don Basilio Rojas, expidió el Reglamento para la Destrucción de la Langosta; o el caso de Yucatán donde, en el año de 1883, el señor Octavio Rosado, Gobernador Constitucional del Estado de Yucatán, expidió en el decreto 102, la "Ley y Reglamento para la extinción de la plaga de la langosta en el Estado de Yucatán". En 1883, en Chilpancingo de los Bravo, el general de división Diego Álvarez, Gobernador Constitucional del Estado de Guerrero, expidió el decreto N° 25 en relación con la langosta. Específicamente para el estado de San Luis Potosí, en 1885, el señor Carlos Díaz Gutiérrez, Gobernador Constitucional del Estado libre y soberano de San Luis Potosí, expidió el "Reglamento para la organización de los trabajos de destrucción de la langosta" (Márquez, 1963). Para el orden nacional se estableció la "Ley de sanidad fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos" que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de septiembre de 1940 (Márquez, 1963). Las últimas leyes que se tienen al

respecto son del 4 de diciembre de 1995, día en que se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-049-FITO-1995, denominada "por la que se establece la campaña contra la langosta"(NOM 049). Esta ley estuvo vigente hasta diciembre del 2003, ya que según lo publicado el 7 de abril de 2003, hubo una modificación a la NOM-049-FITO-1995 en la que se estipulaba a diciembre de 2003 como fecha de terminación. (DOF, 2003).

Con la publicación de esta norma se dio inicio el trámite al que se refieren los artículos 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que con fecha 6 de abril de 1998, se publicaron las respuestas quedando publicada la ley el día 17 de julio de 1998; básicamente la justificación de esta ley se puede observar en el siguiente texto (DOF, 1998):

“Que es función de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural establecer campañas en materia de sanidad vegetal, así como controlar los aspectos fitosanitarios de la producción, industrialización, comercialización, movilización de vegetales, sus productos, subproductos, vehículos de transporte, materiales, maquinaria y equipos agrícolas, cuando impliquen un riesgo fitosanitario. Que la necesidad de implementar una campaña contra la langosta *Schistocerca piceifrons* W. deriva del hecho que es una de las plagas agrícolas más importantes en el sureste del territorio nacional y se considera como potencial para los otros estados de la vertiente del Golfo de México y del Pacífico, debido a que llega a atacar hasta 400 especies vegetales, siendo en nuestro país los cultivos más afectados (...): maíz, frijol, sorgo, arroz, soya, cacahuate, caña de azúcar, chile, tomate, cítricos, plátano, coco y pastizales, entre otros; además de que por tener un alto potencial reproductivo, llegan a

formar mangas que consumen en 24 horas 5 veces su peso, toda vez que una manga de 3'000,000 langostas llega a consumir hasta 30 toneladas de vegetación; por otra parte, esta plaga tiene una gran capacidad de dispersión, logrando desplazarse hasta 20 km/hora, abarcando grandes extensiones.

Anualmente, se realizan actividades de prospección en una superficie promedio de 400,000 ha. De cultivos básicos, frutales, industriales y pastizales, así como el combate de la plaga en aproximadamente 30,000 has. anuales, principalmente en maíz y pastizales. Que las características anteriormente señaladas son adquiridas cuando la langosta pasa de la fase solitaria a la fase gregaria, dependiendo de las condiciones del medio donde habitan. La característica consistente de la langosta en formar mangas en ciertos lugares y tiempo, ha determinado que la forma de luchar contra ella sea principalmente de carácter preventivo, el cual consiste en abatir las poblaciones con oportunidad, impidiendo que formen mangas y por consiguiente lleguen a causar daños económicos.

Que con el objeto de mantener una baja densidad de población de la plaga, para evitar la formación del estado volador (mangas) y su invasión a los cultivos agrícolas y agostaderos, durante 1996, mediante el uso del manejo integrado, el Gobierno Federal, los gobiernos estatales y los productores, por medio de los organismos auxiliares de Sanidad Vegetal, conjuntaron esfuerzos para realizar estas actividades de manejo integrado de la plaga.”

Tomando en cuenta lo anterior podemos observar que la plaga de langosta realmente es considerado un problema importante. En 2007 se efectuaron modificaciones a esta ley para establecer los sitios donde se aplicarían las

medidas fitosanitarias contempladas; para el caso de San Luis Potosí, sólo se contemplaron los municipios de Ciudad Valles y Tamuín con fecha estimada de inicio y término de enero a diciembre de 2003 (DOF, 2003).

Finalmente se da la cancelación de esta ley como se puede observar a continuación (DOF, 2006).

## **2.4 El caso de la Huasteca Potosina**

La Dirección de Sanidad Vegetal del Estado de San Luis Potosí comenzó en 1999 con una exploración apoyada en un sistema de posicionamiento global (GPS) lo que le permitió mejorar sustancialmente la calidad de la información obtenida en campo y que puede ser utilizada posteriormente para integrarse a un sistema de información geográfica con la intención de encontrar relaciones con respecto a la información cartográfica digital con la que se cuenta. Así, la exploración se constituye en la base fundamental para la elaboración de planes de seguimiento de poblaciones de langosta, así como de la posible elaboración de herramientas que funjan como un factor importante de peso para la toma de decisiones en las campañas. Es por esto que la forma como se llevan a cabo las exploraciones y la forma de capturar la información proveniente de las mismas es importantísima, ya que su estandarización facilita el manejo de bases de datos comprensibles para el usuario y efficientiza su procesamiento. Una de las primeras tareas que se debe realizar es precisar la información que se desea obtener de la exploración, o la forma como se ha de registrar dicha información y la metodología que se debe seguir para plasmar esos datos dentro del informe, de manera tal que se maneje un lenguaje común entre todos los que están involucrados en esta tarea.

Las formas como se ha percibido la plaga han dado pauta a distintas formas de manejo a lo largo del tiempo. La percepción divina que tuvieron algunas culturas desde los distintos mitos y leyenda, implicaba realizar sacrificios para librarse de la plaga, o simplemente aceptar la situación por no existir remedio alguno (Márquez 1963). Igualmente se le ha visto como un agresor, y como tal había que hacerle la guerra, (se llamó a esto combate de plagas) echando mano de todos los medios al alcance (Herrera, 1943). Otra forma, como se ha visto, es como un agente externo de disturbio que llega a interferir en un sistema de producción en donde se tienen que aplicar medidas de control de la plaga, para controlar la salida del sistema. En un sistema de manejo integrado de plagas, se conjuntan todos los elementos que ayudan a diezmar las poblaciones, incluyendo, tanto el control químico, como el control biológico o mecánico que pueda utilizarse. Un manejo holístico, permite hacer una conjunción del conocimiento que se tiene de la biología de la plaga, analizar las zonas en donde se ha presentado, identificar los factores que favorecen su presencia, reconocer las condiciones que la afectan e integrar toda esta información para determinar el manejo más adecuado. Las formas como se lleva a cabo el manejo de la plaga son el mecánico, el químico, el biológico y algunos otros que podríamos calificar de alternativos.

El control mecánico fue uno de los primeros en emplearse, y consiste en una primera fase en la que por medio de tractores se ara el terreno para exponer los huevos de la plaga y propiciar que las condiciones climáticas y los enemigos naturales den cuenta de ellos (Trujillo, 1975). En el estadio ninfal se utiliza nuevamente el tractor para eliminarlos por medio del rastrillaje aprovechando su escasa movilidad. En el control químico, se ha utilizado una

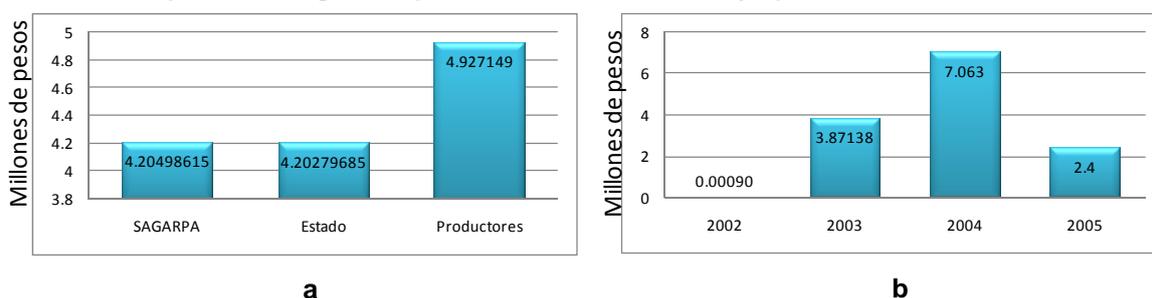
amplia gama de productos, desde gasolina (Trujillo, 1975) hasta insecticidas (Hernández, 2003). La forma de aplicar los productos químicos varía también desde una aplicación manual en zonas reducidas hasta la aplicación en grandes extensiones mediante avionetas. El control biológico, se utiliza como una alternativa al control químico. En él actualmente se está utilizando el hongo *Metarhizium anisopliae* (Hernández, 2003) que se hospeda en la langosta y provoca su muerte. La propiciación de enemigos naturales también ha sido otra forma de manejar la plaga de langosta, ya sea dejando partes cercanas a los cultivos con vegetación primaria o secundaria que constituya un hábitat adecuado para los enemigos naturales de la langosta.

## **2.5 Sistema de vigilancia fitosanitaria de la plaga de langosta**

En un sistema de alerta fitosanitaria a la plaga de langosta, las condiciones que la favorecen, se analizarían automáticamente y darían como resultado un sistema que permitiese identificar con mayor facilidad las zonas en las cuales se debería tener una vigilancia más cercana. Para poder obtener mejores aproximaciones a la realidad, sería necesaria la actualización continua de los datos y el ajuste de la información de acuerdo con las experiencias obtenidas con el uso del mismo. La forma como se desarrolla la plaga de langosta no es la misma en todos los sitios, por ello, el sistema se debería adecuar a las características que presenta la plaga en cada lugar. La necesidad de un sistema de alerta fitosanitaria se evidencia al analizar la información en torno a la plaga de langosta. Por ejemplo los costos generados en el periodo 2002 al 2005 en la campaña de combate de langosta (Figura 2.5.1) ascienden a 13 millones de pesos; de estos, los productores hicieron la mayor aportación con

casi 5 millones de pesos (Figura 2.5.1.a). En la Figura 2.5.1.b se observa que la mayor inversión fue efectuada en el 2004; esta superó los 7 millones de pesos, en un año que se caracterizó por un grave problema de plaga de langosta, lo cual se vio reflejado en la inversión más alta del periodo analizado.

**Figura 2.5.1.- Inversión de SAGARPA, Estado y productores en el periodo del 2002 al 2005 en campaña de langosta a) Por fuente de inversión y b) Por año.**



**Fuente: SENASICA, 2005.**

Como pudimos observar en la Figura 2.5.1 el gasto que se hace para la campaña de langosta es de origen tripartita: el Gobierno Federal por medio de la SAGARPA, el Gobierno Estatal por medio de la SEDARH y los productores. La forma como cada uno de ellos efectuó los gastos en el periodo del 2002 al 2005 es de diferente forma como lo podremos analizar. La SAGARPA en tres de los cuatro años hizo su mayor inversión en exploración y muestreo, la excepción ocurrió en 2004, cuando la mayor parte se gastó en control químico. (Figura 2.5.2). Cuestiones tales como divulgación, capacitación y control biológico destacan por sus porcentajes bajos. Se deben reconsiderar la importancia de estas tareas dentro de las campañas de langosta. La divulgación podría, en principio, dar a conocer a los productores la información necesaria para reconocer la especie de langosta en la fase en que ocasiona mayor daño, pues son frecuentes las confusiones respecto de la identidad de

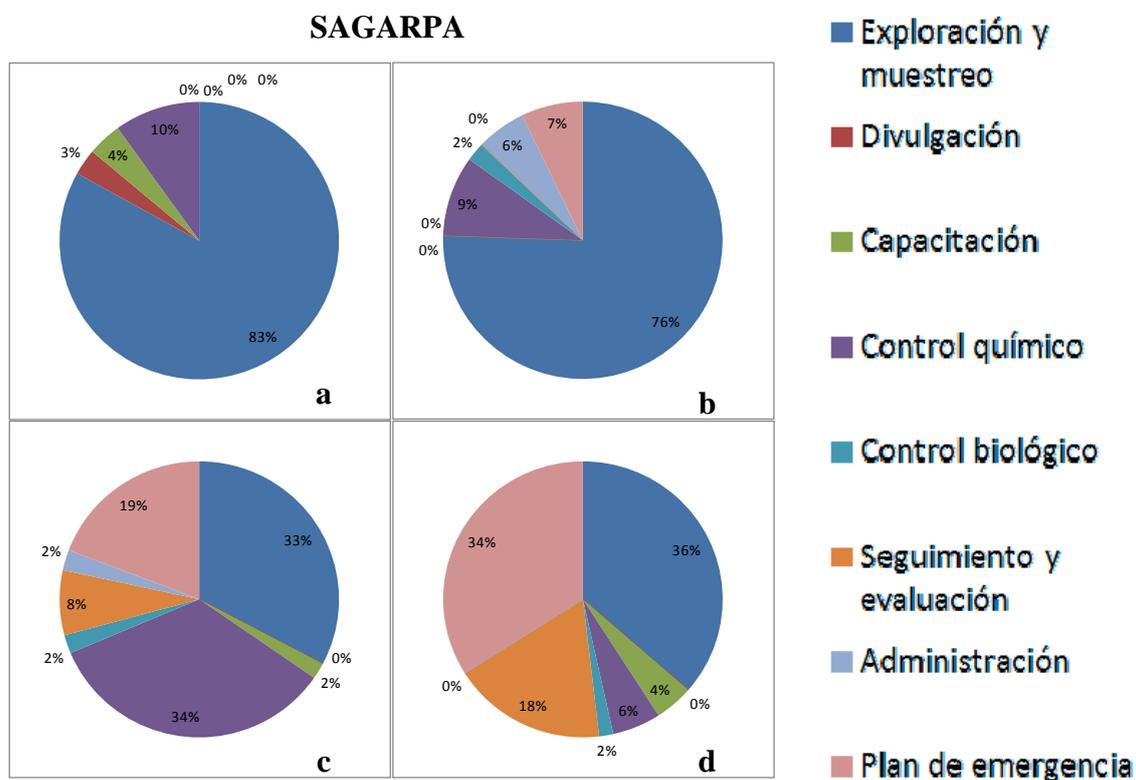
los insectos presentes en su zona de cultivo o en las inmediaciones. Esto podría ser de gran utilidad ya que no se dependería exclusivamente de la exploración y muestreo efectuado por los técnicos de la campaña, sino que se podría recibir colaboración de los productores al identificar oportunamente zonas con langosta.

Por otra parte, la capacitación de los integrantes de las campañas de langosta permite que la información obtenida en la exploración y muestreo tenga una mayor precisión; para ello se debe promover el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el cual permite ubicar con precisión la zona afectada y relacionarla con la cartografía para hacer un análisis conjunto de la información. Por otro lado se deben buscar alternativas como el control biológico, que ocasionen menos efectos secundarios nocivos para los sitios donde se aplican, ya que es evidente que el control químico que se utiliza normalmente es mortal no solo para la langosta, sino para muchos otros insectos que están presentes dentro de la misma zona algunos de ellos de gran ayuda en la polinización como es el caso de las abejas. El seguimiento y evaluación solo se informa en 2004 y 2005, años cuando se tuvieron más problemas con esta plaga.

En el caso de los gastos efectuados por parte del Estado, existen algunas diferencias con respecto a la SAGARPA. En principio tenemos que se financió el control químico y el biológico desde el 2002; aunque se apoyó con mayor porcentaje al control químico, también se invirtió parte del gasto en el control biológico (Figura 2.5.3). El porcentaje que alcanzó en ese año el control biológico fue de solo el 16%, contra el 28% del control químico; sin embargo, este interés por el control biológico no se vio reflejado en los años posteriores,

ya que no obstante que en el 2004 se alcanzó un porcentaje de 35% en control químico, no se vio reflejado este aumento en el biológico, ya que este tan sólo alcanzó el 3%.

**Figura 2.5.2.- Distribución del gasto de la SAGARPA para la campaña de langosta en sus distintos rubros a) 2002, b) 2003, c) 2004, d) 2005.**



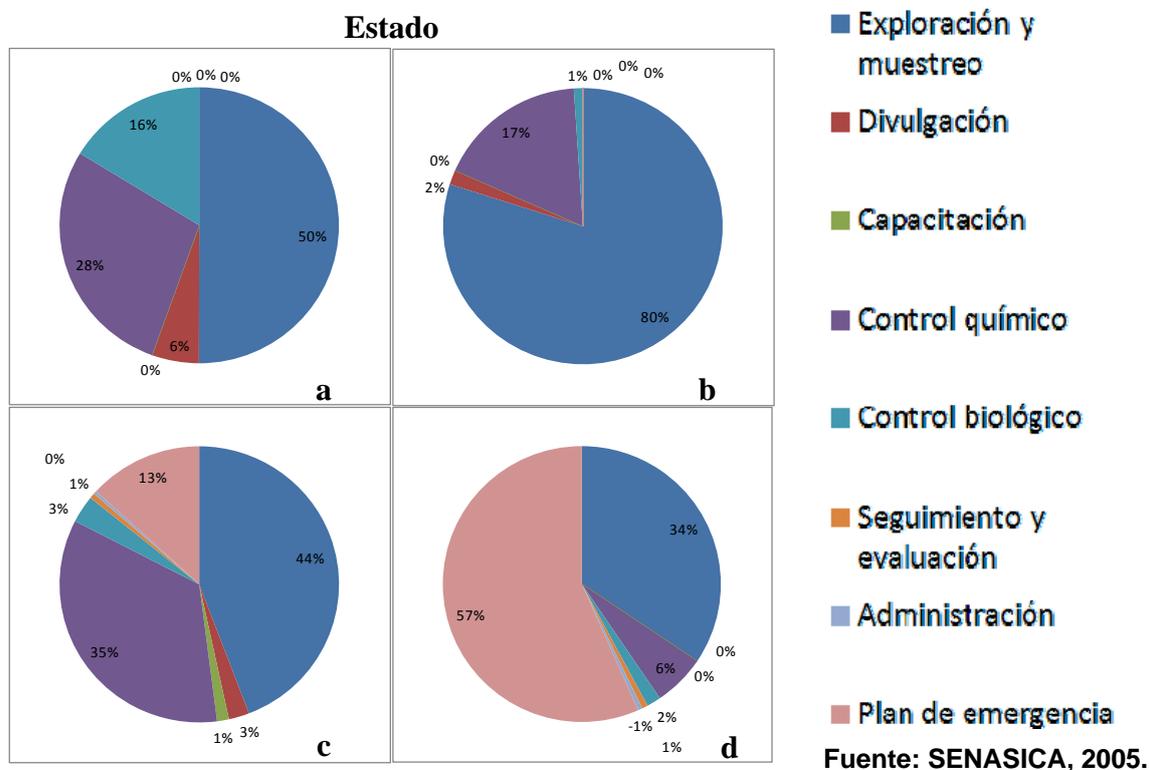
Fuente: SENASICA, 2005.

Al igual que con SAGARPA, la mayor parte del gasto de SEDARH se hizo en el rubro de exploración y muestreo en tres de los cuatro años. El 2005 fue la excepción, pues el mayor porcentaje lo obtuvo el plan de emergencia, con un gasto por más del 50%.

El seguimiento y la evaluación aparecen en 2004 y 2005 con solo el 1% de inversión, en tanto que la capacitación sólo aparece en 2004 y también con el 1%. La divulgación estuvo sólo presente en tres de los cuatro años pero igualmente con porcentajes muy pequeños. Llama la atención el hecho de que este rubro, menospreciado, podría ser clave para la prevención de la plaga de

langosta. La capacitación por su parte, solo se vio reflejada en el 2004 con 1%. El poco significativo gasto empleado en este rubro llama nuevamente la atención por el hecho de que se desaprovechen momentos en los que no hay plaga, en los cuales podrían llevarse a cabo capacitaciones aprovechando la menor carga de trabajo; estos técnicos capacitados tendrían un mejor desempeño en caso de plaga. En 2002, en contraste, para parte del comité<sup>1</sup> resultó evidente su interés por el control químico, ya que el gasto fue del 69% contra solo el 6% invertido en el control biológico. (Figura 2.5.4). No hubo ni seguimiento y evaluación ni plan de emergencia, lo cual se explica al no haber grandes problemas de plaga de langosta en el 2002. Afortunadamente se empleó parte del dinero en capacitación y divulgación, lo que contribuyó en principio a que la campaña de langosta obtuviese mejores resultados.

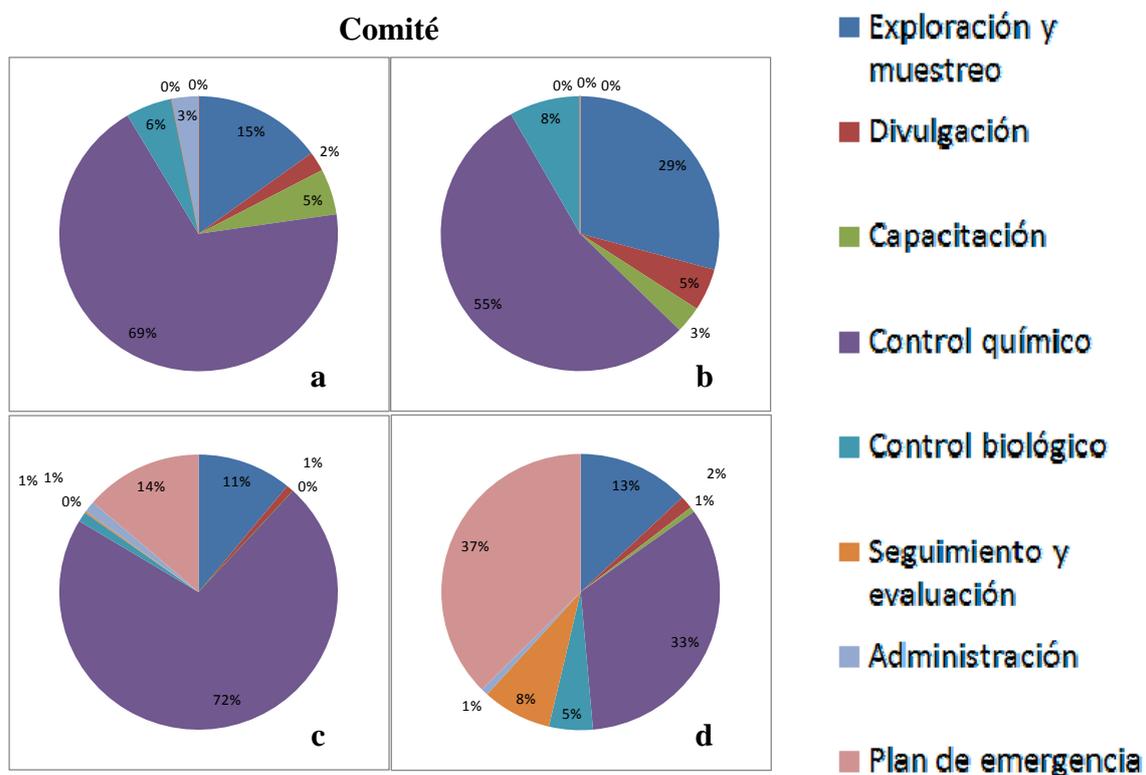
**Figura 2.5.3.- Distribución del gasto del Gobierno del Estado para la campaña de langosta en sus distintos rubros a) 2002, b) 2003, c) 2004, d) 2005.**



<sup>1</sup> Actualmente constituidos por productores de las juntas locales, los comités se crearon por regiones y en diciembre de 1993, actualmente se han agrupado por estados formando comités estatales de sanidad vegetal.

En tres de los cuatro años más de la mitad de los gastos del Comité fueron hechos en el control químico. (Figura 2.5.4). Se puede observar que en el año 2004, cuando hubo más problemas de plaga de langosta, el porcentaje de uso de control biológico fue casi nulo. Lo anterior se explica porque el control biológico resulta más efectivo para la prevención, es decir cuando no existen mangas de langosta, y, cuando esto ocurre se recurre casi exclusivamente al control químico.

**Figura 2.5.4.- Distribución del gasto del comité los productores para la campaña de langosta en sus distintos rubros a) 2002 b) 2003, c) 2004, d) 2005**



Fuente: SENASICA, 2005.

El seguimiento y evaluación solo se vio reflejado en 2005 como resultado de los grandes problemas que se presentaron en 2004. La distribución de los gastos que se dio del 2002 al 2005 (Figura 2.5.5), muestra en orden

descendente, con 36% a la exploración y muestreo, 35% el control químico, 20% plan de emergencia y los demás elementos con menos del 5%. El control biológico no llega ni al 10% de lo invertido en el control químico; con esto se ve clara la tendencia hacia el uso de control químico y, por el alto porcentaje otorgado al plan de emergencia, se puede ver que los gastos más grandes se dan como consecuencia de la aparición de la plaga de langosta, es decir se actúa de manera reactiva. Así, queda claro que se resta importancia a la planeación y que en el momento en que la plaga está fuera de control se emplean métodos contraproducentes como el control químico y se invierte en un plan de emergencia cuya estrategia, también nociva en el mediano o largo plazo, es eliminar a la plaga de langosta por todos los medios disponibles.

**Figura 2.5.5.- Porcentajes de gastos de cada rubro de la campaña de langosta durante el periodo del 2002 al 2005 efectuados por la SAGARPA, Estado y productores**



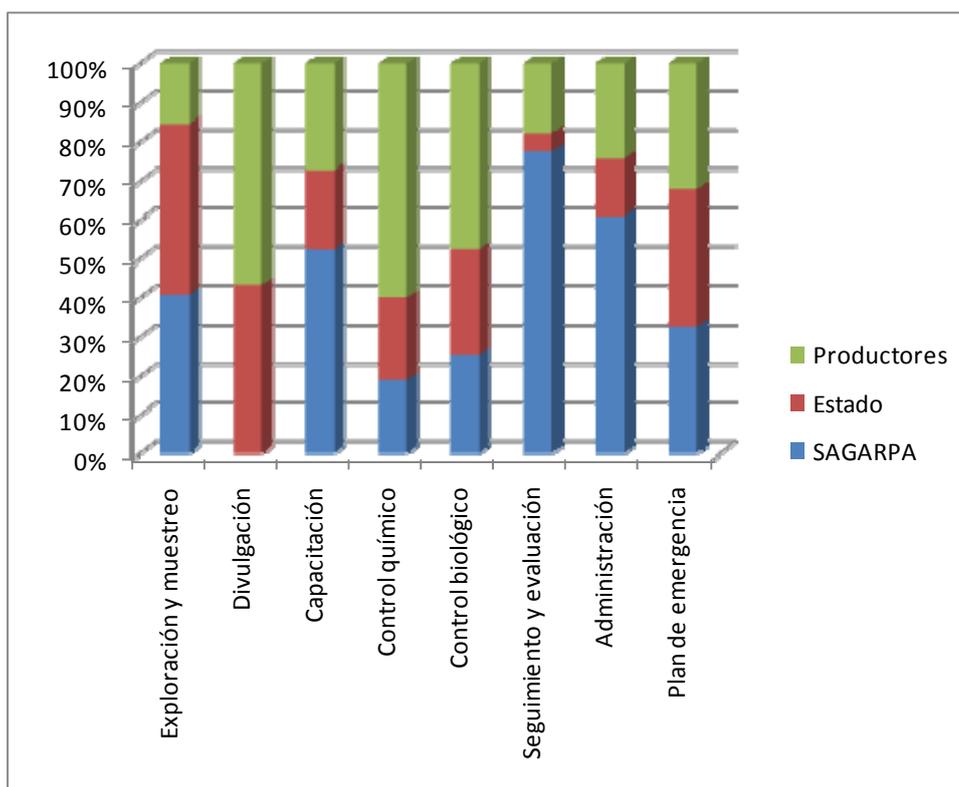
**Fuente: SENASICA, 2005**

En este periodo de 2002 al 2005 el porcentaje que cada grupo aportó en los distintos rubros no fue igual (Figura 2.5.6). Es importante resaltar algunos rubros interesantes para el análisis como es el caso de la divulgación, en el cual más de la mitad del gasto fue aportado por parte del Gobierno del Estado. El control químico también fue pagado en su mayoría por los productores, al igual que el biológico. Es evidente que los encargados del control son los productores, sin embargo, en el rubro de exploración y muestreo solo aportan

algo cercano al 20%. Si los productores son los que se percatan más rápidamente de algún problema de plaga de langosta, su mayor participación en este rubro podría derivar en una manera más rápida de generar la información cuando se presentara algún problema.

Una mejor organización de los trabajos de divulgación, capacitación y exploración y muestreo, podría ayudar de una manera importante para obtener información más actualizada y precisa, lo cual permitiría hacer una mejor planeación de los trabajos de control; esto en apoyo a la idea de que el control sea preventivo y de tipo biológico.

**Figura 2.5.6.- Porcentajes gastados por la SAGARPA, Estado y productores de cada rubro de la campaña de langosta durante el periodo del 2002 al 2005.**



Fuente: SENASICA 2005

La intención de elaborar el sistema de alerta fitosanitaria es que estos gastos sean más uniformes y vayan disminuyendo con el paso del tiempo al ofrecer

una mejor planeación de las campañas y una dirección más precisa de los esfuerzos a las zonas que así lo requieran. Para poder hacer focalizar los esfuerzos en las zonas con mayor frecuencia de incidencia de plaga, es necesario contar con información verídica, ordenada y rápida, ya que estas tres características son primordiales para el funcionamiento del sistema. Sin ellas, el sistema podría empezar a proporcionar resultados que lejos de servir para una toma de decisiones, crearía confusión y decisiones incorrectas. La información que se está produciendo en las campañas es muy valiosa y se debe aprovechar para integrarse con otras fuentes, esto permite que las herramientas tengan un mejor sustento y que las estrategias que se planteen para cada situación obtengan mejores resultados. Este sistema además podría tomarse como referencia para otras zonas con la misma problemática y servir de base para algunas otras plagas de interés.

### Capítulo 3. Desarrollo metodológico y resultados

En entomología aplicada se han empleado y/o utilizado los SIG y la teledetección en sus estudios se pueden clasificar de tres formas:

a) Con uso exclusivamente de SIG. En los primeros estudios el uso de SIG ha estado vinculado a determinar las relaciones entre explosiones poblacionales de insectos (“outbreaks”) y su correlación visual (sistema de consulta espacial) con las variables ambientales que benefician su desarrollo como son el clima, las características edáficas, el tipo de cultivo y el tipo de vegetación, reforzados la mayoría de las veces en muestreos georeferenciado con apoyo de GPS (Johnson, 1989; Cigliano *et al.* 1995; Kemp *et al.* 1996; Skinner *et al.* 2000; Bai Yi *et al.* 2005 y Shelby , 2002).

b) Con uso exclusivo de imágenes de satélite. En estos estudios se ha empleado el índice de vegetación normalizado, (NDVI), a partir de la imágenes LANDSAT, NOAA y MODIS para determinar áreas en las cuales las condiciones son propicias para la ovipostura o la gregarización, asociado con la distribución de las precipitaciones y las características edáficas de las áreas donde se presentan cada uno de los estadios (Tucker, *et al.* 1985; Hielkema *et al.* 1986; FAO,1988; Bryceson, 1989; Gray *et al.* 1996; Voss & Dreiser, 1997; Magor & Pender, 1997; Cressman, 1997; Jianwen Ma *et al.* 2005; Zha, Gao, Ni and Shen, 2005; Tian and Xie, 2007; Sivanpillai and Latchininsky, 2007).

c) Aplicación de ambas técnicas (SIG e imágenes de satélite). Aquí se han desarrollado sistemas de alerta fitosanitaria en los cuales se definen aquellas zonas propicias para el desarrollo de mangas de langostas, apoyados en la

identificación de biotopos, relacionados incluso con elementos de la meteorología como son el Fenómeno de El Niño y las sequías que conllevan (Hielkema *et al.* 1993; Healey *et al.* 1996; Miranda *et al.* 1996; Lecoq *et al.* 1997; Lecoq, 2000; Zhibin and Dianmo, 1999; Hunter and Deveson, 2002; Hunter, 2004). La mayor parte de éstos estudios contempla fundamentalmente la variación temporal de las poblaciones, dejando de lado el estudio de las variaciones ocurridas en el espacio (Liebhold, 1993; Cigliano, *et al.* 1995; Galindo, 2008). La ecología de Acridoideos no se ha apartado de esta tendencia, la mayoría de los trabajos en esta rama se restringen principalmente al estudio de la variación ocurrida en las poblaciones de estos insectos durante períodos breves (uno a dos años) en áreas geográficas restringidas. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008).

Existen esfuerzos de una reconstrucción histórica (con consultas de archivos históricos oficiales), estos datos sólo se presentan en forma de estadísticos o bases de datos, sin llegar a una correlación indirecta o directa con la evolución del medio. Se dice también que el desarrollo reciente de dos tecnologías de análisis de patrones espaciales, como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección, han abierto nuevos caminos en estudios sobre entomología aplicada. En éste sentido, los SIG constituyen una herramienta útil para el manejo y análisis de datos geográficos provenientes de diferentes fuentes. Sin embargo, ésta es sólo una herramienta, ya que el desarrollo metodológico proviene del análisis espacial (intrínseco a la ciencia geográfica; o en su caso de la biogeografía y bioecogeografía, como ramas especializadas), que es el que nos permite correlacionar variables con el tiempo. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008).

Existen escasos estudios realizados con visión integral u holística, esto es la correlación espacial tanto de variables físicas como sociales que condicionan o favorecen la evolución y adaptación de determinada especie y el espacio vital en el que se desarrolla. No basta con caracterizar el nicho ecológico de la especie, determinar el desarrollo fenológico y las relaciones bióticas o abióticas que interactúan en cada estadio o fase o cuantificar con gran precisión las horas calor. Está es sólo una parte del análisis ya que, si algunos de los elementos del medio cambian, el área de distribución de la especie se puede ampliar, reducir, desplazar, fragmentarse o sufrir otras modificaciones, antes de ocurrir la extinción de su ocupante. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008).

La langosta centroamericana es una especie que invade zonas agropecuarias de antiguas selvas bajas caducifolias; de aquí que se debe integrar al análisis de insectos-plaga las características evolutivas del espacio en donde se desarrolla la especie. Esta visión se puede enfocar desde dos perspectivas, la ecológica y la histórica. La perspectiva ecológica, se basa en la comparación entre las áreas de distribución y los parámetros abióticos (configuración geográfica, climática, etc.) y bióticos (estructura de las comunidades) que intervienen en el territorio considerado. La perspectiva histórica se propone reconstruir la distribución de esos seres vivos en términos de causas remotas, por medio de la comparación entre las áreas de distribución actuales y las antiguas, y tomando en cuenta la evolución de ese espacio de desarrollo. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008).

En el caso de las plagas, su presencia en sí está condicionada por zonas agropecuarias. Esas zonas presentan un nivel de impacto severo ya que sufren

procesos de deforestación para establecer nuevas áreas de producción. Por esto, la aplicación de geotecnologías (SIG y Teledetección) no determina por sí sola las causas de la aparición y desplazamiento de los insectos-plaga; es la correlación de los elementos presentes la que proporciona la explicación sobre la evolución y apropiación de ese espacio. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008). El área de distribución como mera proyección geográfica de la especie, representa otra cosa sólo una colección de puntos en el espacio y, por lo tanto, su valor no rebasa el de una clase de objetos. Así, vista toda interpretación biogeográfica en términos causales, pierde gran parte de su fundamento teórico, reduciéndose a poco más que una descripción. Por lo anterior, el área de distribución de una especie debe considerarse como aquella fracción del espacio geográfico que queda definida por las interacciones a lo largo del tiempo con la especie en cuestión. Tal concepto recoge también posturas de la ecología teórica (Margalef, 1993; Zunino y Palestrini, 1991) que no considera el espacio geográfico como el puro soporte físico de la biosfera, sino como el segundo elemento de un sistema cuyas partes se ajustan y se modifican mutuamente. El concepto de nicho ecológico se define explícitamente en las influencias del ambiente biótico y abiótico sobre el metabolismo de los organismos.

### **3.1 La reconstrucción histórica y el muestreo en campo**

En todo análisis biogeográfico, el área de distribución, y más precisamente el área de distribución específica, es donde el espacio geográfico no sólo es el soporte físico de la biosfera sino aquel en donde la especie está presente e interactúa de forma directa con el ambiente. Si la especie es lo que confiere

sentido al “área de distribución”, al espacio que ocupa, entonces el área de distribución y su ocupante comparten un destino común. Por esto resulta fundamental delimitar el área de distribución para poder hacer la correlación con el resto de las variables espaciales que propician no sólo la presencia de la especie, sino su fenología. Para realizar la descripción del área de distribución de una especie y transcribirla en un mapa es necesario, en primer lugar, trazar sus fronteras. Para un análisis más profundo y, sobre todo, para un estudio comparativo, es preciso reconstruir el desarrollo de las líneas de frontera del área. Ya sea en forma técnica desde el caso en que sea el único elemento de interrelación o mediante la sobreposición geométrico-cartográfica de los elementos del medio que caracterizan el emplazamiento. Este último método maneja los datos geográficos e implica necesariamente la generación de nuevas entidades cartográficas, producto de la intersección de las entidades originales de las dos capas superpuestas. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008).

Las capas resultantes de los criterios son un insumo de la regla de decisión, la cual se integra en un solo conjunto de datos, evaluándolos de modo que se genera una capa final, en donde cada dato o alternativa espacial ha recibido un valor, orden o rango de capacidad de acuerdo a lo que es evaluado. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008).

Entre las capas de información que condicionan tanto la extensión como la forma del área de distribución de una especie, el clima tiene un papel de importancia primordial. (Galindo, Olvera y Contreras, 2008).

### **3.2 El modelo de simulación multicriterio**

La decisión multidimensional y los modelos de evaluación, de los cuales la evaluación multicriterio (EMC) forma parte, proveen un conjunto de herramientas para el análisis de las complejas propiedades entre las alternativas de selección. La EMC se orienta en dos direcciones: la descriptiva y la prescriptiva. La primera se centra en la elaboración de una serie de construcciones teóricas y articulaciones lógicas que pretenden explicar y predecir el comportamiento de los agentes decisores (las variables que determinan el comportamiento del fenómeno en estudio) reales (Romero, 1993). La segunda, comienza por definir la racionalidad de los agentes económicos con base en una serie de supuestos justificables intuitivamente. En seguida se realizan una serie de operaciones lógicas para deducir el comportamiento óptimo de los agentes decisores, compatible con la racionalidad previamente establecida (Romero, 1993). Así, el enfoque descriptivo nos dice cómo son o como se comportan los agentes decisores y el prescriptivo plantea el establecimiento del cómo deben ser o cómo deben comportarse es decir la creación de escenarios. Así, la integración de estos dos elementos (SIG y EMC) permite hacer procedimientos de análisis tanto espacial como temático, y, además, provee soluciones a problemas espaciales complejos. Un criterio se refiere a un aspecto medible de un juicio, por el cual una dimensión de las alternativas bajo su consideración puede ser caracterizada. Los valores determinados para cada uno de los criterios pueden considerarse como el paso inicial de los procesos de la EMC. Existen distintos procedimientos para la asignación de valores a las alternativas, es decir, a la asignación de de puntuaciones a los criterios. Los criterios son de dos tipos:

factores y limitantes (Eastman *et al.* 1993). Por una parte los factores pueden potenciar una alternativa específica del criterio analizado. Para éste tipo la escala de medición debe ser continua. El tipo limitante es contrario a este, es decir, restringe alguna alternativa del criterio analizado. Para éste tipo de criterio no se requiere que su escala de medición sea continua.

Los criterios o capas pueden tener  $n$  variables, y cada una, un desarrollo metodológico propio para su construcción. Los criterios posteriormente son evaluados por la regla de decisión con el fin de establecer el modelo final. La mejor organización para representar la relación de criterios y alternativas que define la EMC, es una matriz. En esta matriz los criterios ( $j$ ) pueden ocupar la columna principal, y las alternativas ( $i$ ) la fila principal. Es aquí donde los distintos métodos de EMC basan todo su funcionamiento intrínseco.

En el caso de la langosta, se recopiló información de distintos autores para generar una matriz de criterios para identificar las zonas ecológicas favorables para la presencia y reproducción de langosta.

La información se separó para cada criterio con el fin de analizar más detalladamente los datos presentes en cada capa de información y la que pertenece a zonas ecológicas favorables.

En la Tabla 3.2.1 podemos observar los valores para pH en el suelo que, de acuerdo con los autores revisados son los que favorecen la presencia y ovipostura de la langosta.

Tomando como base la Tabla 3.2.1, se asignó en la tabla de datos de la capa de pH, los valores para cada uno de los distintos casos presentes en dicha tabla (Tabla 3.2.2).

**Tabla 3.2.1.- Tabla de valores de pH en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.**

pH suelo	Presencia	Ovipostura
SENASICA (2008)	Neutro (6.6-7.3)	Neutro (6.6-7.3)
Barrientos Lozano (2001)	Neutro (6.6-7.3)	Neutro (6.6-7.3)

Fuente: SENASICA, 2008; Barrientos, 2001.

**Tabla 3.2.2.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de pH**

pH	Ovipostura	Presencia
0.00	0	0
4.60	0	0
5.20	0	0
5.80	0.2	0.2
6.40	0.9	0.9
7.00	1	1
7.10	1	1
7.20	1	1
7.30	1	1
7.40	0.9	0.9
7.50	0.8	0.8
7.60	0.7	0.7
7.70	0.6	0.6
7.90	0.5	0.5
8.00	0.4	0.4
8.20	0.2	0.3
8.30	0.1	0.1
8.50	0	0

Fuente: Con base en información cartográfica digital e impresa INEGI.

Cada una de las distintas capas de información contendrá un par de campos nuevos, en estos es donde se asignan valores del 0 al 1 de acuerdo a los autores a los que se hace referencia para cada caso. Así, valores de 1 se asignan a datos de pH comprendidos entre 6.6 y 7.3 considerados valores neutros (Cisneros, 2001) y según se fueran alejando de este rango se fueron

asignando valores menores hasta llegar al cero, que indica condiciones desfavorables.

En la Tabla 3.2.3 podemos observar la profundidad del suelo necesaria para la ovipostura que va desde 1.5 cm hasta 10 cm, siendo este último donde la mayoría de los autores coincide.

**Tabla 3.2.3.- Tabla de valores de profundidad del suelo en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.**

<b>Profundidad del suelo</b>	<b>Ovipostura</b>
SENASICA (2008)	10 cm
Cano Santana, <i>et al.</i> (2006)	10 cm
Garza Urbina (2005)	6 a 10 cm
Ávila Valdez (2005)	1.5 a 10 cm
Barrientos Lozano (2001)	1.5 cm
Retana Barrantes (2000)	10 cm

**Fuente: SENASICA, 2008; Cano, 2006; Garza, 2005; Ávila, 2005; Barrientos, 2001; Retana, 2000.**

La profundidad de los suelos de 10 cm resulta lógica si se considera que la longitud del oviscapto del insecto adulto llega a alcanzar los 10 cm.

Tomando como base la Tabla 3.2.3, se asignó en la tabla de datos de la capa de profundidad, los valores para cada uno de los distintos casos presentes en dicha tabla (Tabla 3.2.4).

Podemos observar que en la tabla de datos de profundidad se establecen amplitudes de profundidades medidas en centímetros, donde se tienen desde suelos con profundidades que van en el rango de los 0 a 6 cm hasta los que llegan a tener el medio metro de profundidad.

En la columna de ovipostura es donde se ve modificado el valor de 1 para los suelos menos profundos ya que en cuanto a la presencia no es condición limitante para su presencia, por lo que no es considerada.

En la Figura 3.2.1 se puede ver el triangulo de texturas de suelos que nos permite ver claramente su caracterización dependiendo de su contenido de arenas, arcillas y limos.

**Tabla 3.2.4.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de profundidad**

Profundidad en cm	Ovipostura
0 - 06	0.4
0 - 08	0.7
0 - 11	1
0 - 13	1
0 - 15	1
0 - 16	1
0 - 17	1
0 - 18	1
0 - 19	1
0 - 20	1
0 - 21	1
0 - 22	1
0 - 23	1
0 - 29	1
0 - 30	1
0 - 32	1
0 - 34	1
0 - 35	1
0 - 42	1
0 - 50	1

**Fuente: Información cartográfica digital e impresa INEGI.**

Existen zonificaciones denotadas con nombres con las que son conocidos los suelos y que permiten identificar los suelos sin tener que hablar de los porcentajes de sus componentes.

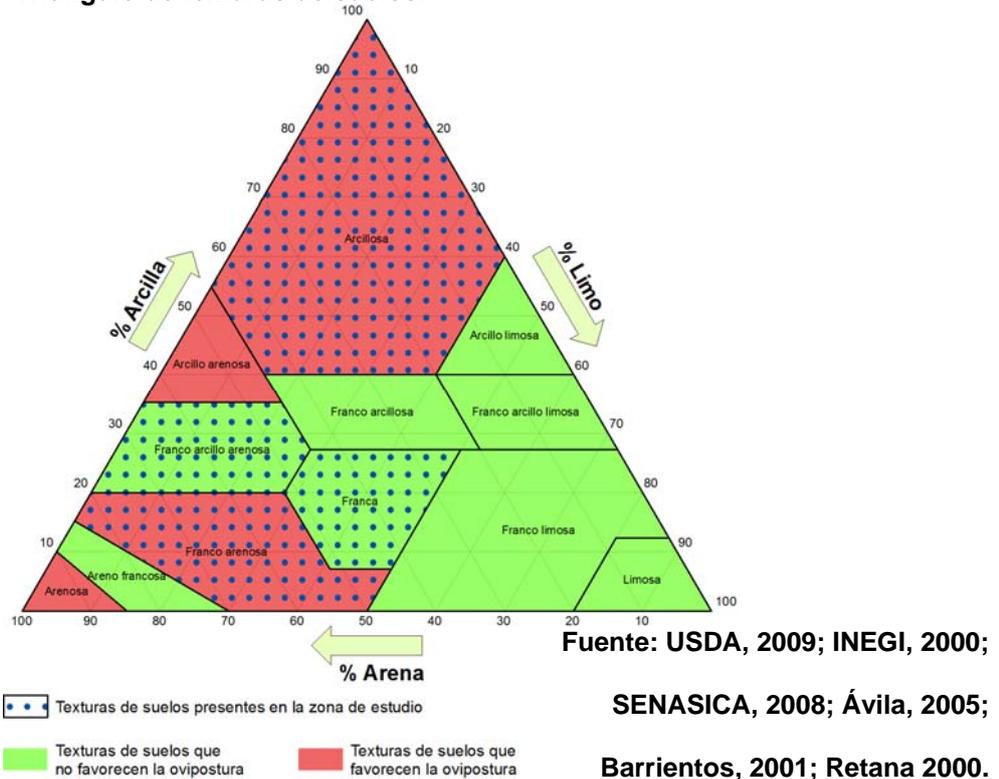
Los nombres varían en dependencia del autor, para efectos de este estudio se tomo como base la clasificación elaborada por la USDA (2009) y se busco dar la traducción de las palabras en inglés.

También se tomo en cuenta la metodología para la elaboración de cartografía de INEGI (2000) para encontrar las equivalencias entre las distintas clasificaciones de textura de suelo, así como las distintas texturas de suelo presentes en la zona de estudio (relleno con puntos), aquellas que favorecen la ovipostura (color rojo) y las que no lo son (color verde).

En la Tabla 3.2.5 podemos observar las diferentes texturas a las que hacen mención los diferentes autores y la coincidencia en todos ellos sobre la denominada como arcillosa para que se presente la ovipostura.

También se puede observar como existe una zona que va desde la arcillosa hasta la arenosa pasando por las texturas intermedias donde se pueden identificar los suelos franco arcillo arenoso y los francos como aquellos que se encuentran en la parte media y por tanto como los más favorables a la ovipostura.

**Figura 3.2.1- Triangulo de texturas de suelos.**



**Tabla 3.2.5.- Tabla de valores de textura del suelo en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.**

<b>Textura del suelo</b>	<b>Ovipostura</b>
SENASICA (2008)	Arcillo-arenoso
Ávila Valdez (2005)	Franco-arenosos y arcillosos
Barrientos Lozano (2001)	Arcillo-arenoso
Retana Barrantes (2000)	Arenoso o arcillo arenoso

**Fuente: SENASICA, 2008; Ávila, 2005; Barrientos, 2001; Retana 2000.**

Tomando como base la Tabla 3.2.5 y la Figura 3.2.1, se asignaron en la tabla de datos de la capa de textura, los valores para cada uno de los distintos casos presentes en dicha tabla (Figura 3.6).

Se pueden observar las distintas texturas presentes en la zona de estudio y el valor desde 1 hasta 0.4 dependiendo de si es favorable o no para la ovipostura así como su posición dentro del triángulo de texturas.

**Tabla 3.2.6.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de textura**

<b>Textura</b>	<b>Ovipostura</b>
<b>Arcillosa</b>	0.8
<b>Franca</b>	1
<b>Franco arenosa</b>	0.8
<b>Franco arcillo arenosa</b>	1

**Fuente: Información cartográfica digital e impresa INEGI.**

En la Tabla 3.2.7 podemos observar las diferentes altitudes a las que hacen referencia los distintos autores sobre los sitios de presencia y ovipostura.

Los rangos que se establecen son básicamente 3: de 0 a 100 msnm para el ovipostura, de 0 a 860 msnm para ovipostura y presencia y finalmente de 0 a 2000 msnm sólo para presencia.

Tomando como base la Tabla 3.2.7, se asigno en la tabla de datos de la capa de altitudes, los valores para cada uno de los distintos casos presentes en dicha tabla (Tabla 3.2.8).

**Tabla 3.2.7.- Tabla de valores de altitudes en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.**

<b>Altitud</b>	<b>Presencia</b>	<b>Ovipostura</b>
SENASICA (2008)	0 a < 860 msnm	0 a < 860 msnm
Garza Urbina (2005)	0 a < 2000 msnm	0 a < 100 msnm
Barrientos Lozano (2003)	0 a < 2000 msnm	0 a < 100 msnm
Barrientos Lozano (2001)	0 a 860 msnm	0 a 860 msnm

**Fuente: SENASICA 2008, Garza 2005, Barrientos 2003, Barrientos 2001.**

La tabla muestra los rangos de altitud y para cada caso se asigno su valor tanto para presencia como para ovipostura.

**Tabla 3.2.8.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de altitudes**

<b>Altitud (m)</b>	<b>Ovipostura</b>	<b>Presencia</b>
0 - 100	1	1
100 - 200	0.95	1
200 - 300	0.9	1
300 - 400	0.85	1
400 - 500	0.8	1
500 - 600	0.75	1
600 - 700	0.7	1
700 - 800	0.65	1
800 - 900	0.6	0.95
900 - 1000	0.5	0.9
1000 - 1100	0.4	0.85
1100 - 1200	0.3	0.8
1200 - 1300	0.2	0.75
1300 - 1400	0.1	0.7
1400 - 1500	0	0.65
1500 - 1600	0	0.6
1600 - 1700	0	0.55
1700 - 1800	0	0.5
1800 - 1900	0	0.45
1900 - 2000	0	0.4
2000 - 2100	0	0.35
2100 - 2200	0	0.3
2200 - 2300	0	0.25
2300 - 2400	0	0.2
2400 - 2500	0	0.15
2500 - 2600	0	0.1
2600 - 2700	0	0

**Fuente: En Información cartográfica digital e impresa INEGI.**

Se asignaron valores de 0 a 1 para la columna de ovipostura, desde 1 para el caso de las amplitudes de altitudes que iban de 0 a 100 msnm, hasta los rangos que le fueron asignados los valores de 0, en los casos en los que la altitud no favorecía la ovipostura.

En la Tabla 3.2.9 podemos observar las diferentes temperaturas a las que hacen mención los diferentes autores. Allí podemos ver básicamente dos rangos de temperaturas medias anuales y una temperatura medias anual.

En el primer rango observamos las que están entre los 28 a los 32°C, otro es de 27 a 28°C y finalmente la constante de 27°C, todos ellos para la presencia, en el caso de la ovipostura solo un autor hace mención de un promedio de 27°C.

**Tabla 3.2.9.- Tabla de valores de temperatura en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.**

Temperatura	Presencia	Ovipostura
Garza Urbina (2005)	28 a 32 °C	
Barrientos Lozano (2003)	28 a 32 °C	
Barrientos Lozano (2001)	Medias de 27°C	Medias de 27 °C
Retana Barrantes (2000)	Medias de 27 a 28°C	

**Fuente: Garza, 2005; Barrientos, 2003; Barrientos, 2001; Retana, 2000.**

Tomando como base la Tabla 3.2.9, se asignó en la tabla de datos de la capa de climas, los valores para cada uno de los distintos casos presentes en dicha tabla (Tabla 3.2.10).

Se definieron valores de 1 para las temperaturas que presentan las mejores condiciones y de 0.9 hasta 0 dependiendo de que tanto favorecían la presencia y la ovipostura según los distintos autores.

**Tabla 3.2.10.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de climas.**

Temperatura Media en °C	Ovipostura	Presencia
< 12	0	0.3
12 - 14	0.1	0.4
14 - 16	0.2	0.5
16 - 18	0.3	0.6
18 - 20	0.4	0.7
20 - 22	0.5	0.8
22 - 24	0.6	0.9
> 24	1	1

**Fuente:** En base a información cartográfica digital Hernández Cerda Ma. Engracia.

En la Tabla 3.2.11 podemos observar los diferentes rangos de precipitación a las que hacen mención los diferentes autores y donde podemos ver básicamente dos rangos.

En uno de ellos se establece que la precipitación debe ser menor a los 1000 mm mientras que en el otro se establece un rango que va de los 700 hasta los 2500 mm esto tanto para presencia como para ovipostura.

**Tabla 3.2.11.- Tabla de valores de precipitación en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.**

Precipitación	Presencia	Ovipostura
Garza Urbina (2005)	<1000 mm	<1000 mm
Barrientos Lozano (2001)	> 700 a < 2500mm	> 700 a < 2500mm

**Fuente:** Garza, 2005; Barrientos, 2001.

Tomando como base la Tabla 3.2.2.11, se asignó en la tabla de datos de la capa de isoyetas, los valores para cada uno de los distintos casos presentes en dicha tabla (Figura 3.2.12).

**Tabla 3.2.12.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de isoyetas.**

Precipitación en mm	Ovipostura	Presencia
< 900	0.95	0.95
900 - 1000	1	1
1000 - 1100	0.95	0.95
1100 - 1200	0.9	0.9
1200 - 1500	0.85	0.85
1500 - 1800	0.8	0.8
1800 - 2000	0.75	0.75
2000 - 2200	0.7	0.7
2200 - 2500	0.65	0.65
2500 - 2800	0.6	0.6
> 2800	0.5	0.5

**Fuente: En base a información cartográfica digital INEGI**

Se establecieron valores de 1 en el rango donde los autores son coincidentes, y valores menores de 1 para los rangos en los que los autores no coinciden pero que al menos uno de las dos referencias tiene ese rango establecido dando como resultado lo que podemos observar en la Figura 3.2.12.

En la Figura 3.2.13 podemos observar los diferentes usos de suelo a los que hacen mención los diferentes autores y donde podemos ver algunas coincidencias entre lo que cada uno establece.

El pastizal es uno de los que se hace mención para presencia, aunque para ovipostura en pastos introducidos se llega a dar en raras ocasiones, en bosques no se presenta así como tampoco bejucal ni pastos bajos.

En trabajo de campo directamente en la Huasteca se pudo observar que también se encuentra en tierras de cultivo de caña y soya y en poblaciones más grandes en tierras abandonadas, esto en zonas aledañas a la cabecera municipal de Tamuín.

**Tabla 3.2.13.- Tabla de valores de uso de suelo en las zonas ecológicas favorables para la langosta centroamericana.**

Uso de suelo	Presencia	Ovipostura
SENASICA (2008)	Matorrales en mosaico, muy raramente se encuentra en pastos bajos, y nunca en bosques (tropicales).	En lugares desnudos (caminos, vereda, terrenos quemados desprovistos de vegetación).
Cano Santana, Z. <i>et al.</i> (2006)	El pastizal, el matorral, la pradera (probablemente zacates cultivados); mientras que los hábitats en donde no se encuentran son el bosque (tropical) y el bejucal.	En menor medida, en los sitios con pastizal introducido debido a lo cerrado que pueden crecer los estolones, también en sitios como la pradera mixta
Garza Urbina (2005)		Praderas, agostaderos, terrenos baldíos, orillas de caminos, canales, drenes, terrenos descubiertos o con poca cobertura vegetal y cercanos a zonas cultivadas
Barrientos Lozano 2001	No vive en bosques y pastos bajos muy raramente	

**Fuente: SENASICA, 2008; Cano, 2006; Garza, 2005; Barrientos, 2001.**

Tomando como base la Tabla 3.2.13, se asignaron en la tabla de datos de la capa de uso de suelo, los valores para cada uno de los distintos casos presentes en dicha tabla (Tabla 3.2.14).

**Tabla 3.2.14.- Valores asignados para ovipostura y presencia de la langosta en la tabla de datos de la capa de uso de suelo.**

Uso de suelo	Ovipostura	Presencia
Agricultura de riego	0.5	0.8
Agricultura de temporal	0.5	0.8
Bosque	0	0
Cuerpo de agua	0	0
Pastizal	0.2	1
Selva	0	0
Suelo desnudo	1	0.2
Vegetación acuática	0	0
Vegetación de galería	0.2	0.2
Vegetación secundaria	0.5	0.8
Zona Urbana	0	0

**Fuente: En base a información cartográfica digital INEGI**

Se asignaron valores de 0 para el bosque para denotar que en estos sitios no es hábitat de la langosta así como tampoco existe ovipostura.

Para el caso del suelo desnudo se le asignó el valor de 1 para el caso de la ovipostura, ya que este es mencionado por los distintos autores.

Con valores de 0.5 en la agricultura de los dos tipos, ya que si bien es cierto que cultivos como la caña no permite ovipostura cuando las plantas del cultivo se encuentran muy cercanas entre sí, cuando se está en etapas de preparación de la tierra o la planta aún tiene espacio suficiente para que se de la ovipostura.

Para la columna de presencia se le asignaron valores de 0.8 a los dos tipos de agricultura, ya que no en todos los cultivos se encuentra presente, por ejemplo en la caña cuando esta ya ha alcanzado alturas de dos metros o superiores y el cultivo es muy cerrado no se encuentra presente.

Valores de 0.2 para suelo desnudo y vegetación de galería que no es el uso de suelo ideal sin embargo sí se llega a encontrar.

Vegetación secundaria es uno de los lugares donde se encuentra también fuertemente relacionado con la presencia de langosta, por lo que se le asignó valores de 0.8.

En el entorno de los SIG, las alternativas están representadas por los objetos o unidades espaciales, celdas en el modelo raster, o bien polígonos, líneas o puntos en el modelo vectorial. Es decir, representan un sitio individual, constituyendo así la capa temática de datos espaciales del conjunto. Al ser asignado un valor a cada alternativa, se pueden caracterizar, los objetos espaciales contenidos en las capas temáticas que representan a los criterios,

pudiendo así esclarecer la mejor localización para las zonas de ovipostura y presencia a través de las alternativas que hayan obtenido los valores de capacidad más altos. Así, aunado a la superposición espacial de ambos criterios, se calcula para cada alternativa, (celdas en este caso), el valor de capacidad determinado por la ecuación correspondiente a los valores de las alternativas y a los pesos de los criterios. Los métodos de EMC más empleados que utilizan soluciones compromiso para resolver problemas con objetivos conflictivos son la programación lineal y la lógica booleana.

La superposición de atributos complementa lo anterior y puede ser nominal o aritmética. La superposición nominal opera con atributos temáticos cualitativos y genera nuevas categorías compuestas con las capas resultantes, que pueden ser examinadas mediante lenguajes basados en los operadores booleanos AND, OR, NOT, XOT, IMP y EQV. La superposición aritmética opera combinando atributos cuantitativos, normalmente con valores continuos, mediante operadores matemáticos como la suma o la exponenciación. El resultado son valores numéricos sintéticos que nos permiten conocer la participación de cada una de las dos capas superpuestas en el resultado final. La superposición interrelaciona múltiples capas de información que se combinan de dos en dos en cada operación. Cuando encadenamos las superposiciones correctamente podemos combinar un número virtualmente ilimitado de capas con la única precaución de hacer un buen planteamiento en cada operación y del proceso en conjunto (Comas y Ruiz, 1993; Heywood, *et al.* 2002).

### **3.3 Propuesta para el sistema de evaluación del riesgo y vigilancia fitosanitaria contra la plaga de langosta centroamericana**

Para poder construir un sistema de alerta fitosanitaria se requiere analizar los datos disponibles. Una búsqueda detallada de información sobre la plaga de langosta nos muestra en principio que condiciones requiere para su sobrevivencia. Para poder delimitar las áreas donde podría estar presente la langosta centroamericana de acuerdo con su ecología, se requiere contar con algunas características importantes del medio físico como temperatura, precipitación, altitud, uso de suelo y edafología. Se tomó el mapa de temperaturas medias (Ma Engracia Hernández Cerda, 2006) elaborado con base en las estaciones climáticas propias de la Huasteca Potosina y zonas circundantes, para obtener las temperaturas propicias para la langosta. Para la precipitación se utilizó la zonificación presente en el mapa de isoyetas (Ma Engracia Hernández Cerda, 2006). Para las altitudes se tomaron los modelos digitales de elevación de INEGI de las cartas 1:50,000 de la zona y se unieron para formar un continuo de elevaciones y así obtener las zonas donde se puede encontrar la langosta. La información de uso de suelo se generó con base en la interpretación de una imagen de satélite LANDSAT-7 ETM+ con fecha 2005 de la zona (SAGARPA-CONACYT, 2004, CO1-186/A1-CCSyH-UASLP) y se hizo una actualización del uso del suelo reportado en 1993 por el INEGI. La edafología que está presente dentro de la cartografía digital de INEGI en escala 1:250,000, se utilizó para obtener el pH, la profundidad y la textura de suelo.

Habiendo reunido toda esta información y dejando solo aquellos datos que corresponden a la zona de estudio, se hicieron los cruces de información necesarios para obtener como resultado los mapas que representan la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.

En base a cada uno de los elementos a los que se hace referencia en los estudios de langosta, se generó el mapa de amenaza de langosta que se muestra en la Figura 3.3.1.

Para poder conocer las repercusiones en la población que llega a tener la langosta en las distintas zonas de la Huasteca Potosina, es importante conocer como se distribuye la población que depende del sector primario en cada zona. Para poder conocer la vulnerabilidad de la población a la langosta, se tomó la división del territorio de acuerdo con el Registro Agrario Nacional (RAN) en sus cartas 1:50,000, así como el censo de población y vivienda elaborado por el INEGI en el año 2000, con esto fue posible tener una base de datos con las localidades que pertenecen a la Huasteca Potosina.

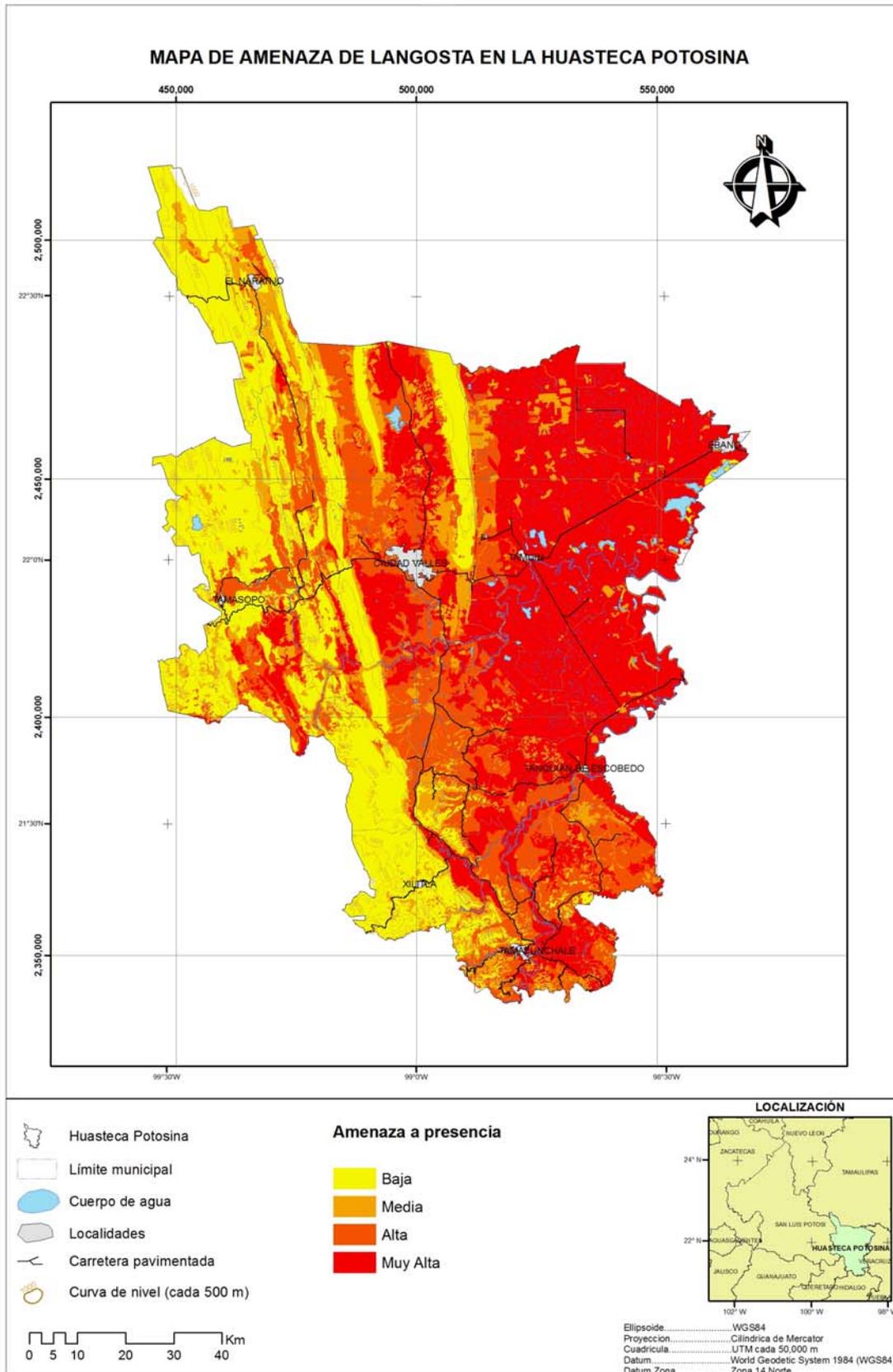
Con la división del RAN y la base de datos espacialmente referida de las localidades, fue posible conocer aquellas que contaban con información propia de la Población Económicamente Activa (PEA), y de estas las que tienen población dedicada al sector primario. Tomando como base las localidades se realizaron sumatorias para cada polígono definido del RAN donde estas quedaban contenidas y posteriormente se hizo una relación entre población y las áreas de los polígonos del RAN. Haciendo estos cálculos se pudo obtener la vulnerabilidad a la langosta en los polígonos del RAN. En el Figura 3.3.2 se

puede observar el mapa en que la zona sur de la Huasteca Potosina es la que resulta más vulnerable a la langosta.

Las zonas con un rojo más intenso se explican en gran medida por la existencia de un número mucho mayor de localidades con espacios más reducidos y con dependencia en gran medida del sector primario, por lo que de presentarse la langosta sería mucho mayor el número de personas afectadas en relación con el territorio que ocupan.

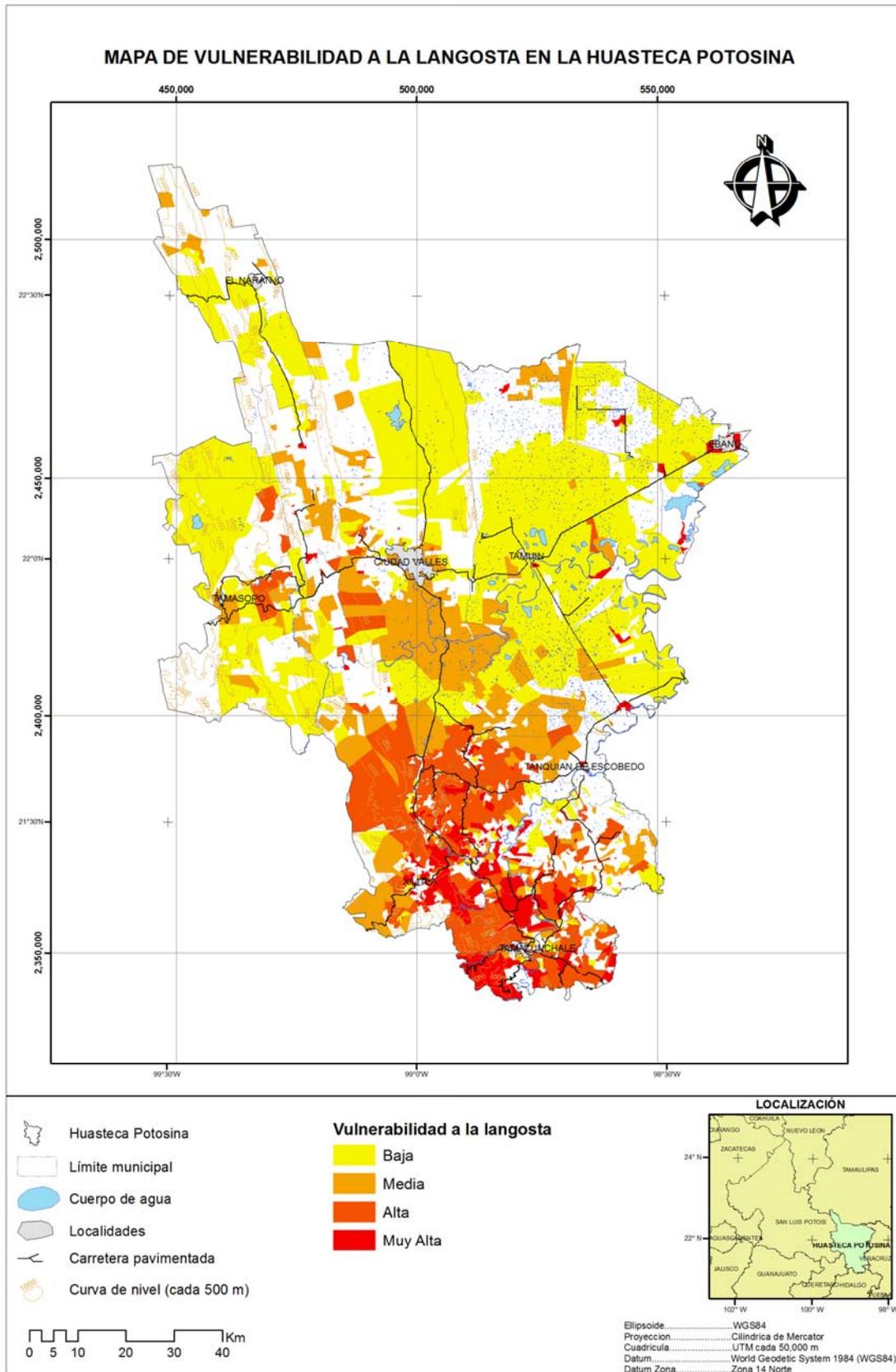
Para poder conocer el riesgo que corren estas mismas zonas de acuerdo a lo favorable de las condiciones presentes, se pudo relacionar la vulnerabilidad con la amenaza a la presencia de langosta así como la información histórica de plaga de langosta, de esta manera se pudo obtener el mapa de riesgo a la plaga de langosta (Figura 3.3.3). En este mapa se puede observar por tanto, las condiciones más favorables para su presencia en cada una de los polígonos del RAN y que se ha reportado en el periodo 1999 a 2005 presencia de la langosta.

Figura 3.3.1.- Mapa de amenaza de langosta en la Huasteca Potosina



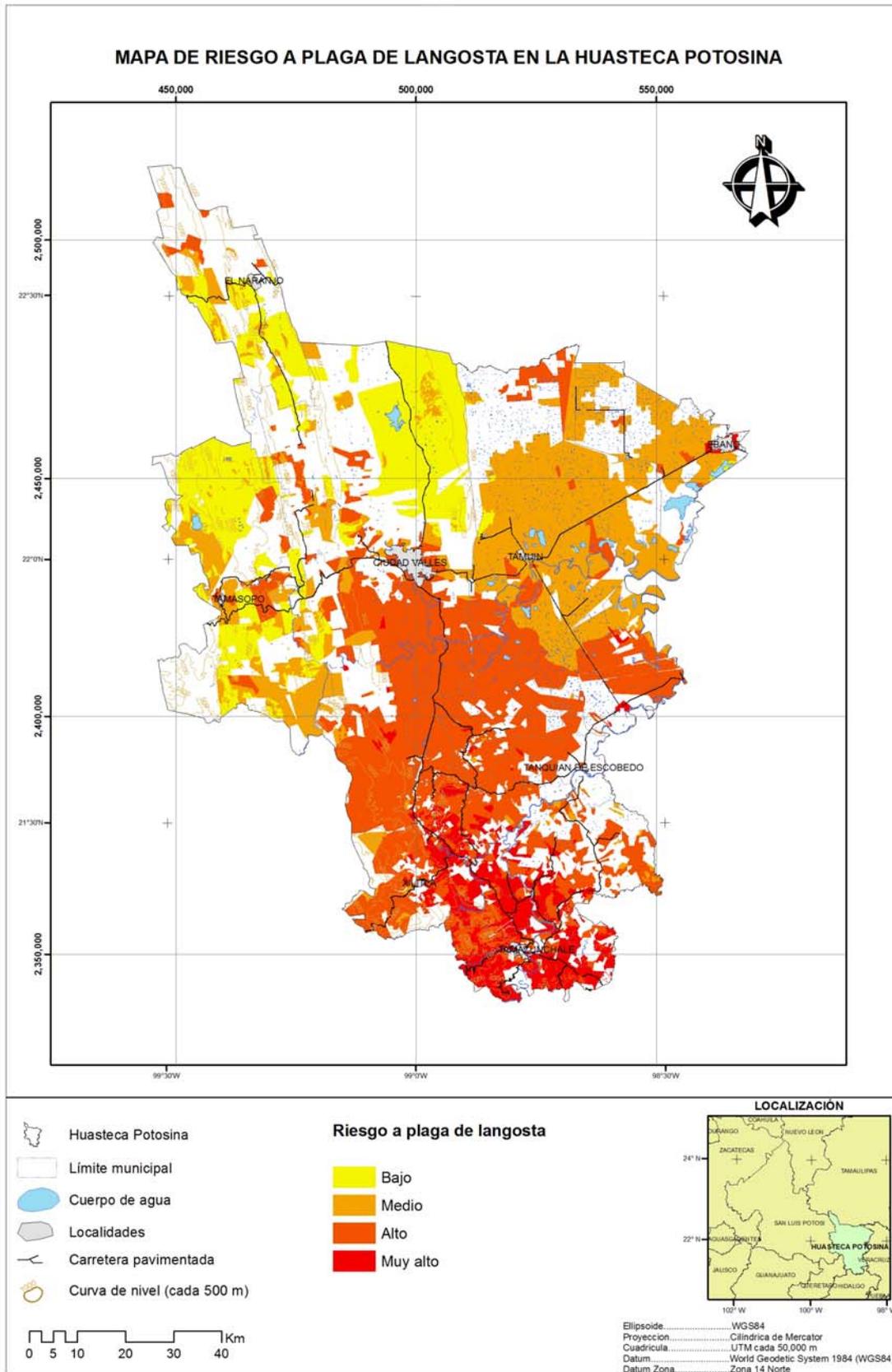
Fuente: En base a información cartográfica digital INEGI

Figura 3.3.2.- Mapa de vulnerabilidad a la langosta en la Huasteca Potosina



Fuente: En base a información cartográfica digital INEGI

Figura 3.3.3.- Mapa de riesgo a la plaga de langosta en la Huasteca Potosina



Fuente: En base a información cartográfica digital INEGI

## 4.- Discusión general

Haciendo el análisis de la información disponible utilizada se pueden ver varios aspectos susceptibles a mejorar en la obtención de los mapas de amenaza, vulnerabilidad y evaluación del riesgo.

Existen varias deficiencias de información encontradas para obtener el mapa de amenaza que es a continuación analizaremos.

Hay grandes diferencias entre los autores que han realizado estudios en torno a la langosta, incluso hasta del mismo autor en diferentes publicaciones; tal es el caso de Barrientos (2001) que habla de presencia y ovipostura en altitudes entre 0 y 860 m, mientras que Barrientos (2003) cambia este rango y lo establece entre 0 a 2000 m.

La información correspondiente a pH, profundidad y textura de suelo se obtuvo de cartografía digital de INEGI en escala 1:250,000, la cual no brinda el detalle deseado, y se basa en pocos pozos de verificación para una gran extensión de terreno; asimismo, algunos de ellos no cuentan con toda la información requerida.

El rango de profundidad de suelo propicia para la ovipostura a la que hacen referencia los autores es bastante amplio, desde los 1.5 cm hasta los 10 cm, esto hace que se caiga en imprecisiones al tratar de establecer el rango adecuado.

Los valores de textura que mencionan los autores como propicios para la ovipostura resultan difíciles de entender al analizar el triángulo de texturas de suelo ya que dichos autores manejan clases texturales tan contrastantes como, por ejemplo, la arenosa y la arcillosa.

También, la cartografía digital de INEGI presenta errores en la terminología utilizada para denominar a las texturas; por ello, se tuvieron que uniformar las clasificaciones correspondientes.

La descripción de las temperaturas en las que se observa presencia de langosta, según los distintos autores, queda muy poco acotada debido a que se manejan temperaturas medias anuales; por otra parte, la falta de información climática detallada dificulta la creación de cartografía propia de la zona.

La bibliografía que hace referencia a la precipitación y a los límites donde se presenta y oviposita la langosta presenta una gran diferencia de opiniones, por lo que también resultó difícil establecer las zonas de concordancia y los valores que se debían asignar en cada caso.

Los rangos de los mapas están en la mayoría de los casos predefinidos por lo que en ocasiones no es posible acotar las zonas para que haya una total concordancia con los valores definidos por los autores. Tal es el caso de la precipitación pues Barrientos (2001) menciona que la langosta se presenta por arriba de 700 mm; sin embargo, la información disponible en el mapa sólo registra valores arriba de los 900 mm.

Como se pudo apreciar en el desarrollo metodológico, estos problemas se resolvieron estableciendo valores arbitrarios para las variables consideradas, en función de la frecuencia de menciones bibliográficas. De esta manera, las amplitudes, valores límite o valores fijos más frecuentemente mencionados se ponderaron con mayor valor que aquellos mencionados con menor frecuencia o considerados como de menor o nula importancia.

Por otra parte es importante considerar que la información que sirvió como base para la elaboración del mapa de vulnerabilidad fue bastante escasa, ya

que sólo se tomó en cuenta el registro agrario nacional para definir las zonas ejidales, las poblaciones contenidas dentro de estas zonas, la población económicamente activa y de ahí la dedicada al sector primario; esto, más una base de datos de presencia histórica de langosta, sirvió para definir los valores correspondientes a la vulnerabilidad a esta plaga.

Es claro que una estimación de vulnerabilidad basada en sólo la PEA resulta poco robusta. Por ello, sería importante, en modelos posteriores, tomar en cuenta algunos otros factores como la presencia o ausencia de asociaciones de agricultores o ganaderos que podrían marcar la diferencia entre grupos vulnerables y no vulnerables, así como identificar las zonas en donde se recibe o se carece de apoyo técnico y financiero del Estado para enfrentar esta plaga.

La evaluación del riesgo se basa entonces en el mapa de amenaza y el de vulnerabilidad, el cual, aun con las deficiencias ya mencionadas, sirve como guía de la información que se recopiló y es susceptible de mejorarse con algunas otras variables que podrían integrarse para mejorar los resultados.

## **5.- Conclusiones**

Acorde con el método propuesto, las zonas de la Huasteca Potosina que presentan mayor amenaza a la plaga de langosta se encuentran, en primer término, en la planicie costera y en segundo lugar en las sierras bajas y abruptas del sur. Asimismo, las zonas más vulnerables fueron las ubicadas en el sur.

Con base en ambos criterios se obtuvo como resultado de la evaluación multicriterio que existe un mayor riesgo por la presencia de esta plaga en la parte sur de la Huasteca Potosina.

A pesar de la escasez y de la deficiente calidad de la información disponible, los mapas de amenaza y vulnerabilidad generados constituyen una herramienta básica y perfectible para llevar a cabo la evaluación del riesgo, ya que permiten hacer una caracterización de los lugares donde la plaga de langosta podría presentarse y ovipositar, y ocasionar mayores daños económicos a la población. Lo anterior facilita los trabajos de planeación en la prevención y control de esta plaga.

Este trabajo constituye un modelo que puede ser utilizado en trabajos orientados a la prevención y control de diversas plagas.

## **6.- Recomendaciones**

Proseguir con las investigaciones sobre la langosta, en un nivel de mayor profundidad, precisión y cobertura geográfica que aporten mayores y mejores datos para poder desarrollar mapas de presencia, rutas de desplazamiento así como sistemas de prevención, ya que de otra manera se manejan suposiciones que generan deficiencias en información con un gran margen de error.

Documentar con mayor nivel de detalle los ciclos de vida de la langosta en cada una de las zonas para poder establecer sistemas de prevención acordes a cada sitio.

Se requiere generar información digital estandarizada por parte de las campañas de combate a la plaga de langosta, ya que dicha información ayudará a desarrollar mejores sistemas de prevención.

Se deben mejorar los medios de captura en línea de la información, de tal manera que su integración sea mucho más ágil, sencilla y precisa.

Es importante difundir ampliamente la información generada por las campañas de combate a la plaga de langosta para que ésta resulte más accesible a todos los interesados.

Con base en una capacitación constante del personal se deberá asegurar una mejor calidad de la información obtenida.

Se requiere cartografía con mayor nivel de detalle, ya que con las escalas actuales se pierde demasiada información que podría ser muy útil en el estudio de la langosta e incluso de otros insectos.

La información climatológica debe ser más accesible y suficiente en número para precisar las variaciones presentes en la zona de estudio.

La información satelital de alta resolución como las imágenes SPOT podría ser una herramienta muy útil para la actualización de los mapas de uso de suelo que presentan un retraso importante en ese sentido, por lo que las zonas interesadas en tener su cartografía actualizada podrían ayudarse de esta fuente de información.

## **Anexos**

## **Anexo A. Leyendas y mitos prehispánicos**

Existen varias leyendas sobre el origen de la langosta dentro de las cuales está a la que hace referencia Trujillo (1975) y es la siguiente:

“Leyenda de la Zaaq” (langosta en Maya), tomada de Don Luis Rosado Vega, poeta y escritor yucateco, quien la recopiló de las diversas versiones de los habitantes de Yucatán, México “Comienza entonces a reinar la miseria en la cabaña del indio. El indio ha perdido en un instante su trabajo de un año, y ha perdido su alimento... ¿Qué maldición es esa que parece que baja del cielo? Es la langosta que inopinadamente se ha presentado ...ZAAK se le llama en el idioma maya. Es la langosta, la temible langosta, la enemiga feroz del indio que periódicamente viene a devorarlo todo, a devastarlo todo, a llevar el hambre a los hogares, la aflicción a los corazones y el llanto a los ojos. He aquí porque cayó por primera vez, esta maldición que significa hambre ... Vivía en un pequeño rancho una madre india y su hijo, solos los dos, pues ella era viuda. Con muchos afanes había levantado al hijo el cual ya era todo un mozo. Próspero el maizal que cultivaban con esmero, las cosechas siempre eran magníficas, así también las calabazas, frijoles y sandías, todo era abundancia. Entonces ni faltaban a su tierra las aguas del cielo, ni la maldita ZAAK había hecho su aparición sobre la tierra del Mayab. Si, prospero era el campo .... Pero una espina se hundía en el corazón de la buena mujer. Era infeliz a pesar de todo y su alma lloraba sin cesar, porque su hijo al que amaba tanto y, por el cual se había desvelado tanto, era de muy negros sentimientos. Hasta en ocasiones el mal hijo la había golpeado. Prósperas eran las cosechas, pero esto envanecía más al hijo, lo tornaba más soberbio y descargaba sobre su infeliz madre la dureza de sus entrañas. La ocasión que trajo consigo el colmo

las cosas, llegó al fin cuando en cierta ocasión el hijo infame trató de decapitar a la madre con su machete. La mujer fue herida y quedó así inútil, pero con vida, y pudo huir. Nunca nadie supo a dónde se fue ni nunca nadie volvió a saber de ella. El hijo malo comenzó a sentir la soledad, no había quien lo atendiera, enfermó y no había quién lo curara. Pero lo más horrible fue que un día al amanecer sintió y vio que sus brazos, aquellos brazos que había levantado contra la madre, se habían convertido en dos repugnantes serpientes. Y naturalmente comenzó el hambre para el hijo infame, porque cuando llevaba el alimento a la boca, no era su boca la alimentada sino las bocas de las serpientes. Fue a su milpa desesperado y su espanto no tuvo límites. Vio una mancha gris cerniéndose bajo el cielo, tan espesa y enorme que cubría el sol. De pronto la mancha se precipitó sobre la milpa arrollándola a él mismo, la mancha cubrió todo a el suelo, y cuando se levantó haciendo un gran ruido, todas las siembres estaban devastadas. Observó que aquella mancha al caer se había convertido en millones de pequeños animalitos con alas. Poco después se encontraba en la desolación absoluta. Lleno de ansiedad consultó a los H'menes, a los hombres adivinos que también estaban llenos de doloroso asombro; estos hicieron sacrificios de animales, escrutaron el espacio para ver de qué pliegue había salido la horrible plaga. Al fin concluyeron por saber que se trataba de una maldición que la madre había lanzado al hijo al abandonarla, y que hasta que apareciese de nuevo la mujer y lo perdonara, la maldición no pasaría. Se dieron a la tarea de buscar a la madre desaparecida, pero fue inútil, no apareció y la maldición continúa y continuará, dice la leyenda, por los siglos de los siglos, hasta que Dios sea servido de enviar nuevamente al mundo a aquella mujer para que perdone a su hijo y con

él a todos los demás malos hijos. La tradición tiene raíces tan hondas que en los pequeños pueblos y rancherías más apartadas de los centros mejor dispuestos, aún se conserva cierta animosidad contra las mujeres cuando la langosta se presenta, por entender que la maldición de una mujer fue la causa de la plaga”.

Una épica Náhuatl nos muestra la visión que tenían ellos del origen de la langosta y esta es descrita por Márquez (1963) en la que se narra que Yauhpan, el hombre de guerra, dejó a su mujer Tlahuiztli, las insignias de guerra, y se fue a una montaña a morar en soledad. Subió sobre una alta roca en escabroso desierto y en aquella roca de forma cónica, llamada “Tambor de piedra”, se puso a hacer penitencia viviendo en castidad. Tuvieron recelo los dioses de que fuera fiel a su intento y le enviaron a Yaotl, el enemigo, que es una de las formas de Tezcatlipoca. Fue él a poner a prueba su virtud. El envió, una en pos de otra, varias mujeres que le incitaran al mal, pero Yauhpan resistió a todas las tentaciones. Al fin llegó Xochiquetzalli disfrazada y se acercó a la roca y ganó la confianza del eremita y le rogó que le mostrara el camino para subir a la roca. El pendiente baja y la sube a su morada. Allí olvida su penitencia y rompe su guarda de castidad. La diosa se aleja entonces. Una vez vencido el guerrero, está a merced de su enemigo. Este viene y le mata y los dioses lo mudan en alacrán. Su mujer, que había venido en su busca, también es en alacrána mudada. Ambos, refugiados bajo la roca, prosiguen su nueva vida, pero enojados con los dioses al tentador lo mudan en langosta.

Existe otra leyenda proveniente del norte de Honduras, según Trujillo (1975) sobre el origen de la langosta, “Vivía una vez un hombre que tenía una milpa, ya casi en el punto de cosechar; el maíz estaba muy escaso y los pobres no

podían comprarlo, porque el precio era demasiado caro. El dueño de la milpa tenía mamá, pero ésta no vivía con él, y al saber la anciana que su hijo tenía maíz sazón, fue a pedirle; el hijo se negó diciéndole que era de mal agüero principiar de aquel modo la cosecha de su hermoso maizal. La señora se retiró llorando, no por la negativa de su hijo, sino por el castigo que seguramente le vendría. Después de algunos días vino de nuevo a pedir maíz a su hijo, y éste le dijo que se retirara, que le daba vergüenza que los amigos supieran que ella era su madre. La anciana dio un grito de dolor y en aquel momento, como por encanto, brotaron de la tierra millones de chapulines, que en pocos minutos dieron fin a la plantación, dejando la tierra tan limpia como si estuviera lista para nueva siembra. De allí se levantó se levanto la nube de esos voraces insectos, que pasan por todas partes destruyendo lo más útil para nuestra existencia.- Si ustedes dudan de los que les cuento, tomen una langosta y observen lo que tiene en el pecho: allí encontrarán con toda exactitud el alma del grano del maíz. ¡Cuántas desgracias nos vienen a causa de los malos hijos! Todos oían y callaban: estaban consternados”. Hace la aclaración Trujillo (1975) que de Guatemala a Panamá a la langosta se le llama comúnmente como chapulín. Algunas otras creencias que han estado presentes a lo largo de la historia nos hablan según Herrera (1943) que en 1880 las autoridades locales creyeron que era inextinguible, por su infinito número y la superstición de la gente las hacía pensar que la langosta era un animal sagrado por tener una impresión en el esternón, una figura en forma de cáliz, por lo que no se le debía perseguir, pues mientras más se mataran, más se reproducirían, denominándole así un origen divino. Según Trujillo (1975) también es posible conocer información del origen de la langosta en la Biblia donde encontró 25

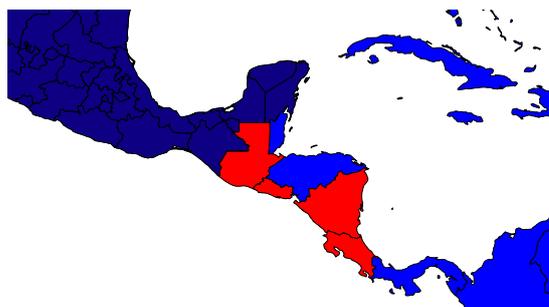
citadas sobre la langosta dentro de 6 Libros del Antiguo Testamento y 3 del Nuevo Testamento; en Éxodo y en Apocalipsis y analizando la información a la luz de la Acridiología, concluyo que se trata de insectos gregarios que cubrían una zona ecológicamente adecuada a ellos y que a la fecha existen todavía como un problema internacional de la langosta del desierto (*Schistocerca gregaria*), en varios países especialmente del África. En Éxodo (desde 10:4) según narra Trujillo (1975), la langosta fue traída por Moisés (1531 a.c. aproximadamente) a Egipto, en un viento cálido de la mañana y en tal cantidad que nunca se había visto antes ni se vería después, cubriendo todo el país y consumiendo toda la vegetación que había dejado el granizo, en tal forma “que no quedó cosa verde en árboles ni hierbas del campo, por toda la tierra de Egipto”.

En algunos otros libros religiosos también se encuentran referencias sobre la langosta, en El Corán según Trujillo (1975), refiere que la langosta que fue hecha por Janue-Bey, genio del mal, quien pidió a Alá, genio del bien, la cabeza de un caballo, el pescuezo de un toro, el pecho de un león, las alas de un águila y las piernas de un avestruz y con estas partes de animales fue que hizo a la langosta.

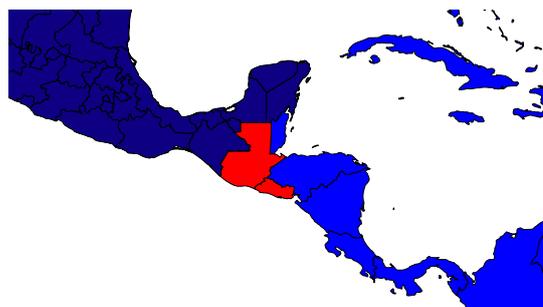
Al ver cada una de las distintas concepciones que existen acerca del origen de la langosta en varios lugares del mundo e ideologías nos muestra que en parte se concibe como un castigo de los Dioses, en otras lo vemos como un animal sagrado y a últimas fechas un animal que ha subsistido durante mucho tiempo y que su evolución le ha permitido ampliar su zona de distribución gracias a su gran adaptabilidad a diferentes ambientes.

## **Anexo B. Sítios históricos de presença**

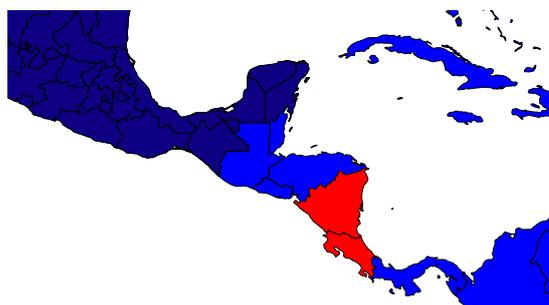
Según Márquez (1963) esta han sido las áreas de infestación en Centroamérica de los cuales se tiene registro a lo largo de los años.



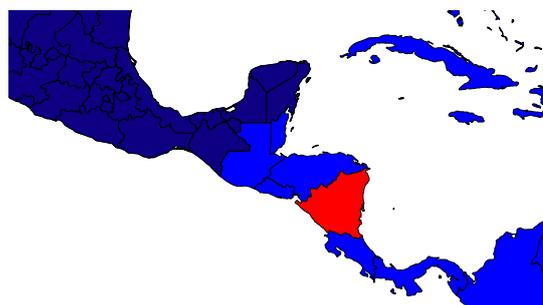
1947



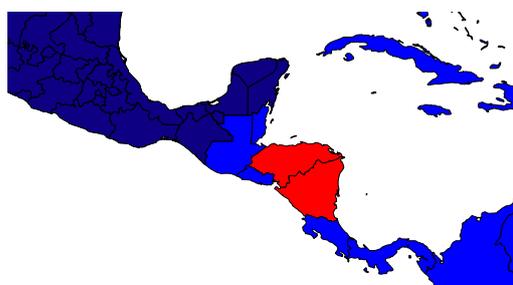
1948



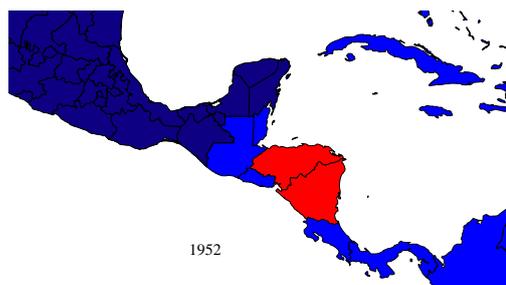
1949



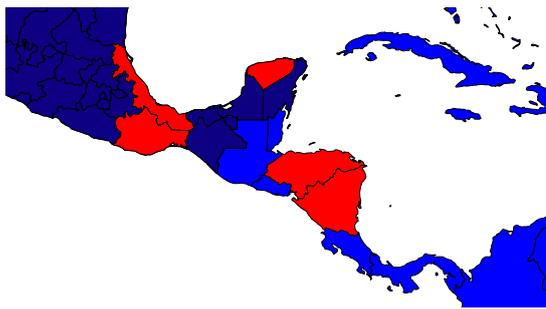
1950



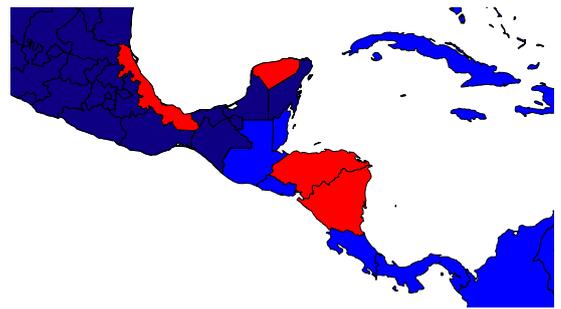
1951



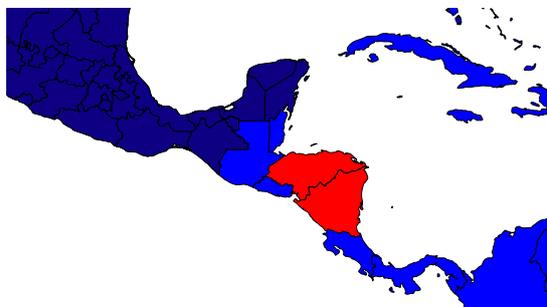
1952



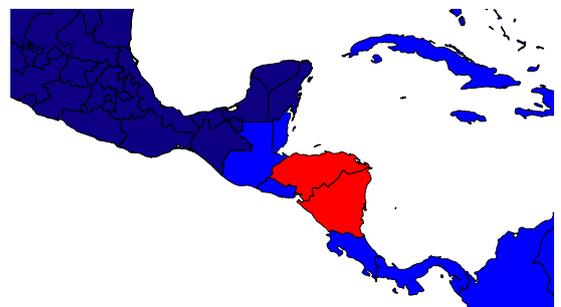
1953



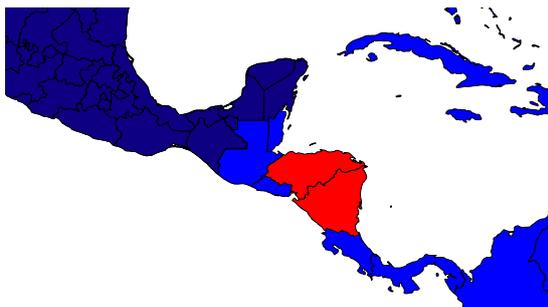
1954



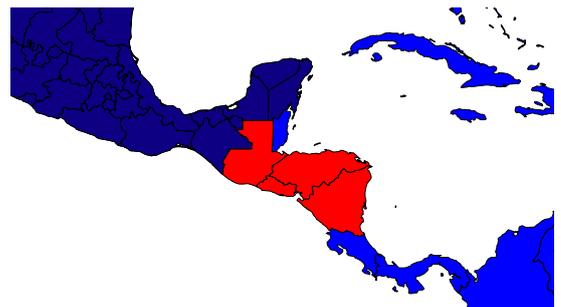
1955



1956



1957



1958

En azul claro se pueden observar los países de Centroamérica que se ven afectados por la plaga de langosta con su división política, en azul oscuro la división municipal de México y en rojo los países en los cuales se tiene registro de presencia de plaga de langosta.

Según la información de Márquez (1963) se puede observar en los siguientes mapas el comportamiento de la plaga a lo largo de los años y su presencia con una mayor persistencia en algunos estados a diferencia de otros.

En rojo se pueden observar los estados en los que se registró presencia de plaga de langosta y en azul se pueden observar aquellos donde no hubo para cada uno de los años que se muestra el mapa.



1922



1923



1940



1941



1942



1943



1944



1945



1946



1952



1953



1954

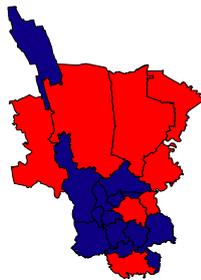


1955

Tomando como base la información proporcionada por Sanidad Vegetal del Estado de San Luis Potosí (2005) se puede hacer el seguimiento a partir de 1963 y hasta el 2005 de los lugares donde hubo presencia de plaga de Langosta.



1963



1964



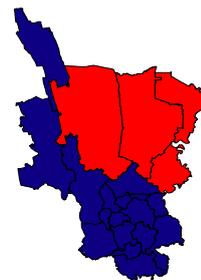
1965



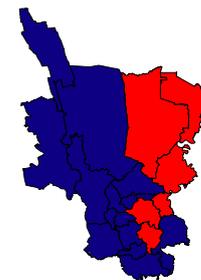
1966



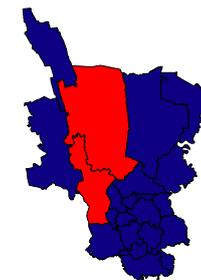
1984



1990



1991



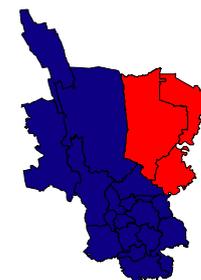
1996



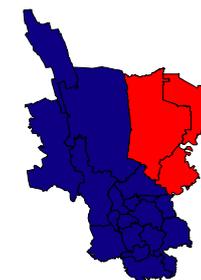
1997



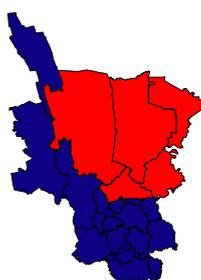
1998



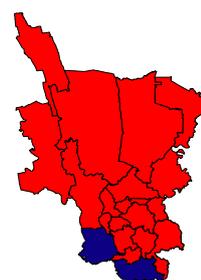
1999



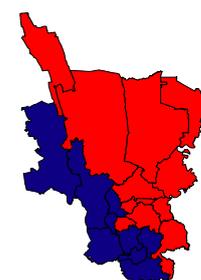
2000



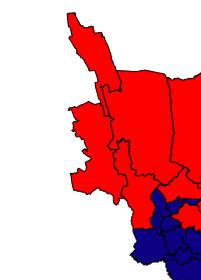
2001



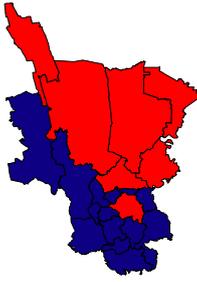
2002



2003



2004

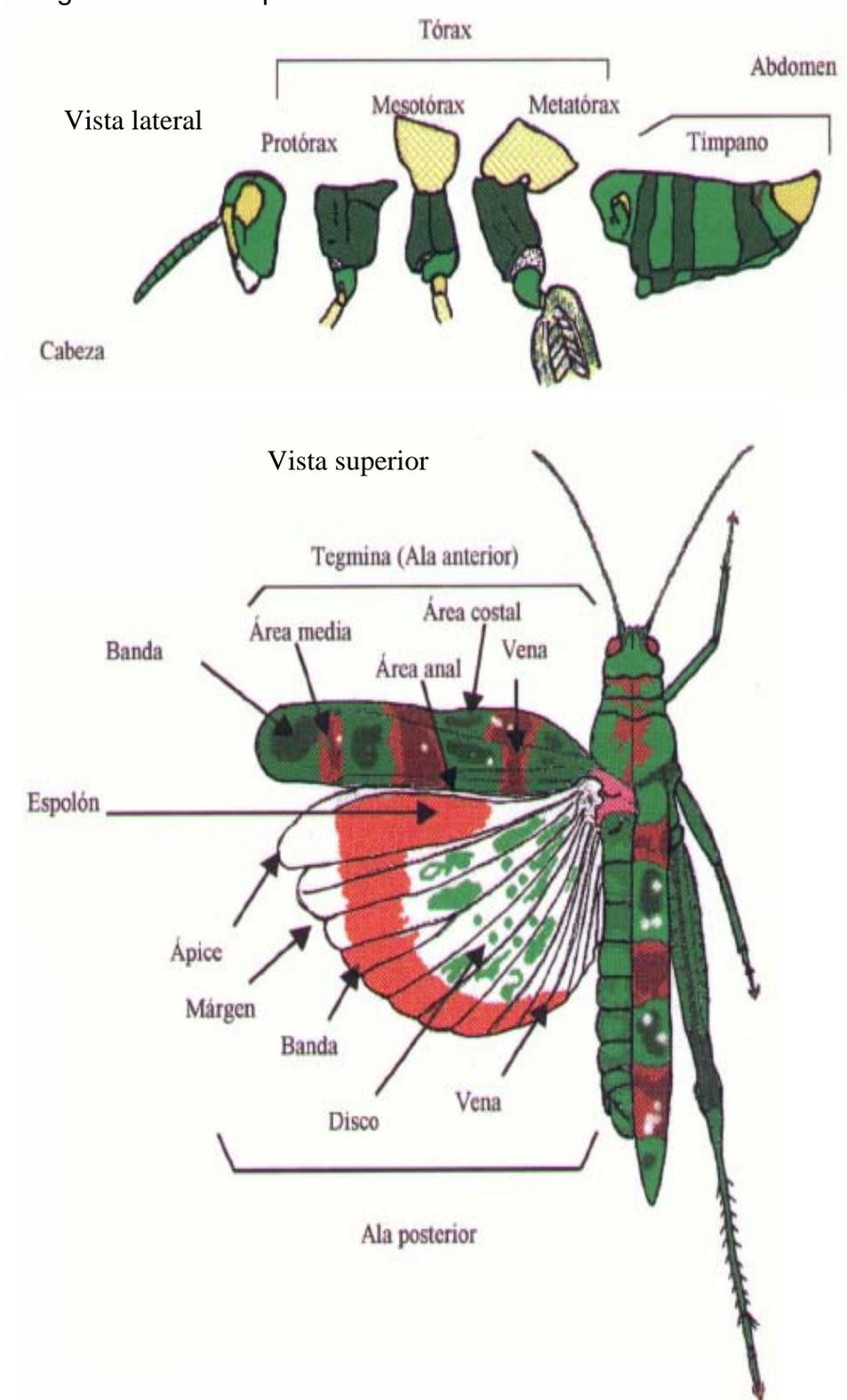


2005

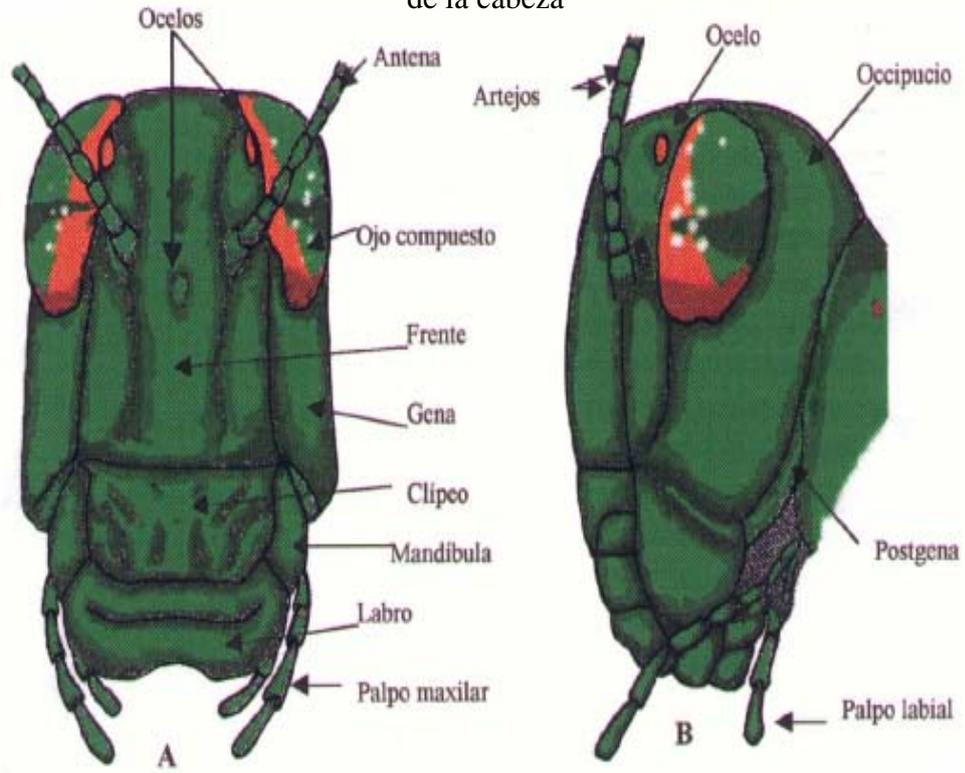
El área corresponde a la Huasteca Potosina y está dividida acorde a la división municipal del estado de San Luis Potosí de acuerdo a la información cartográfica digital de INEGI, en rojo los municipios donde se registro plaga de langosta y en azul donde no lo hubo.

## **Anexo C. Morfología**

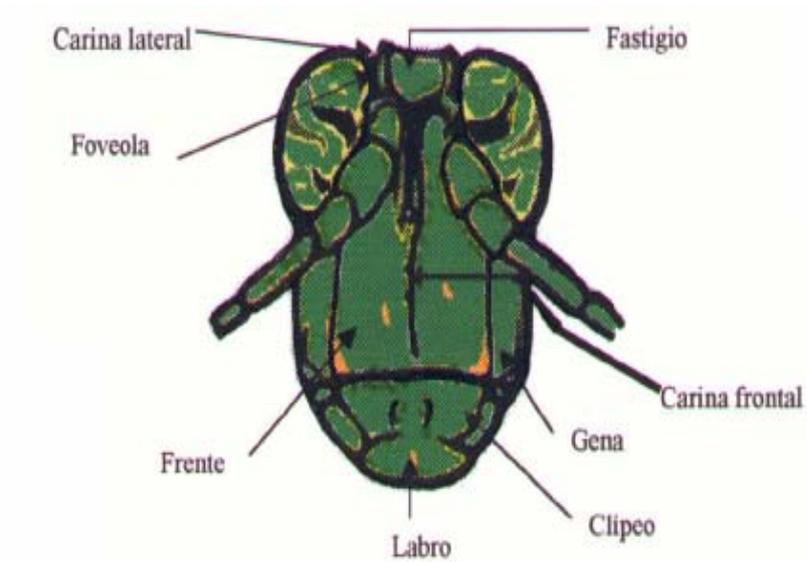
Según Anaya (1996) se pueden observar las siguientes características morfológicas en los chapulines:



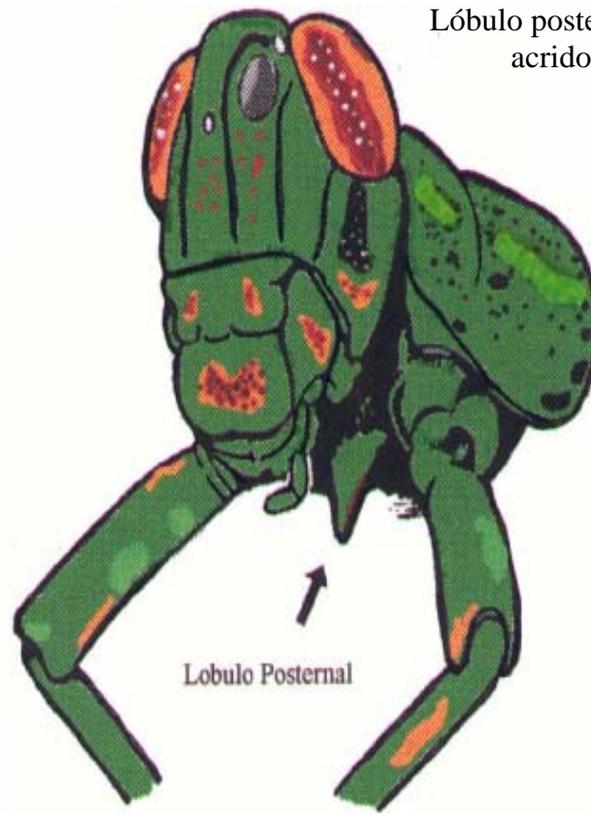
Vista frontal (A) y lateral (B)  
de la cabeza



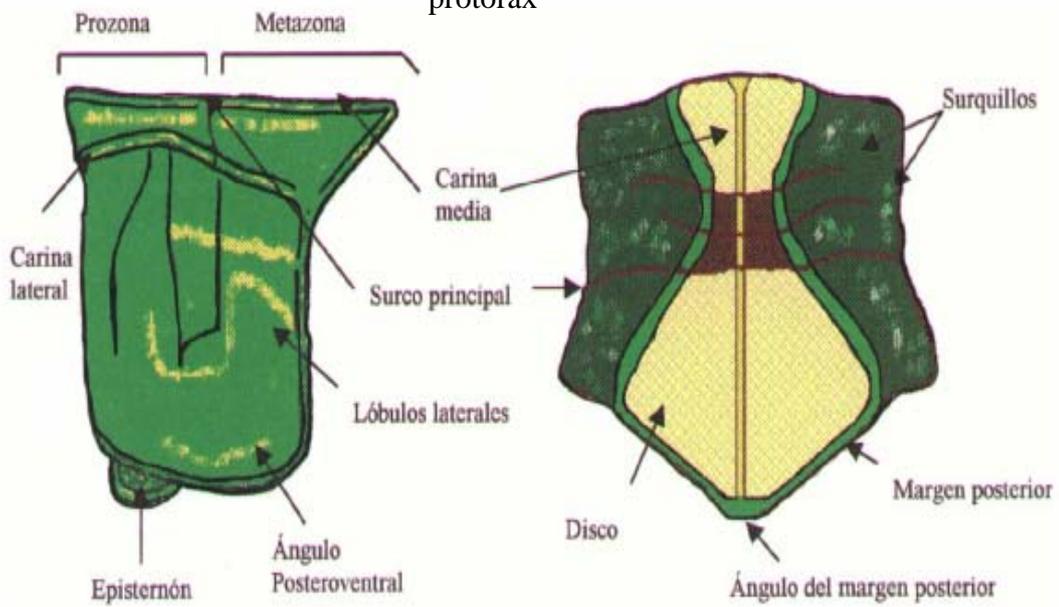
Vista frontal de la cabeza de un  
Acridoideo



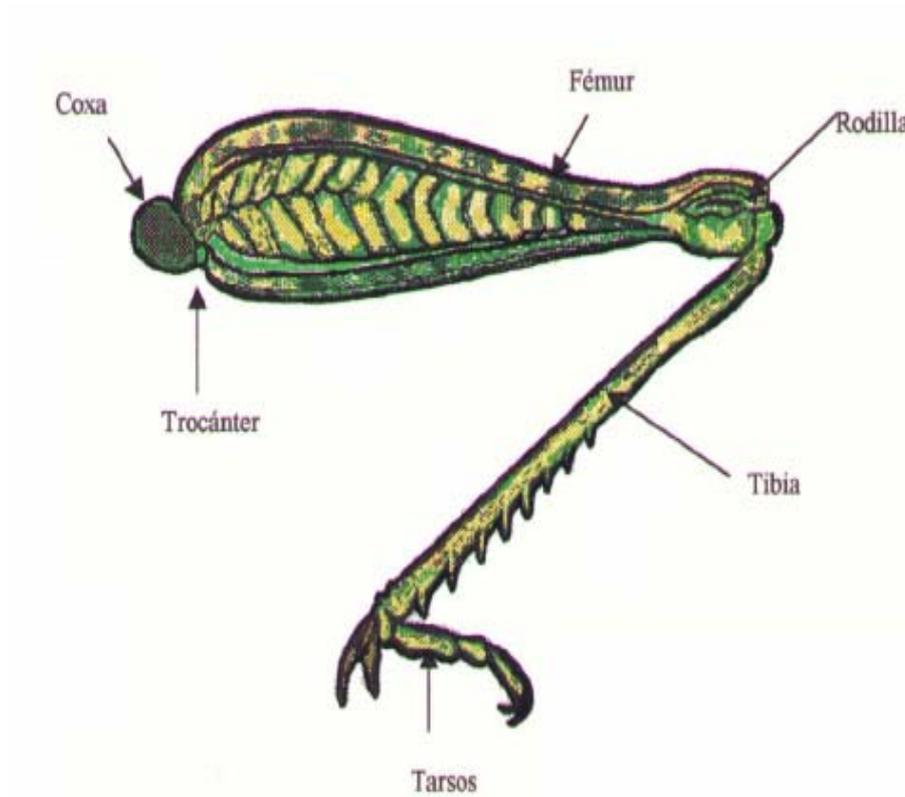
Lóbulo posternal de un acridoideo



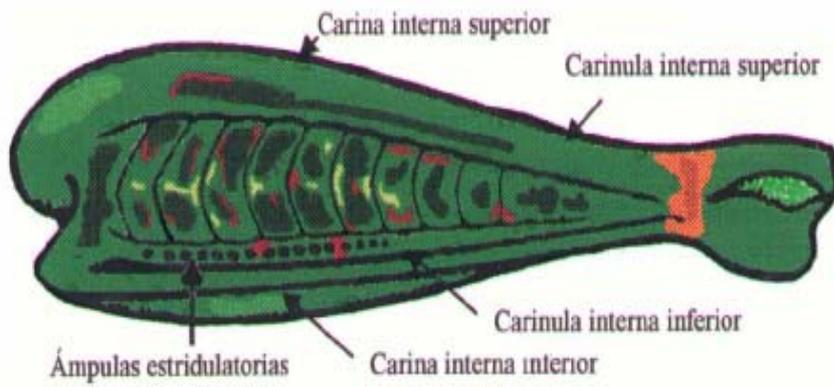
Vista lateral y dorsal del protórax



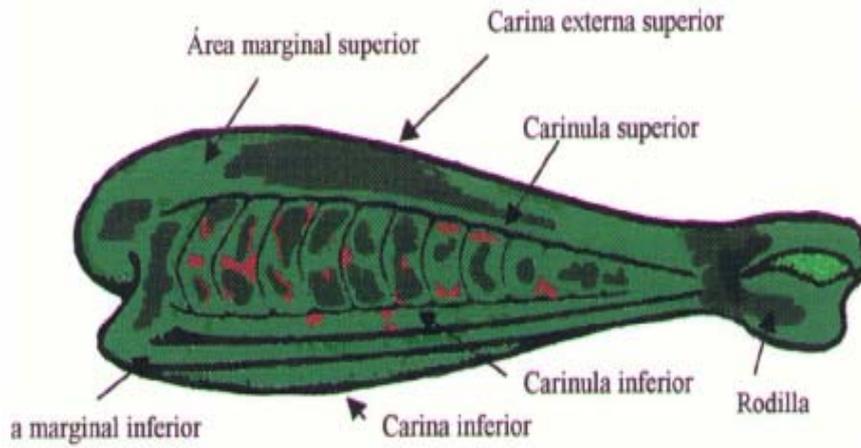
Pata posterior de un acridoideo



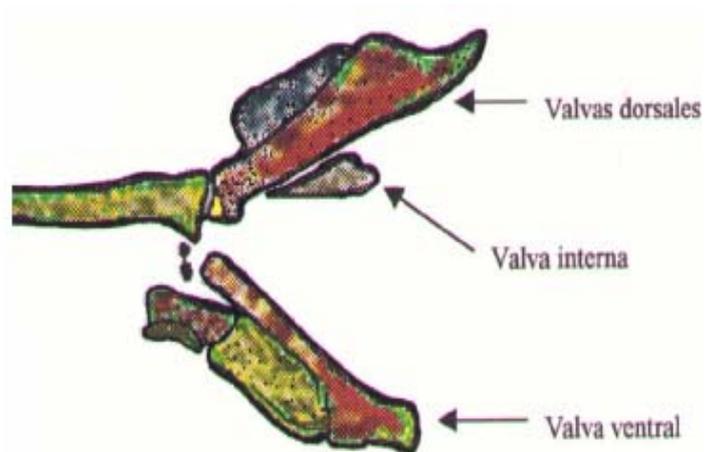
Cara interna del fémur posterior



Cara externa del Fémur posterior



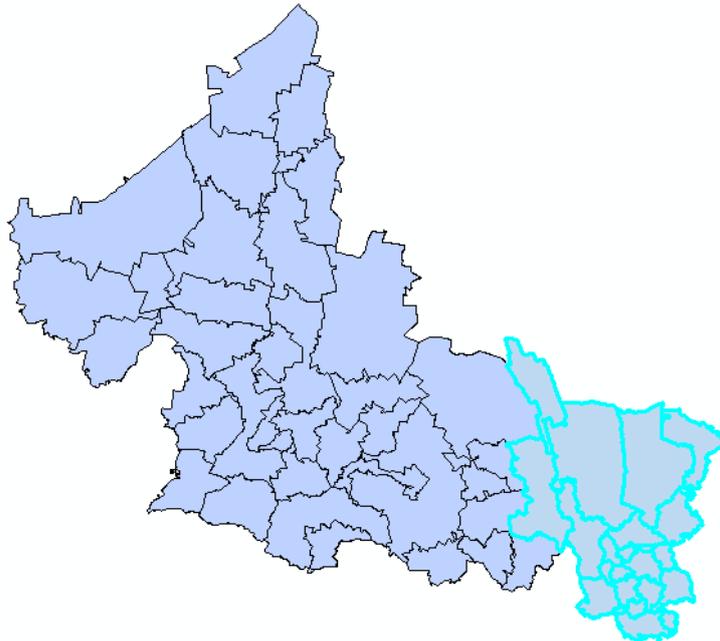
Aspecto lateral del complejo fálico de un acridoideo



## **Anexo D. Desarrollo metodológico en software**

Para la elaboración de los mapas se usaron varias fuentes de información, escalas y sistema de referencia geográfica, por lo que se tuvo que proceder al análisis y la estandarización de la información para su posterior manejo. Los software usados para poder utilizar la información fueron ArcView 3.2, ArcGIS 9.2, ERMapper 6.4, Excel 2007, ERDAS 9.1 y AutoCAD 2008. Los elementos que están contenidos en todos los mapas es lo que se puede observar en el Mapa 3.1 que integra el límite de la zona de estudio en este caso la Huasteca Potosina. Para obtener este límite se utilizó la cartografía de la división municipal de los estados de INEGI en formato shape, (que es el formato utilizado para los software de ArcView 3.2 y ArcGIS 9.2) y se procedió a conjuntar los municipios que conforman la Huasteca Potosina los cuales son: Ébano, Tamasopo, Ciudad Valles, Tamuín, El Naranjo, Aquismón, Tanquián de Escobedo, San Antonio, Tancanhuitz de Santos, Tanlajás, San Martín Chalchicuautla, Xilitla, Tampacán, Axtla de Terrazas, Tamazunchale, Matlapa, Coxcatlán, Tampamolón Corona, Huehuetlán y San Vicente Tancuayalab. Se añade a un proyecto nuevo en ArcGIS 9.2 el shape de la división municipal del Estado de San Luis Potosí y se procede a seleccionar los municipios mencionados que corresponden a la Huasteca Potosina. Teniendo seleccionados los municipios (Figura D.1), se procede a con la edición del shape mediante la opción de Start Editing (Figura D.2) para lograr integrar todos los municipios en una sola zona. Estando en el modo de edición del shape se escoge la opción de Union (Figura D.3) con la cual se logran que todos los municipios que se tienen seleccionados se integren en una sola área.

Figura D.1.- División municipal del estado de San Luis Potosí



Fuente: Datos digitales vectoriales INEGI

Figura D.2.- Opción para iniciar edición.

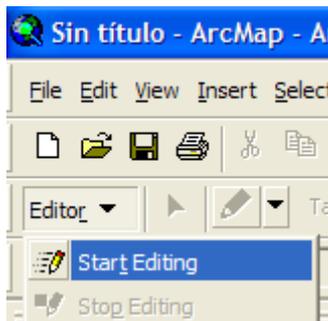


Figura D.3.- Opción para realizar unión.

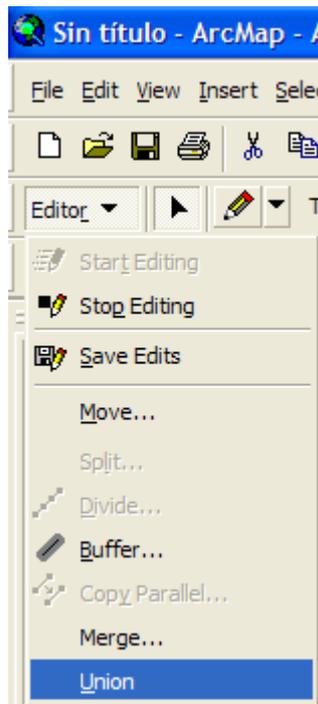
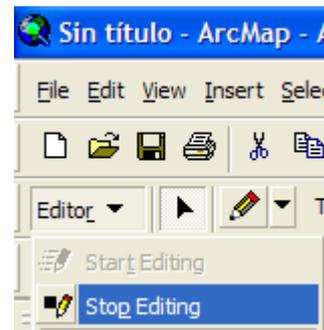


Figura D.4.- Opción detener la edición

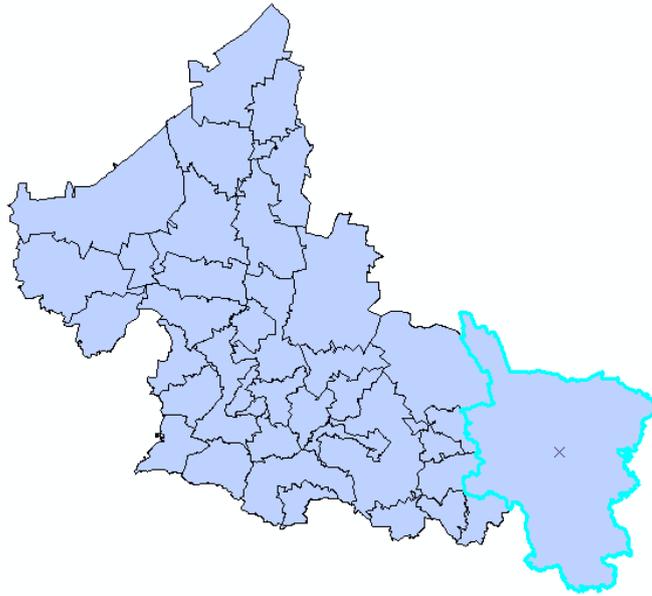


Fuente: ArcGIS 9.2

Habiendo unido todos los municipios se procede a detener la edición por medio de la opción de Stop Editing (Figura D.4) y se responde que escoge el botón de Yes a la ventana que aparece para preguntar sobre desear guardar los

cambios al shape de municipios. Como resultado de la unión de los municipios pertenecientes a la Huasteca Potosina y al haber guardado la edición obtenemos por resultado el polígono de la Huasteca Potosina (Figura D.5).

**Figura D.5.- Área de estudio**



**Fuente: Datos digitales vectoriales INEGI**

Teniendo este polígono seleccionado se procede a hacer su exportación a uno nuevo shape que solo contendrá este único polígono.

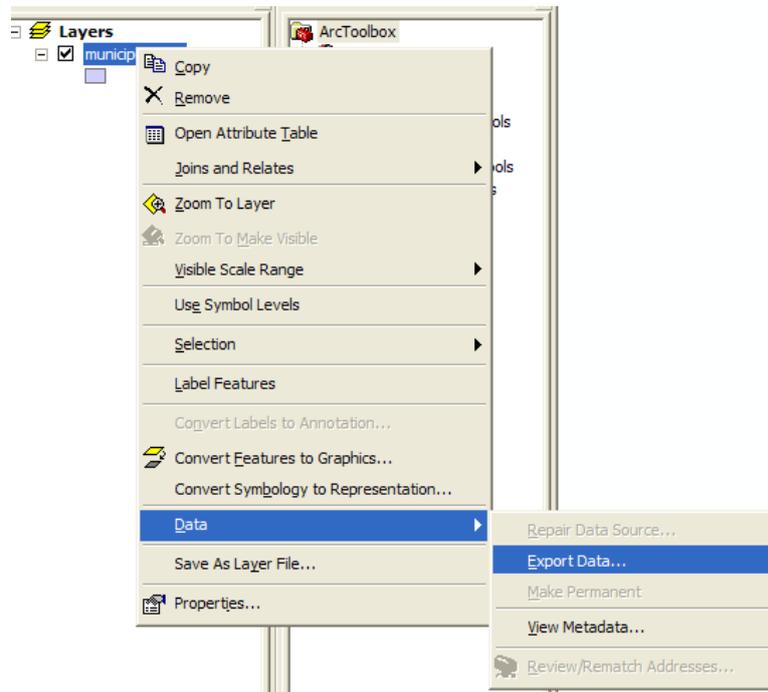
Para ello se escoge se da clic derecho sobre el tema de municipios y se escoge la opción de Data, posteriormente la opción de Export Data (Figura D.6) y se escoge una ruta y un nombre de salida.

Para la integración de las principales vías carreteras que componen la zona, se consideraron todas las cartas 1:50,000 que están presentes en la zona de estudio.

La información de localidades urbanas también se obtuvo de INEGI de las localidades urbanas a nivel estatal en formato shape.

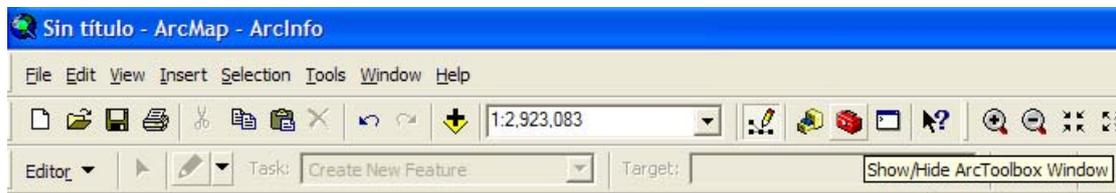
De la información a nivel estatal se hizo un recorte teniendo el polígono de la Huasteca Potosina previamente elaborado, se presiono clic sobre la herramienta de ArcToolBox (Figura D.7) y en ella se selecciona la parte de Analysis Tools, de ahí la parte de Extract y finalmente la de Clip (Figura D.8), esta herramienta es la que permitió hacer el recorte toda la información que aún no se encontraba delimitada a la zona de interés.

**Figura D.6.- Opción para exportar los datos.**



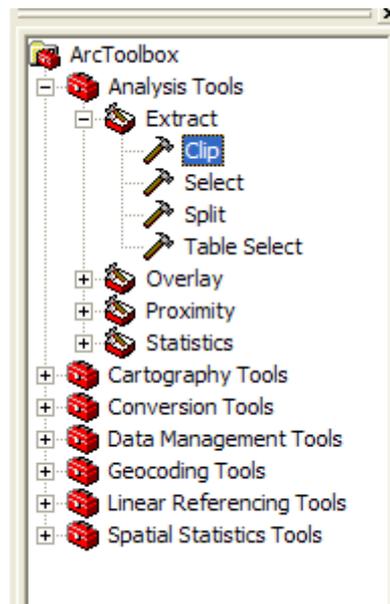
**Fuente: ArcGIS 9.2**

**Figura D.7.- Botón para la activación de la caja de herramientas**



**Fuente: ArcGIS 9.2**

**Figura D.8.- Opción para recortar la información del área deseada**



**Fuente: ArcGIS 9.2**

Habiendo escogido la herramienta de Clip, se debieron de escoger dos shapes de entrada y uno de salida (Figura D.9), el primer shape de entrada es el que contiene la información a recortar en este caso las localidades a nivel estatal, el segundo que se introduce es aquel contra el cual se va a hacer el recorte, es decir el límite de la Huasteca Potosina y finalmente se señala el nombre de la información resultante, es decir la información que ha sido ya recortada.

**Figura D.9.- Ventana para selección de parámetros para realizar el recorte de la información**



**Fuente: ArcGIS 9.2**

El recorte de la información fue aplicado a los shapes de cuerpos de agua, vías de comunicación y curvas de nivel de forma que estos shapes se les aplico el mismo procedimiento.

Después de haber hecho el recorte de la información se procedió a elaborar el mapa que sirvió como base para todos los mapas.

Para el caso de las curvas de nivel solo se muestran rangos cada 100 m para no saturar de información el plano base, los cuerpos de agua se dejaron todos aquellos polígonos que representan esa información, de las localidades urbanas solo se pusieron algunas representativas en las diferentes zonas para no saturar tanto el mapa considerando también la escala a la que se muestra la información, finalmente de las vías de comunicación solo se pusieron las vías de transporte más importantes.

De la información de edafología se utilizaron las cartas escala 1:250,000 presentes en la zona que son la F1405 y F1408.

Después de que se añadieron las capas de información de edafología, se escogió la herramienta de Merge (management) Figura D.10.

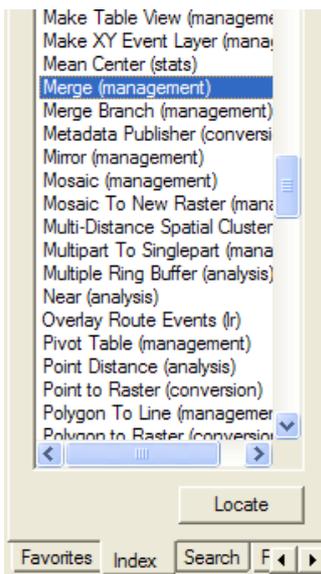
Al hacer uso de esta herramienta, se tomaron los temas de edafología (Figura D.11).

Habiendo escogido los dos shapes de edafología solo se asigno un nombre de salida al nuevo shape que se obtuvo como resultado de este proceso.

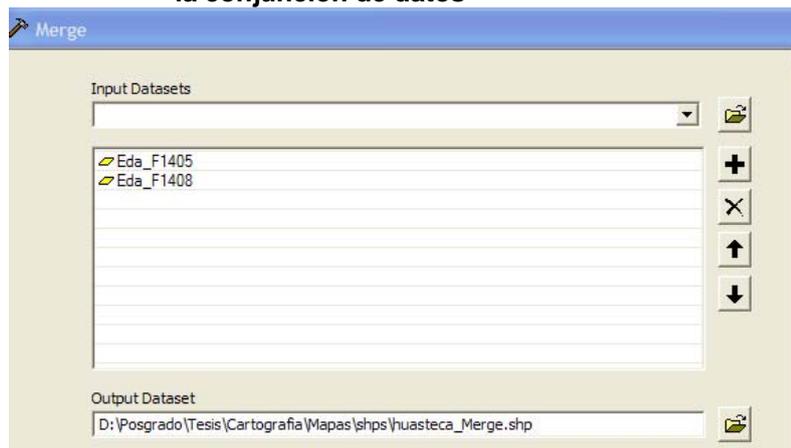
Después de unir los dos shapes se procedió a hacer el recorte descrito anteriormente para que solo quedara la información propia de la zona de

estudio. La información digital de edafología no contienen toda la información que se obtiene de las cartas en papel, ya que las cartas en papel contienen lo que son conocidos como pozos de verificación, que son pozos que se hicieron en campo y que sirven para corroborar la información acerca de la clasificación que se le dio a cada zona.

**Figura D.10.- Opción utilizada para la conjunción de datos**



**Figura D.11.- Ventana de parámetros para la conjunción de datos**



**Fuente: ArcGIS 9.2**

Esta información es muy útil para la investigación que se desarrolla ya que contiene los datos de profundidad de los suelos, el pH y la textura, estos tres elementos resultan de vital importancia para definir los sitios de ovipostura.

Para poder integrar esta información dentro de la cartografía digital, se procedió a realizar la digitalización de los puntos de verificación mediante el software AutoCAD 2008 y una tableta digitalizadora (Figura D.12)

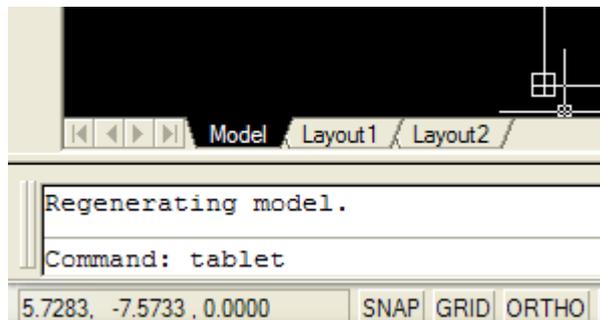
Después de haber entrado al software de AutoCAD 2008 se hizo una calibración de la tableta digitalizadora mediante el comando tablet (Figura D.13) seguido de un calibrate.

Se seleccionaron los puntos que se tomaron como referencia dentro del mapa de tal forma que la información quedo espacialmente referida para poderse integrar posteriormente a los otros elementos digitales con los que se contaba.

**Figura D.12.- Tableta digitalizadora**



**Figura D.13.- Opción en AutoCAD para la calibración de la tableta**



**Fuente: AutoCAD 2008**

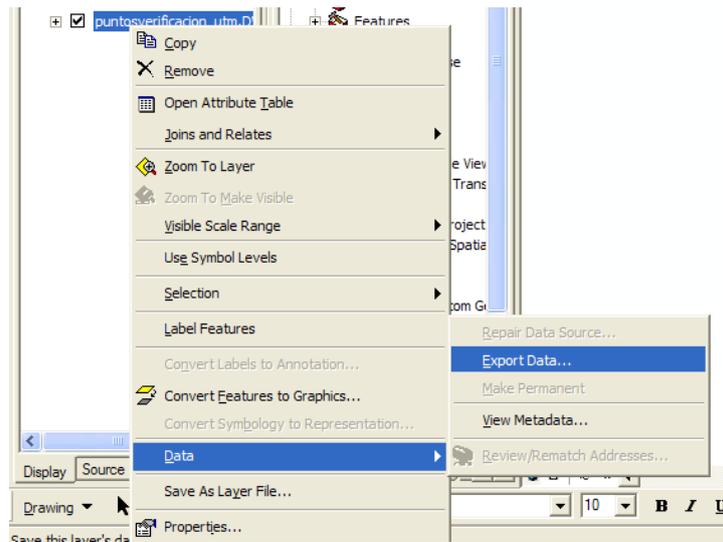
Por medio del comando point dentro de AutoCAD 2008 se hicieron la captura de todos los puntos de verificación.

Los puntos ya digitalizados se añadieron a la información al ArcGIS 9.2 para poder asignarles el identificador.

Para poder manejar la información dentro del ArcGIS 9.2 se tuvo que hacer la conversión de la información dando clic derecho sobre la información añadida de en formato de AutoCAD, posteriormente se escogió la opción de Data y de ahí la opción de Export Data (Figura D.14)

De la información resultante se abrió su tabla de datos dando un clic derecho sobre el shape, posteriormente se selecciono la opción de Open Attribute Table (Figura D.15), para añadirle un campo que sirvió para posteriormente agregarle el identificador presente en la cartografía en papel y que se pudiera relacionar posteriormente con la tabla de datos que se capturo en Excel.

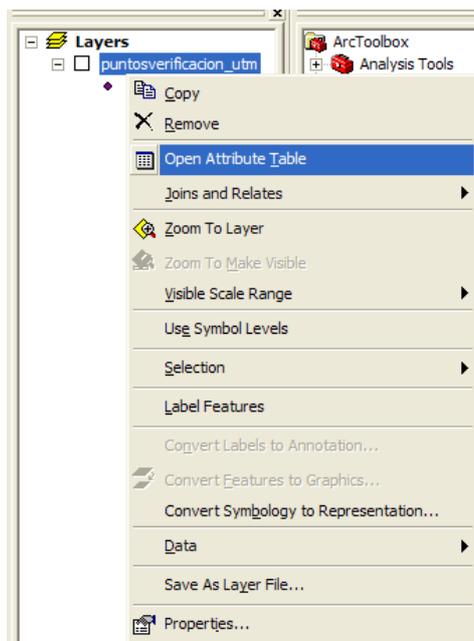
**Figura D.14.- Opción para exportar la información al formato de ArcGIS 9.2**



**Fuente: ArcGIS 9.2**

Para agregar el campo teniendo la tabla de atributos abierta se selecciono el botón de Tools y se escogió la opción de Add Field (Figura D.16), habiendo escogido esta opción, se asigno ID\_E en la parte de Name y 3 en la parte de Precision (Figura D.17), ya que el número más grande que tiene cualquiera de las dos cartas es menor a cuatro dígitos.

**Figura D.15.- Opción para la apertura de la tabla de datos del archivo de ArcGIS.**



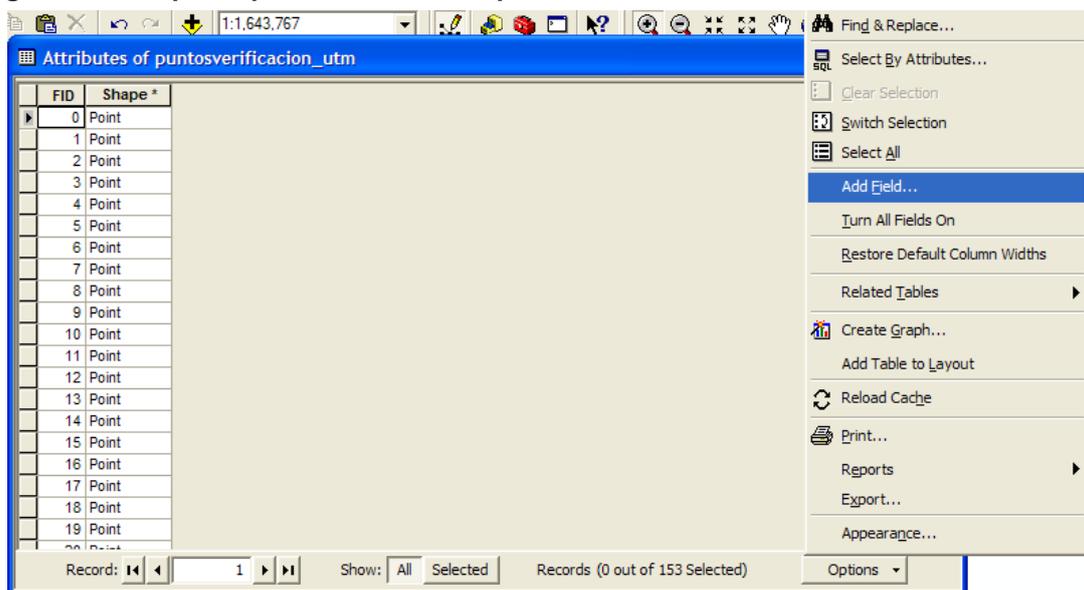
**Fuente: ArcGIS 9.2**

Después de haber creado el campo se procedió a ir poniendo la información correspondiente para cada uno de los puntos, esto se hizo seleccionando el punto por medio de la herramienta de Select Features y posteriormente seleccionando alguno de los puntos, lo que ocasiono también que en la tabla se seleccionara (Figura D.18).

Ya que se fueron seleccionando cada uno de los puntos se les fue asignando su valor de acuerdo a como se podían observar en la cartografía a papel.

La asignación de valores fue por medio del Field Calculator (Figura D.19) y en la ventana que sale para asignar los datos (Figura D.20) se fue poniendo cada uno de los valores que le iban correspondiendo.

**Figura D.16.- Opción para añadir un campo a la tabla de datos.**



**Fuente: ArcGIS 9.2**

La asignación del identificador de cada uno de los puntos de verificación sirvió para relacionar esta información con aquellas que viene en la parte posterior de la hoja de la carta en papel de edafología y que fue capturada enteramente en Excel para poder utilizar todos aquellos datos que arrojaran alguna información extra a los datos que ya vienen incorporados a la información digital.

Figura D.17.- Ventana para establecer el nombre, tipo y precisión del nuevo campo.

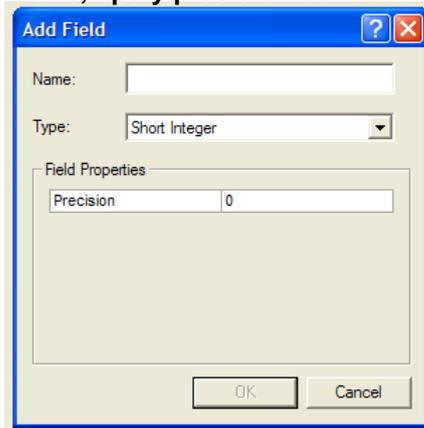
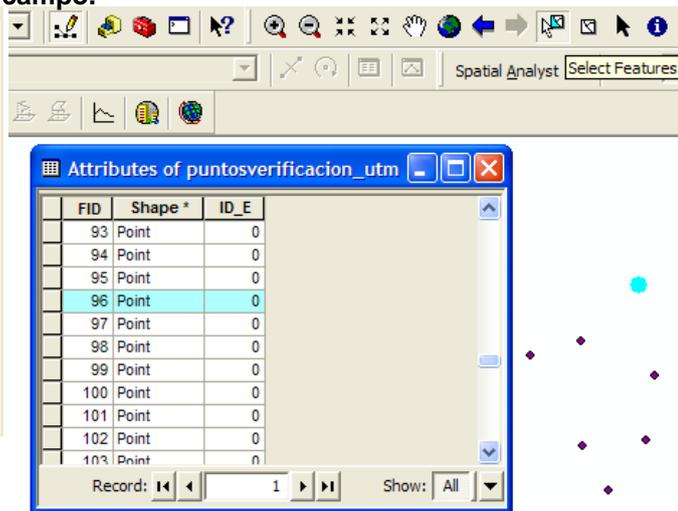


Figura D.18.- Selección de la información desde la tabla



Fuente: ArcGIS 9.2

Figura D.19.- Opción para establecer el valor de un campo

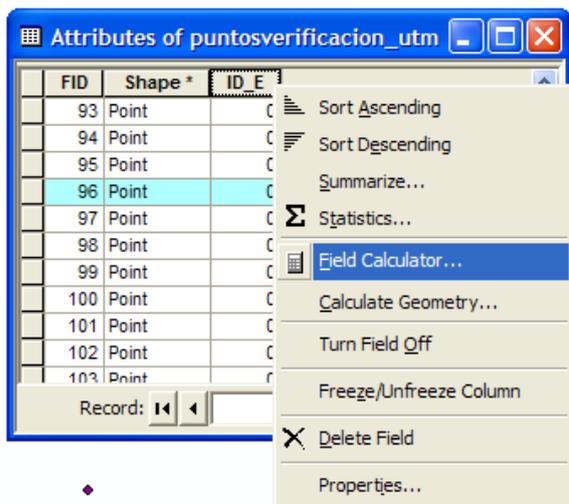
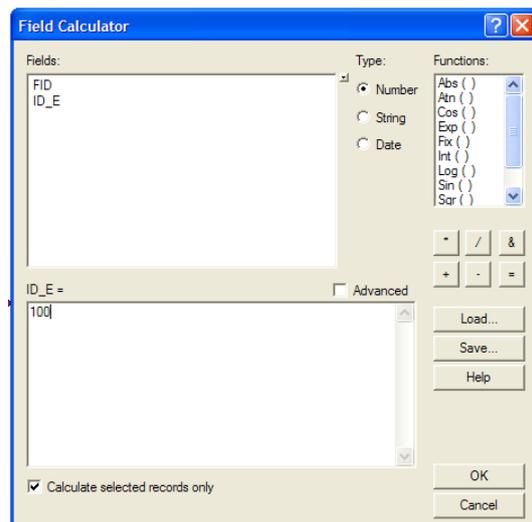


Figura D.20.- Ventana para definición del valor a asignar al campo



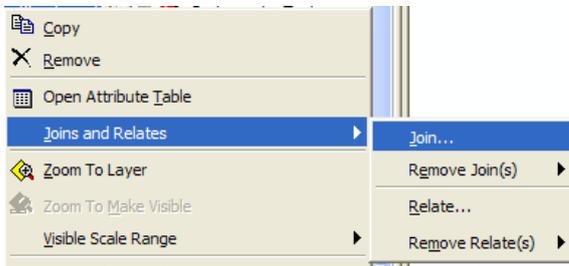
Fuente: ArcGIS 9.2

Los datos que fueron capturados en Excel se les puso como primer renglón el nombre de la información que cada una de las columnas había de representar pero cuidando siempre el cumplir las consideraciones de cuando mucho 8 letras en el título, sin espacios en blanco ni signos de puntuación, sin acentos ni ñ y utilizando un guión bajo para marcar la separación entre letras, no dejando columnas ni renglones totalmente en blanco entre datos y comenzando en la columna A para crear la tabla. Dicha tabla fue añadida a los

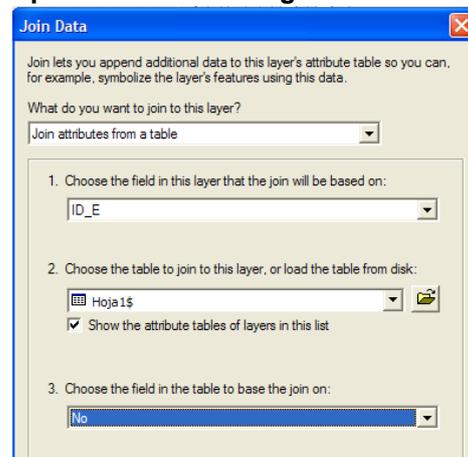
elementos existentes del proyecto de ArcGIS y se hizo una liga con los puntos que ya contenían su identificador. Para poder relacionar estos datos se le dio clic derecho sobre el shape de puntos y se escogió la opción de Joins and Relates, después de eso la opción de Join (Figura D.21).

En la pantalla que aparece se escogieron los campos con los cuales se genero la liga para poder pasar toda la información capturada en Excel a los puntos espacialmente referidos con formato shape (Figura D.22).

**Figura D.21.- Opción para establecer una liga entre tablas de datos**



**Figura D.22.- Ventana para la elección de los campos para establecer la liga entre tablas**



**Fuente: ArcGIS 9.2**

Después de haber generado la liga se procedió a convertir a formato shape nuevamente (Figura D.23) de tal manera que el nuevo shape generado ya contenía todos los datos de la tabla de Excel.

Este procedimiento se realizo tanto para la carta F1405 como para la F1408 por separado, ya que los identificadores de los pozos de verificación se repetían por lo que se tuvo que hacer por separado y posteriormente se unieron los puntos mediante la herramienta de Merge (Management) (Figura D.10).

Teniendo la información de los puntos de verificación y el mapa de edafología, se procedió a agregar un campo nuevo (Figura D.16) al shape de edafología para poder incluir la clave del pozo de verificación con el que se complementaría la información digital que ya contenía.

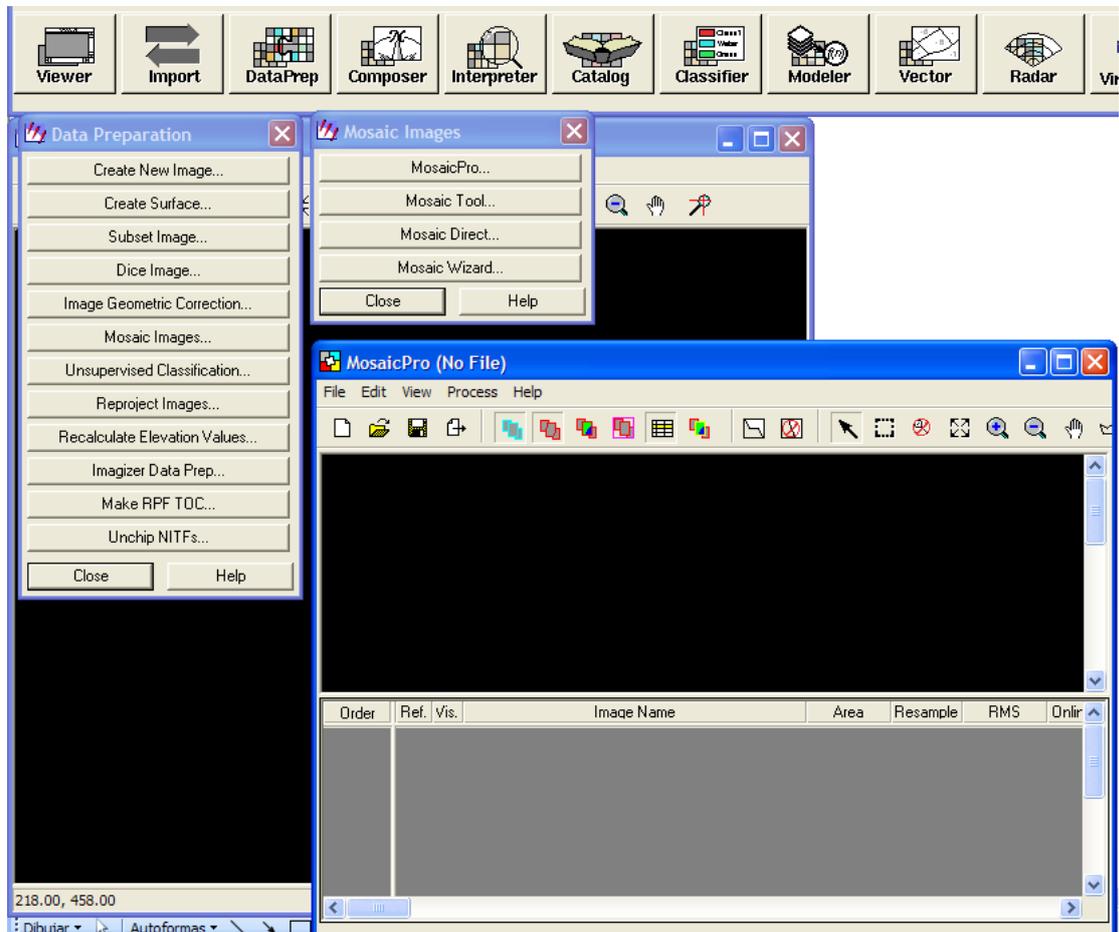
Se realizó una búsqueda de cada uno de los polígonos que representan las distintas edafologías en la zona de estudio para hacer un comparativo con los pozos de verificación y poder saber cual pozo podría contener la información complementaria más acertada de acuerdo a la cercanía al pozo de verificación y de acuerdo al tipo de suelo descrito. Después de hacer dicha búsqueda y haber colocado la información correspondiente al pozo, se procedió a hacer una liga de los polígonos de la edafología con los pozos de verificación basado en las clave de los pozos de verificación ya añadidos a la tabla de datos de la edafología. Como resultado de esto se obtuvo que la edafología digital ahora tuviera toda la información disponible en la carta digital y en la de papel. La información climática se obtuvo en base al mapa generado en el proyecto SAGARPA-CONACYT, 2004, CO1-186/A1-CCSyH-UASLP y fue estuvo basado en las estaciones climatológicas de la CNA presentes en la zona de estudio así como algunas otras aledañas que permitieron hacer los análisis pertinentes para obtener los climas de la zona. La información de isotermas también se obtuvo en base al mapa generado en el proyecto SAGARPA-CONACYT, 2004, CO1-186/A1-CCSyH-UASLP.

La información de uso de suelo de INEGI para el 2000 con una actualización en base a imagen de satélite LANDSAT 7.0 ETM+ que permitió hacer los cambios necesarios del 2000 al 2005, esto como parte del proyecto SAGARPA-CONACYT, 2004, CO1-186/A1-CCSyH-UASLP. La información referente al

modelo digital de elevación fue bajada carta por carta escala 1:50,000 de la página de INEGI. (<http://www.inegi.org.mx/lib/usuarios/default.aspx?s=geo&sistema=mde>)

Teniendo todos los modelos de las cartas, se procedió a juntarlos mediante el software de ERDAS 9.1. Dentro de ERDAS 9.1 se selecciono de la parte superior de las herramientas la opción de DataPrep, en la ventana que aparece ahí, se selecciono la opción de Mosaic Image... y de la ventana que se obtiene como resultado de escoger esa opción se selección la herramienta de MosaicPro...(Figura D.8), lo que dio como resultado que se activara la herramienta que permite la conjunción de la información de tipo raster que es el formato en el que vienen los modelos digitales de elevación.

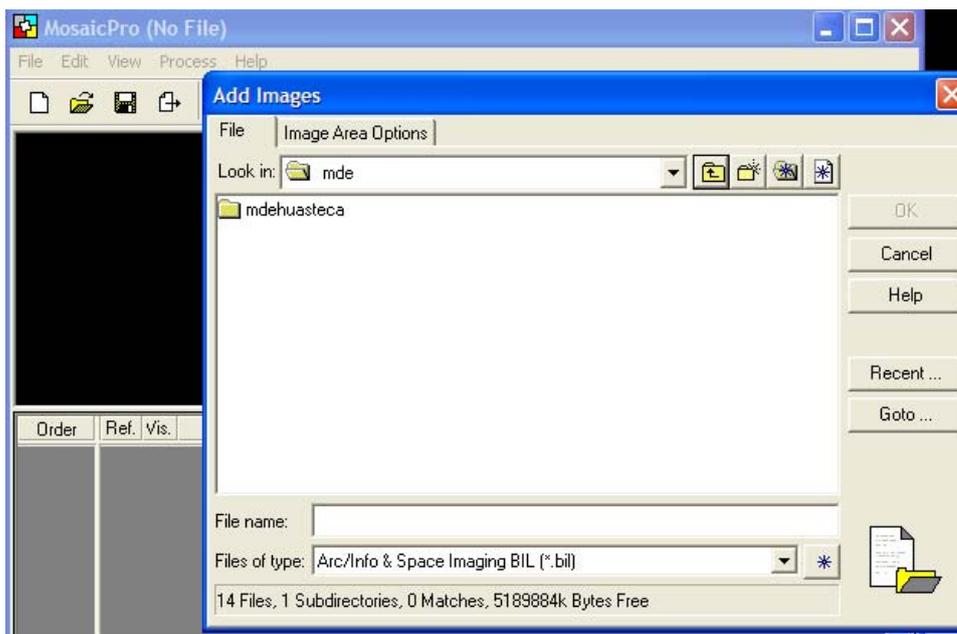
**Figura D.23.- Opción para hacer la unión entre modelos digitales de elevación.**



Fuente: ERDAS 9.1

El formato con el que se maneja la información en la página de INEGI es un formato comprimido .zip y después de descomprimir los archivos se manejan archivos con extensión .bil, por lo que al momento de hacer la unión de todas las cartas fue necesario cambiarle a la extensión de los archivos, para que se pudieran leer (Figura D.9).

**Figura D.24.- Ventana para elegir los modelos digitales de elevación a unir.**

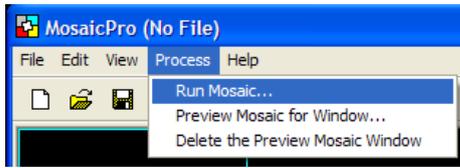


**Fuente: ERDAS 9.1**

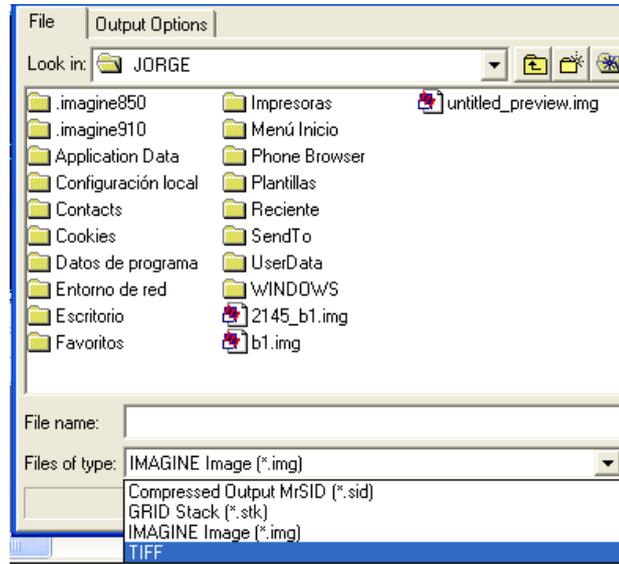
Después de haber seleccionado todos los elementos que se unirían se corrió el proceso de elaboración del mosaico de mapas (Figura D.10), posteriormente solo se cuidó que el formato con el que se generó la información tuviera extensión de tipo TIFF (Figura D.11).

Habiendo escogido la ruta y el nombre del archivo de salida, se procedió a hacer el recorte desde el software de ERMapper 6.4 con respecto a la zona Huasteca Potosina.

**Figura D.25.- Opción para iniciar el proceso de unión de los modelos digitales de elevación**



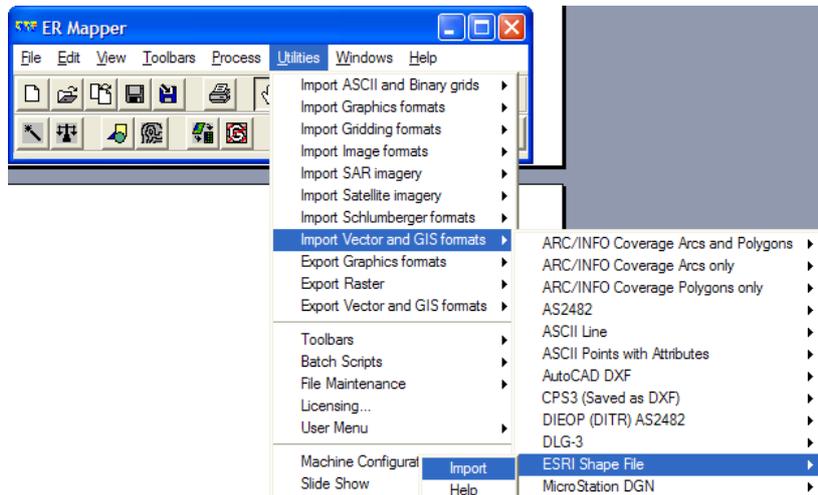
**Figura D.26.- Ventana para la selección de la ruta y el nombre del archivo resultante**



**Fuente: ERDAS 9.1**

Se procedió en principio a importar la información correspondiente al polígono que representa la Huasteca Potosina y eso se hizo mediante el menú de Utilities, en la opción de Import Vector and GIS formats, de ahí la opción de ESRI Shape File y de ahí la opción de Import (Figura D.12).

**Figura D.27.- Opción para la importación del área de estudio**

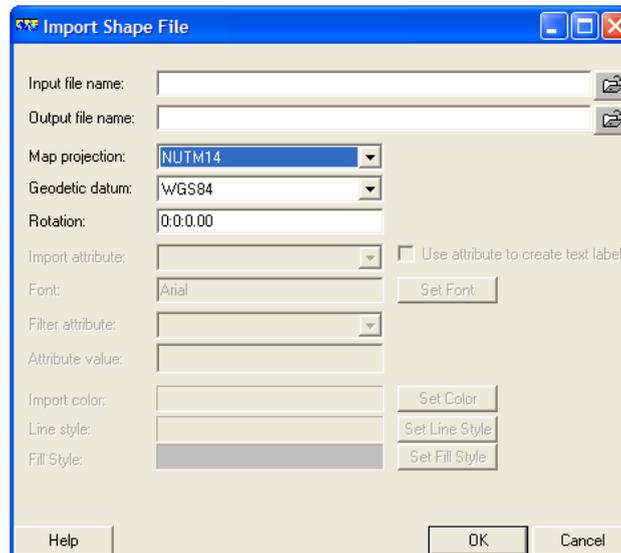


**Fuente: ERMapper 6.4**

Seleccionando la opción de import se tuvo que seleccionar el origen de los datos de tipo shape, en este caso la ruta donde se encontraba el shape de la Huasteca Potosina, la ruta y el nombre para el archivo importado y finalmente

el sistema de coordenadas que en el caso de la información que se estuvo manejando fue en UTM zona 14 norte, con datum WGS84 (Figura D.13).

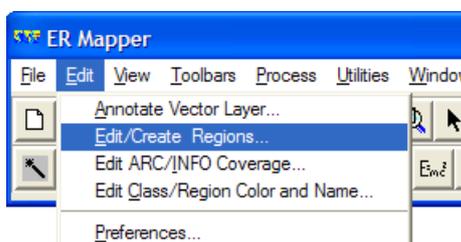
**Figura D.28.-Ventana para la selección de la ruta y proyección del archivo de exportación resultante**



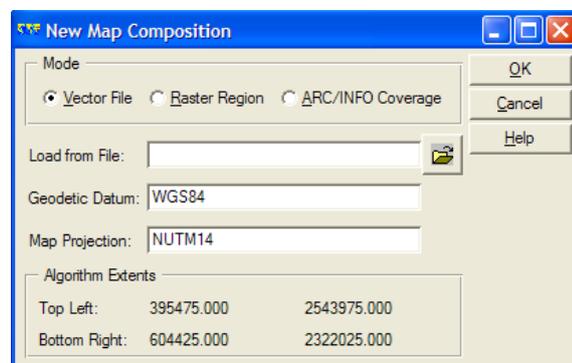
**Fuente: ERMapper 6.4**

Habiendo hecho esto se procedió a hacer el recorte de la información, desde el menú de Edit en la opción de Edit/Create Regions...(Figura D.29), en la ventana que sale al escoger esta opción se selecciono la opción de Vector File (Figura D.30) y se tomo la ruta donde se había guardado el archivo importado (Figura D.30).

**Figura D.29.- Opción para la creación de una región para realizar recorte de información**



**Figura D.30.- Ventana para la selección del archivo de generación de la zona de recorte**

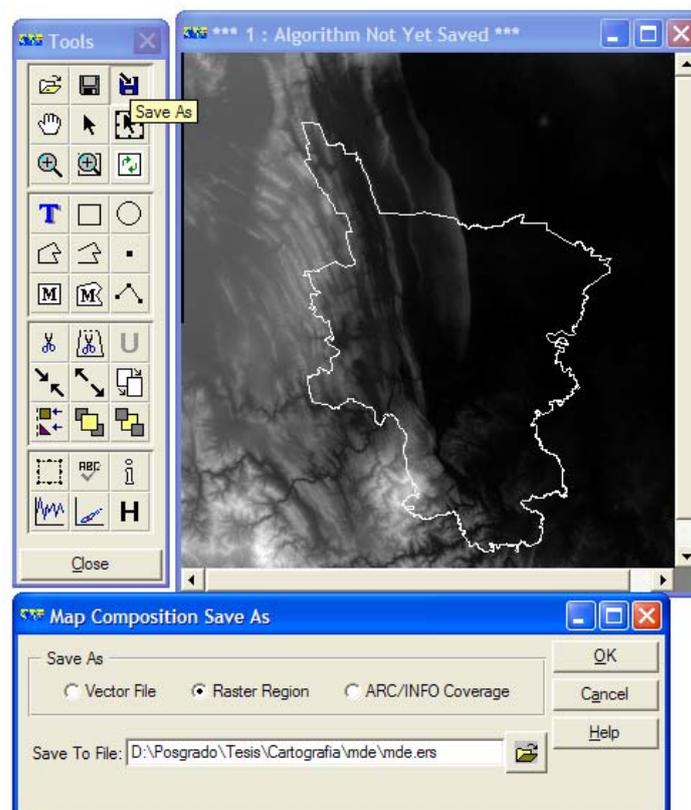


**Fuente: ERMapper 6.4**

Al acceder a la parte del recorte del modelo digital de elevación, lo único que se tuvo que hacer fue tomar la herramienta de Save As para que apareciera una pantalla donde se escoge la ruta donde se guarda el archivo que serviría para poder hacer el recorte (Figura D.31).

Después de haber guardado el archivo solo se cerró la ventanita con nombre Tools. (Figura D.31)

**Figura D.31 Ventana de visualización de la zona de recorte de información y selección de archivo para almacenar los datos.**

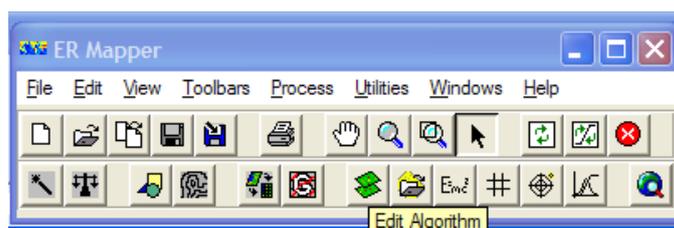


**Fuente: ERMapper 6.4**

Habiendo cerrado la ventana de herramientas se procedió a hacer el recorte de la información por medio de la parte de formulas en la parte de Edit Algorithm (Figura D.32), esta permitió utilizar el polígono de la Huasteca Potosina para dejar solo la información que caía dentro de la zona del polígono.

Para utilizar la herramienta de recorte de la información, se procedió desde la parte del algoritmo y de ahí a la parte de Edit Formula (Figura D.33).

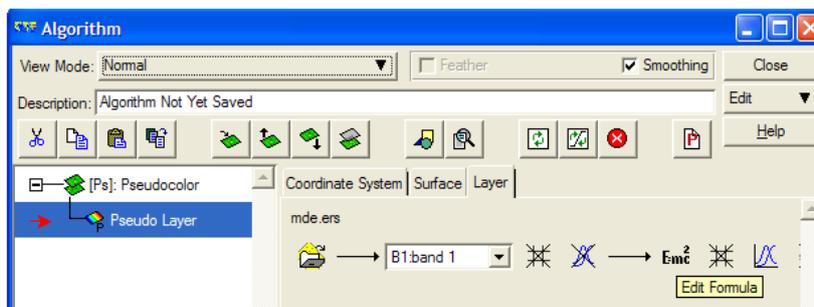
Figura D.32.- Ventana para la selección del algoritmo de representación de datos.



Fuente: ERMapper 6.4

En la parte de la edición de las formulas aparece una pantalla donde se pueden introducir directamente una formula (Figura D.19) elaborada en base a las funciones que tiene estipuladas el software para análisis de la información de tipo raster.

Figura D.33.- Ventana para la selección de capas de información a visualizar.



Fuente: ERMapper 6.4

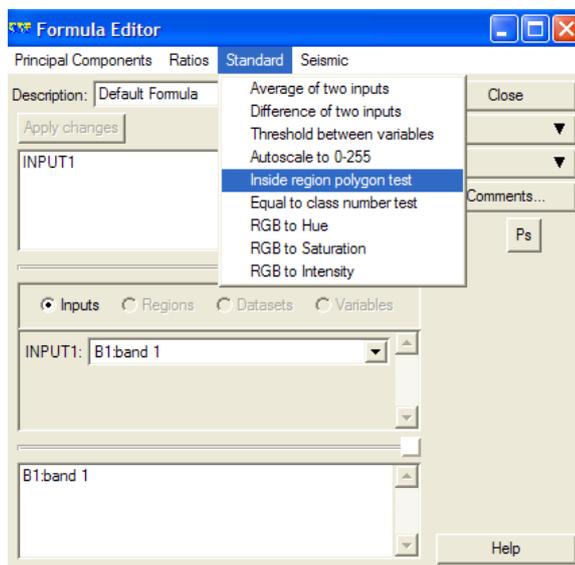
Para realizar el recorte de la información se utilizó una de las formulas predefinidas que se encuentra en el menú de Standard y tiene el nombre de Inside region polygon test.

Solo se escogió esa fórmula y se estableció en la parte de Regions la región que se edito anteriormente (Figura D.34).

Después de haber hecho esos pasos solo se guardo la información y se añadió a la información ya previamente cargada para generar el mapa.

Para el caso de la división de predios del Registro Agrario Nacional (RAN) se obtuvo la información del mismo RAN en formato digital para generar el mapa.

**Figura D.34.- Ventana para la selección de los datos a utilizar en el algoritmo para la representación de la información.**



**Fuente: ERMapper 6.4**

La información digital referente a localidades se obtuvo de INEGI del censo del 2000 con su respectiva base de datos que contiene la información de Población Económicamente Activa (PEA) y la información referente al tipo de sector al que se dedica esta población.

Teniendo toda esta información y habiendo hecho el recorte de la misma para considerar solo aquella correspondiente a la zona de estudio, se procedió a la revisión de los datos correspondientes a los muestreos elaborados por la campaña de langosta en el estado.

Se pudieron encontrar dos tipos básicos de información, la información de tipo puntual que estaba en algunos casos en digital y en algunos otros en papel y que corresponde al periodo de 1993 al 2005 y el otro tipo de información fue poligonales en shape.

De la información de tipo puntual podemos observar los datos de tipo, año, ejido y conteos (Tabla D.1).

**Tabla D.1.- Tabla de datos del muestreo puntual de langosta en el periodo 1999-2005.**

AÑO	TIPO	MES	MUNICIPIO	EXPENHAS	MUESENHAS	POBLM2	ESTADIO
1999	ZG	Septiembre	Ej La reforma	32348	12311		0 (ovipostura)
1999	ZG	Octubre	Ebano	24453	8362	1500/100	400
1999	ZG	Octubre	Tamuín	24453	8362	1500/101	400
1999	ZG	Noviembre	Ebano	2400	670	1150/100	365
1999	ZI	Febrero	Ebano	1896	500	135/100	0
1999	ZI	Febrero	Tamuín	1896	500	135/101	1
1999	ZI	Marzo	Ej El Palmar	488	305	1500/100	0
1999	ZI	Marzo	Tamuín	488	305	1500/101	1
1999	ZI	Marzo	Ebano	488	305	1500/102	2
1999	ZI	Marzo	San Vicente	488	305	1500/103	3

**Fuente: Campaña de langosta 1999-2005**

Teniendo esta información presente se tuvo que proceder a la localización X,Y ya que no se encontraba como parte de la información, por lo que se hizo en base a la localidad que representa la columna de Municipio, esto provoco que la ubicación del sitio realmente es bastante inexacto si se considera el hecho de que el área donde se hizo el muestreo podría tener un radio de error de varios kilómetros, la simbología empleada para determinar el Tipo tampoco se le vio precisión alguna, ya que en según lo descrito por la campaña de langosta fue que ZG era sitio de ovipostura y los otros tipos como ZI, DI y ZP, eran presencia de langosta en distintas formas, lo cual resulto algo confuso pues en principio no se pudo determinar bien que implicaba cada uno de los tipos y se crea aún más confusión al tratar de relacionar la población en metros cuadrados y el estadio al que se hacen referencia en la tabla.

Habiendo visto las limitantes presentes en la información de tipo puntual, se considero insuficiente e inexacta la información para poderla utilizar poder comparar los resultados de un mapa en base a las investigaciones sobre langosta.

La tabla de datos correspondiente a la información poligonal del 2005 (Tabla D.2) tiene algunas ventajas importantes sobre la información puntual, ya que no es necesario localizar el sitio al cual se está haciendo referencia, otra cosa

importante es que no se tienen que tiene que adivinar la zona de influencia, ya que está perfectamente delimitado por el polígono con el cual se representa.

**Tabla D.2.- Tablas de datos de muestreo en áreas de la campaña de langosta en 2005**

The image shows two screenshots of data tables from a software interface. The top screenshot shows a table titled "Attributes of langosta\_2005pol" with columns: N\_PREDIO, OID, BRIG, SEM, NOCONS, NOPOL, N5, FECHA, X, Y, and EJ\_COM. The bottom screenshot shows a table with columns: N\_PREDIO\_1, MPIO, N\_PROD, CULT, E\_FEN, VAR, ALT, C\_AMB, ZONATIPO, and RESP.

N_PREDIO	OID	BRIG	SEM	NOCONS	NOPOL	N5	FECHA	X	Y	EJ_COM
1	993	2	7	797	P12	326	14/02/2005	532876	2375833	Cerro La Cr
10	1026	1	7	770	P3	293	15/02/2005	554041	2449893	INIFAP
101	1383	3	16	1438	P13	645	20/04/2005	507078	2403943	Niños Heroe
102	1387	3	16	1442	P14	658	21/04/2005	514926	2411595	El Lobo
103	1391	4	16	1446	P15	12	18/04/2005	494570	2447315	Cerro Alto
104	1395	4	16	1450	P16	16	19/04/2005	476122	2429722	Casas Blanc
105	1399	4	16	1454	P17	21	19/04/2005	471898	2434538	El Chino
106	1403	4	16	1458	P18	31	20/04/2005	465947	2487655	El Sabinito
107	1407	4	16	1462	P19	36	21/04/2005	482175	2425291	Palo de Arc
108	1411	4	16	1466	P20	503	19/04/2005	545528	2466242	Julian Carr

N_PREDIO_1	MPIO	N_PROD	CULT	E_FEN	VAR	ALT	C_AMB	ZONATIPO	RESP
1	San Martin	Jose Antoni	Citricos	P		140	Soleado	ZI	ERE
10	Ebano	Enrique Gar	Pasto	D		26	Soleado	ZG	OZM
101	Tanlajas	Luis Angel	Caña de Azucar	D	55	46	Soleado	ZI	LAMG
102	Cd. Valles	Clicerio Fr	Caña de Azucar	P	CP63	39	Soleado	ZI	LAMG
103	Cd. Valles	Leonor Rese	Caña de Azucar	D	68	157	Soleado	ZI	JARB
104	Cd. Valles	Francisco M	Caña de Azucar	D	San Pablo	346	Soleado	ZI	JARB
105	Tamasopo	Rodrigo Cam	Caña de Azucar	D	64	309	Soleado	ZI	JARB
106	El Naranjo	Andres Cast	Caña de Azucar	D	64	291	Soleado	ZG	JARB
107	Aquismon	Antonio Her	Caña de Azucar	D	68	179	Soleado	ZI	JARB
108	Ebano	Lucio Torre	Cartamo	D		63	Soleado	ZG	OZM

**Fuente: Campaña de langosta 1999-2005**

Sin embargo esta información no cuenta con sitios donde no se encontró langosta, es decir exploración que defina sitios donde no hay presencia de langosta, no existe entonces una referencia que permita conocer sitios donde no hay plaga y sin eso se podrían hacer las siguientes suposiciones:

- Que solo en los sitios donde se hizo la exploración y se tomo el polígono es donde existe plaga y otros sitios donde se exploró no tienen plaga y por tanto puso el polígono para indicar que ahí no existía plaga alguna.
- Que solo se hace exploración en sitios donde se observa presencia de langosta y por eso todos los polígonos tienen presencia de langosta.
- Que toda la Huasteca Potosina tiene langosta y que lo único que varía son la cantidad de insectos.

- Que las áreas que se tomaron los datos son realmente áreas piloto y que siempre tienen presencia de langosta y solo varía la cantidad.

En cualquiera de los supuestos casos la información es insuficiente, ya que existen grandes extensiones de terreno sin algún dato de exploración.

Después de haber encontrado bastante limitada la información de exploración para hacer un análisis profundo de los sitios de presencia y ausencia, se procedió a tomar los datos de investigaciones previas de la ecología de la langosta como ya se pudieron observar en las tablas donde ya se hizo referencia.

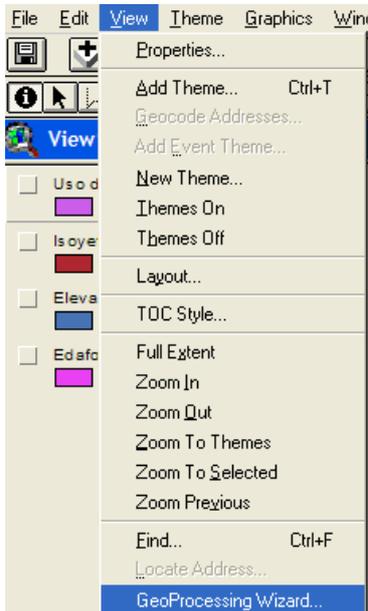
Habiendo definido para cada uno de los shapes que representan las distintas capas de información que se ha considerado dentro de las características que debe de cumplir un sitio para que este pueda ser presentar la langosta y que se de la ovipostura, se procedió a intersectar las capas de información desde el software del ArcView 3.2, por medio de la extensión del GeoProcessing.

Habiendo creado un proyecto nuevo, se integran todos los shapes de los mapas que se manejaron en los puntos anteriores.

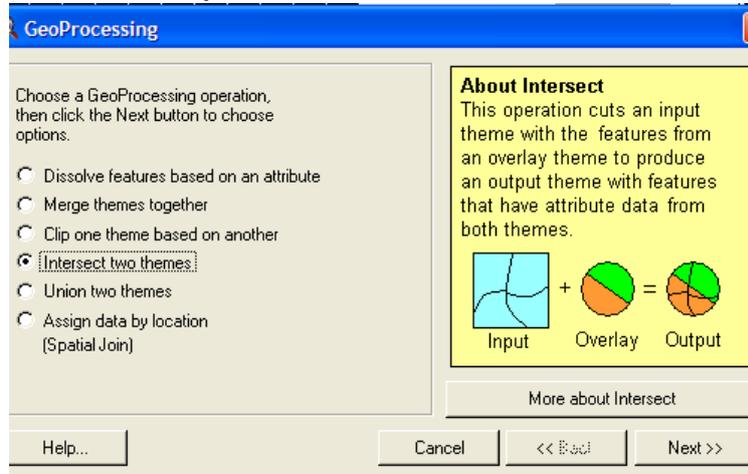
Teniendo los shapes en la vista se procedió desde el menú de View en la opción de GeoProcessing Wizard (Figura D.35).

Dentro de la pantalla de GeoProcessing se tomo la opción de Intersect two themes (Figura D.36), por el hecho de que este proceso solo se puede hacer con dos shapes a la vez, el shape que se fue obteniendo como resultado de la intersección de dos shapes se iba poniendo como uno de los dos nuevos shapes a intersectar, el resultado de esta serie de operaciones fue un shape con la intersección de todos los shapes con los que se contaba.

**Figura D.35.- Opción para la intersección entre capas de información.**



**Figura D.36.- Ventana de selección de capas de información para intersectar.**



**Fuente: ArcView 3.2**

Teniendo el shape resultado de la intersección de todos los shapes, se procedió a crear un campo nuevo donde se obtuvo la suma de todos los campos que se debían de considerar para la presencia de la langosta y otro nuevo campo donde se hizo la suma de todos los campos que se debían de considerar para la ovipostura.

Los valores obtenidos por la suma de todos los campos representan el peligro a la ovipostura y a la presencia de langosta.

Teniendo este shape se le asignaron colores de acuerdo a los valores obtenidos en la suma de todos los shapes.

Para conocer la vulnerabilidad de las distintas zonas dentro de la Huasteca Potosina, fue necesario considerar la información social con la que se contaba, para este caso la división del RAN y las localidades presentes en la zona.

Del shape de localidades del censo de INEGI del año 2000, se hizo una selección de todas las localidades que están presentes en la Huasteca Potosina, que su localización geográfica coincidía con la localización de alguno de los polígonos del RAN, que contenían datos de población económicamente activa y que tuvieran población dedicada al sector productivo primario, los que cumplieron con estas condiciones, se consideraron para la generación del mapa.

Con esta información de localidades, se procedió a hacer una suma de la población dedicada al sector productivo primario, esto para cada uno de los polígonos del RAN con respecto a las localidades que estaban contenidas dentro de dichos polígonos.

Habiendo hecho la suma del número de habitantes dedicados al sector productivo primario por polígono del RAN se dividió entre el área de cada uno de los polígonos para obtener una proporción de población por área, de esta manera se obtuvo el mapa de vulnerabilidad a la langosta, donde se representan las áreas donde la población se vería más afectada en caso de plaga de langosta por ser mayor el número de habitantes que dependen económicamente del sector productivo primario.

Finalmente tomando como base los mapas de vulnerabilidad a la langosta, el de peligro a presencia de langosta y las exploraciones tanto puntuales como el de polígonos, se obtuvo el mapa de riesgo, en el que se hizo una intersección de los shapes de vulnerabilidad y el de peligro a presencia, posteriormente se hizo una suma de los valores para vulnerabilidad y peligro para obtener un nuevo número que conjunto los valores de peligro y vulnerabilidad, finalmente se tomaron como referencia las exploraciones de plaga de langosta para dejar solo aquellas áreas donde cuando menos se había detectado en alguna de las exploraciones presencia de langosta.

## **Anexo E. Leyes**

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE PROTECCIÓN  
FITOSANITARIA**

**PRESIDENTE:** DR. JORGE HERNANDEZ BAEZA

**DOMICILIO:** GUILLERMO PEREZ VALENZUELA No. 127, COL.  
DEL CARMEN, COYOACAN, C.P. 04100, MEXICO,  
D.F.

**TELEFONO:** 5 54 05 29 Y 5 54 05 12

**FAX:** 5 54 05 29

**C. ELECTRONICO:** jbaeza@senasica.sagarpa.gob.mx

**c) Normas y Proyectos a Cancelar**

**CANCELACION DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-049-FITO-1995,  
POR LA QUE SE ESTABLECE LA CAMPAÑA CONTRA LA  
LANGOSTA, PUBLICADA EL 17 DE JULIO DE 1998.**

D. O. F. 9 de febrero de 2006.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos  
Mexicanos.- Secretaría de Agricultura,  
Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

LILIA ISABEL OCHOA MUÑOZ, Coordinadora General Jurídica de la  
Secretaría de Agricultura,

Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en los  
artículos 35 fracción IV de la Ley

Orgánica de la Administración Pública Federal; 7o. fracción XIV de la Ley  
Federal de Sanidad Vegetal; 51

segundo párrafo de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 15  
fracciones XXX y XXXI del

Reglamento Interior vigente de esta dependencia y a petición del Presidente  
del Comité Consultivo Nacional

de Normalización de Protección Fitosanitaria

50. Cancelación de la Norma Oficial Mexicana NOM-049-FITO-1995, Por la  
que se establece la campaña contra la langosta.

**Justificación:** El control de la langosta depende exclusivamente de que los propietarios de los predios agrícolas y ganaderos realicen las acciones de control en tiempo oportuno, además las áreas gregarígenas generalmente se encuentran en pastizales, agostaderos o terrenos federales. Por otra parte, la biología y hábitos de esta plaga no establecen la necesidad de llevar a cabo acciones de control todo el año. Asimismo, esta norma establece que las acciones de exploración, muestreo y control se verifiquen por unidades de verificación aprobadas en la campaña, para lo cual los costos deben ser cubiertos por el interesado. Considerando que los sectores afectados en su mayoría van a corresponder al sector social, no existe la posibilidad de pagar a una unidad de verificación. Con base

en lo anterior, es necesario llevar a cabo las actividades fitosanitarias contra la langosta de manera preventiva que permita detectar oportunamente la emergencia de la plaga, con apoyo de un manual operativo, que brinde los elementos técnicos suficientes para realizar las acciones que se determinen por cada zona agroecológica.

**Fundamento legal:** Artículo 35 fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40, 41, 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; artículos 1o., 2o., 3o., 6o., 7o. fracciones XIII, XVIII, 19 fracciones I inciso e) y IV, 24, 25, 30, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58 y 60 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal; 15 fracción XXX y XXI del Reglamento Interior de esta dependencia.

**Fecha de Cancelación:** Diciembre de 2006

Con esto se dio por cancelada la ley que apoyaba de alguna forma el combate o control de plaga de langosta, quedando de esta forma sin ninguna reglamentación oficial que sirva de ayuda para todos aquellos que se enfrentan a este problema.

De la historia de México se tiene información desde la época de la Colonia donde según Márquez (1963) las ordenanzas de Castilla fungieron como leyes y son sobre las que se hace mención a continuación:

Don Felipe II, en las Cortes de Madrid, de 1593

**Ley V.** Obligaciones de las Justicias ordinarias a hacer matar la langosta a costa de los consejos.

**Ley VI.** Modo de proceder las Justicias a la extinción de la langosta a costa de los propios pueblos.

**Ley VII.** Reglas para la extinción de las langostas en sus tres estados, y modo de repartir los gastos que se hicieren en este trabajo.

**Ley VIII** Repartimiento de gastos causados en la extinción de la langosta.

El Concejo, por circular de 8 de julio de 1755, comunicando a los Intendentes; y don Carlos IV por resol. a Cons. de 18 de diciembre de 1804.

**Ley IX.** Reglas que deben observar las Justicias de los pueblos en que se descubriese la aovación de langosta.

El Concejo en la instrucción de 10 de marzo de 1783 adicional a las de 1755 y don Carlos IV por resol. a Cons. 18 de diciembre de 1804.

Algunas de estas leyes según Márquez (1963) tuvieron algunas complicaciones para su aplicación por lo que se tuvieron que hacer algunas adaptaciones de manera local como se puede observar en los siguientes ejemplos:

El 28 de septiembre de 1854 fue expedido por don Basilio Rojas, en Miahuatlán, Oax., el Reglamento para la destrucción de la langosta.

El 4 de agosto de 1883, el señor Octavio Rosado, Gobernador Constitucional del Estado de Yucatán expidió, en el decreto 102, la “Ley y Reglamento para la extinción de la plaga de la langosta en el Estado de Yucatán”.

Durante el resto de ese año (1883), se suprimió el impuesto de caminos que se establecía el decreto del 18 de marzo.

El 20 de noviembre de 1883, en Chilpancingo de los Bravo, el general de división Diego Álvarez, Gobernador Constitucional del Estado de Guerrero, expidió el decreto N° 25 en relación con la langosta.

Con el fin de establecer un marco sobre el cual podrían trabajar los distintos estados se estableció según Márquez (1963) la “Ley de sanidad fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos” que fue Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de septiembre de 1940

Específicamente sobre el estado de San Luis Potosí se observa una de las adaptaciones que se tuvo en cuanto a la reglamentación existente en aquellos momentos y da como resultado el siguiente reglamento según Márquez (1963):

El 5 de agosto de 1885, el señor Carlos Díaz Gutiérrez, Gobernador Constitucional del Estado libre y soberano de San Luis Potosí, expidió el “Reglamento para la organización de los trabajos de destrucción de la langosta”. Reglamento para la organización de los trabajos de destrucción de la langosta, en el estado de San Luis Potosí. Carlos Díaz Gutiérrez, Gobernador Constitucional del Estado libre y soberano de San Luis Potosí, a sus habitantes, sabed:

Que en virtud de la facultad que me confiere el Artículo 54, fracción XXII de la Constitución del Estado, he tenido a bien expedir el siguiente Reglamento:

**Artículo 1º** Se establece en esta capital una Junta compuesta de cinco personas que nombrará el Ejecutivo, a cuyo inmediato cargo estará la dirección superior de los trabajos que se emprendan en el Estado para la destrucción de la langosta.

**Artículo 2º** En todas las cabeceras de los partidos, en cuyo territorio exista actualmente la langosta, aun cuando sea en el período de huevo, o que

estuvieran próximos a ser invadidos por ella, los jefes políticos, de acuerdo con los presidentes municipales, nombrarán una Junta compuesta del propietario, representante de él o persona que explote la finca de campo de mayor importancia en el Municipio, de dos propietarios, sus representantes o personas que exploten las fincas rústicas de menor importancia, bien sea a título de arrendamiento o cualquiera otro, y de un vecino caracterizado que no tenga interés directo o inmediato en la agricultura. Estas Juntas serán presididas por los jefes políticos.

**Artículo 3º** En las demás municipalidades y comisarías del partido, se nombrarán igualmente Juntas en los términos prescritos en el artículo anterior, las que serán presididas por los presidentes o comisarios municipales.

**Artículo 4º** En las congregaciones y rancherías, haciendas, etc., que pertenezcan a la municipalidad o comisaría, los jefes políticos o presidentes y comisarios municipales en su caso, nombrarán comisionados que estarán sujetos a las Juntas vecinales respectivas, en todo lo relativo a la persecución de la langosta.

**Artículo 5º** A las juntas vecinales de que hablan los artículos 2º y 3º, podrán agregarse las personas que lo soliciten, si aquellas juzgaren conveniente su admisión.

**Artículo 6º** Las juntas acordarán, desde luego, que se reúnan los medios de persecución que deban emplearse, tomando en consideración la naturaleza del terreno y el estado en que se encuentre la langosta en su desarrollo.

**Artículo 7º** Las Juntas determinarán también el número de trabajadores que sea necesario para llevar a cabo los medios de destrucción que hubieren adoptado, repartiendo este servicio equitativa y proporcionalmente, y siguiendo

en cuanto sea posible esta regla el dueño o persona interesada en la explotación de los terrenos invadidos, y el vecindario de las poblaciones que se exija a los predios no invadidos, dará el contingente que sea necesario para cubrir el número total de trabajadores, repartiéndose esta carga con la mayor equidad entre todos los vecinos aptos para el servicio, de los catorce años en adelante.

**Artículo 8º** Los propietarios o explotadores de fincas rústicas están obligados a sostener en el trabajo el número de jornaleros que se les hubiere asignado, hasta terminar la persecución dentro del territorio del municipio, cualquiera que sea la distancia en que deba trabajarse, pero si la langosta pasase de una finca a otra, se disminuirá el número de trabajadores correspondientes a aquélla y se aumentará el de ésta, en la proporción antes señalada.

**Artículo 9º** A los vecinos no se les puede obligar a que presenten sus servicios gratuitamente, sino en un radio de cinco leguas del lugar que habiten. Se procurará que sea el menor tiempo posible el que se les quite de sus ocupaciones ordinarias, y que el que una vez haya prestado sus servicios no vuelva a ser obligado a trabajar, sino cuando todos los que estén en aptitud de hacerlo lo hayan verificado.

**Artículo 10º** Los vecinos que rehusaren cooperar personalmente a la persecución, pondrán en su lugar a otra persona que los desempeñe, o pagarán el jornal de un trabajador correspondiente al tiempo durante el cual deban prestar sus servicios.

**Artículo 11º** La falta de cumplimiento a lo prevenido en el artículo que precede, será castigado por el jefe político del partido, con multas que se impondrán proporcionalmente conforme a sus facultades; estas multas, así como los

jornales que paguen los vecinos que no presten personalmente sus servicios, ingresarán a la tesorería de la junta respectiva.

**Artículo 12º** A la expedición se unirán también con su contingente los comisionados, si el jefe de aquella lo acordase, y aún podrán por sí mismos tomar la iniciativa en cuanto la langosta invada su territorio.

Artículo 13º Si el mal estuviese a tan gran distancia de los lugares poblados, que fuere gravoso el auxilio de los vecinos y se reputase sin embargo necesario, la junta directiva proveerá a esto, proporcionando los medios para cubrir el jornal que se necesitase.

**Artículo 14º** Se estimulará a la persecución de la langosta a todas las personas no obligadas, incluso mujeres y niños, ofreciéndoles módicas gratificaciones, en proporción al número de insectos que entreguen muertos, advirtiéndole que para este cálculo se tendrá como base la de que una libra contiene, por término medio, mil diez y siete langostas de tres centímetros de largo, cuyo dato aproximado deberán comprobar las juntas provinciales.

**Artículo 15º** Se proveerá a los gastos que demanda la persecución, por suscripciones voluntarias en todo el Estado y diversiones y fiestas públicas que se organicen para aplicar sus productos a este objeto. En el caso de que estos medios sean insuficientes, la junta directiva lo manifestará así al Ejecutivo.

**Artículo 16º** Las juntas vecinales se dirigirán a la directiva, con quien debe estar en relación constante, en todas las dificultades que se les presenten; ésta procurará con empeño allanarlas y si para esto fuere necesario el ejercicio de autoridad, pondrá el hecho en conocimiento del Ejecutivo, para ordenar lo que corresponda.

**Artículo 17** La junta directiva recogerá y aplicará los fondos que se recauden en los partidos del Estado, con excepción de los invadidos, pues en éstos las vecinales lo harán, a reserva de dar a la directiva cuenta justificada de la inversión.

**Artículo 18º** La junta directiva tendrá las más amplias facultades para dirigir la persecución; constará con el Ejecutivo la solución que debe darse a las dudas que ocurran en la aplicación del presente Reglamento; suplirá sus omisiones con arreglo a su espíritu manifiesto, y sus órdenes serán puntualmente obedecidas.

**Artículo 19º** La misma junta procurará con todo empeño una comunicación rápida y constante con las vecinales, y podrá en conocimiento del Ejecutivo, para que sean aplicadas oportunamente, las noticias relativas a la invasión y persecución de la langosta, y le informará semanariamente por escrito, del estado en que se encuentren los trabajos y de los resultados obtenidos.

Por tanto, mando se cumpla y se ejecute el presente Decreto y que todas las autoridades lo hagan cumplir, guardar y obedecer, y al efecto, se imprima, publique y circule a quienes corresponda.

Palacio de Gobierno del Estado de San Luis Potosí, a 25 de agosto de 1885.

Carlos Díaz Gutiérrez, Juan Flores Ayala, Secretario.

## Bibliografía

Aguilar (1995). Autopsia de un fracaso: el caso del proyecto Pujal-Coy de la Huasteca Potosina. Ed. Ponciano Arriaga. SLP-México.

Alberola Romá Armando (2003). Procesiones, rogativas, conjuros y exorcismos: el campo valenciano ante la plaga de langosta de 1756. *Revista de historia moderna anales de la Universidad de Alicante*, 21, 2003.

Alberola Romá Armando (1996). La percepción de la catástrofe: sequía e inundaciones en las tierras valencianas durante la primera mitad del siglo XVIII. *Revista de historia moderna*, 15:257–269, 1996.

Alderete, J. R. y V. Rivera (1959). Geografía del estado de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

Anaya Rosales Socorro (1996). Diagnósis de acridoideos (orthoptera:acridoidea) que se asocian a áreas agrícolas en la región central de México. Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados Montecillo, Estado de México, 1996.

Ávila Valdez Joel, Barrientos Lozano Ludivina & García Salazar Pablo (2003). Manejo Integrado de la Langosta Centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) y Acridoideos Plaga en América Latina, Ciudad Victoria, México, págs. 31-36.

Barrientos-Lozano Ludivina, Hojun Song, David B. Weissman and Zenón Cano-Santana (2006). The locust island. *American Entomologist*, 52:168–181, 2006.

Barrientos Lozano Ludivina (2005). 2do. curso internacional: manejo integrado de la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) y acridoideos plaga en América latina. págs. 1–30, 2005.

Barrientos Lozano Ludivina (2003). Ortópteros plaga de México y centro América: Guía de campo. México.

Barrientos Lozano Ludivina (2001). Ecología, Manejo y Control de Langosta Voladora (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker). Ciudad Victoria, México, págs. 34-43.

Barrientos Lozano Ludivina (1998). La Langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walter, 1870) (Orthoptera: Acrididae). Plaga mayor de la agricultura en el sureste de México y centroamérica. Impacto y significancia en BIOTAM. Volumen 2 Número 2 (Agosto-Noviembre 1990).

Barrientos Lozano Ludivina (1992). Manual técnico sobre la langosta voladora *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker 1870) y otros

acridoideos de Centroamérica y el sureste de México. FAO-OIRSA. El Salvador. pp 1-50.

Bugguide (2009). <http://bugguide.net/node/view/336>

Cano Santana, Z. *et al.* (2006). Ecología e historia natural de *Schistocerca americana* socorro y *S. piceifrons piceifrons* en Isla Socorro. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BS007. México D. F.

Capel Sáez, Horacio, (1981). Filosofía y Ciencia en la Geografía Contemporánea. Barcelona. Ed. Bucanova. p. 313

Cardona A. Omar Darío (1996). El manejo de riesgos y los preparativos para desastres: Compromiso institucional para mejorar la calidad de vida, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.

Cardona A. Omar Darío (1993). Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados privado, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.

CESAVESLP (1999-2004). Informes Técnicos. San Luís Potosí, México.

Cisneros Almazán Rodolfo (2001). Manual de suelos agrícolas Con un enfoque en el riego y el drenaje. Universidad Autónoma de san Luis Potosí. Facultad de Ingeniería.

Comas David, Ruiz Ernest (1993). Fundamentos de los sistemas de información geográfica. Ariel 1993.

R.V. Connin J.R. Parker (1967). Langostas sus hábitos y perjuicios. Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América, 1967.

Contreras, Galindo y Algara (2006). "El fenómeno de "El Niño", la sequía y su relación con la presencia de la langosta en la Huasteca Potosina" en Memorias del I Seminario Latinoamericano de Plagas Transfronterizas. Nuevos escenarios y nuevos retos en la sanidad vegetal. Del 25 al 27 de octubre del 2006, San Luís Potosí, México.

Cornford, S. (1996). Informes sobre la langosta del desierto y algunas otras plagas durante 1995. OMM.45(4):382-385.

Costanza and Voinov (2004). Landscape simulation modeling. A spatially explicit, dynamic approach. Springer-Verlag, New York.

Dirección General de Sanidad Vegetal, (2008). Manual operativo de la campaña contra langosta biología y hábitos de la langosta. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Agricultura, México.

Espinosa y Llorente (1993) Fundamentos de biogeografías filogenéticas. UNAM-México.

EIRD (2009). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>

FAO (2001). Los efectos económicos de las plagas y enfermedades transfronterizas de los animales y de las plantas. Parte III en El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2001. New York.

Floyd (1997). Remote sensig. Principles and interpretation.

Galindo, Olvera y Contreras (2008) Metodología para determinar zonas de peligro al ataque de la plaga de langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons walter*, 1870) apoyados en sensores de alta resolución y SIG. Estudio de caso: la Huasteca Potosina-México en Teorías y método en geosistemas. Estudios regionales. Raúl Aguirre Coordinador. Instituto de Geografía de la NAM- Instituto de Geografía de la NAM-Plaza y Valdez. pp. 67-89.

Galindo, *et al.* (2006). Cuantificación del desastre y monitoreo de la plaga de langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons Walter*) en actividades agropecuarias con sensores de alta resolución, SIG y modelos multivariados de simulación. Estudio de caso: la Huasteca Potosina-México. Memorias del I Seminario Latinoamericano de Plagas Transfronterizas. Nuevos escenarios y nuevos retos en la sanidad vegetal. 2006, San Luís Potosí, México.

Galindo y Olvera (2005). "El inventario agropecuario en la Huasteca Potosina: primeros resultados en la construcción de cartografía básica y temática para el reordenamiento de las actividades agropecuarias apoyado en PR y SIG" en Memorias del II Congreso Internacional de Ordenación del territorio del 14 al 126 de septiembre del 2005 en Guadalajara, Jalisco, México.

Garza Urbina Enrique (2005). La langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* y su manejo en la planicie Huasteca. Campo Experimental Ébano, CIRNE-INIFAP-SAGARPA, Km 67 Carretera Valles - Tampico, México.

Hare, K. T. (1985) "Sequía, variación climática y desertificación". Ginebra, Suiza, Secretaria de la Organización Meteorológica Mundial, N° 653, p.1-35

Hewitt Kenneth (1996). Daños ocultos y riesgos encubiertos: Haciendo visible el espacio social de los desastres, Departamento de Geografía, Wilfrid Laurier University, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.

Hernández, C. M. E., Torres, T. L. A. y Valdez, M. G. (2000). Sequía Meteorológica. Pp. 25-40. En: C. Gay (comp.) México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la

vulnerabilidad del país, coordinados por el INE con el apoyo del U.S. Country Studies Program, México: INE, SEMARNAP, UNAM, U.S. Country Studies Program.

Víctor Manuel Hernández Velázquez. Efecto del contenido de humedad de conidios formulados de *Metarhizium Anisopliae acridum* (Hyphomycete) sobre la viabilidad y producción de exudados en almacenamiento y virulencia sobre *Schistocerca Piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae). Universidad de Colima, Septiembre 2003.

Herrera Alfonso L. (1943). Plagas de la agricultura y manera de combatirlas, volumen TOMO I Y TOMO II. La prensa, 1943.

INEGI (1999-2004). Anuarios estadísticos del estado de San Luis Potosí. México.

INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos de la cartografía edafológica del INEGI. Guía normativo-metodológica.

Jacobson Abigail (2005). A city living through crisis: Jerusalem during world war i. 2005.

Jurado Jurado Juan Carlos (2004). Terremotos, pestes y calamidades. del castigo a la misericordia de dios en la nueva granada. Siglos xviii y xix. Procesos históricos: revista de historia, arte y ciencias sociales, 5, 2004.

Milagros León Vegas (2005). Una simiente devastadora del agro antequerano: La plaga de langosta de 1620. REVISTA DE HISTORIA MODERNA, 23:285–306, 2005.

Manilla (1996) Desastres modelo para armar. Colección de piezas de un rompecabezas social. LA RED. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.

Márquez Delgado Antonio (1963). La lucha contra la langosta en México. 1963.

Mass-Krey (1993) Los desastres nos son naturales. LA RED. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.

Mestre Sanchiz Antonio (1992). Una villa de señorío. Oliva en el siglo XVIII. p. 175–213.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). (1991). Reclasificación del complejo *Schistocerca americana*. División de Sanidad Vegetal. Boletín 32. Traducción de Evaristo Morales. Costa Rica. 22p.

OIRSA-Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, (2005). Sistema Integrado de Sanidad Agropecuaria.

Porter, J.; Parry, M.; Carter, T. (1991). *The potential effects of climatic change on agricultural insect pest*. *Agricultural Forest Meteorology*. 57: 221-240

Pulso (2002) "Combatirán plaga de Langosta con hongos biológicos (Antes realizarán un periodo de pruebas)", Periódico Pulso, Sección E, p. 4, 25 de julio de 2002.

Pulso (2002) "Inicio el combate de langosta", Periódico Pulso, Sección E, p. 4, 1 de agosto de 2002.

Pulso (2002) "Debió integrarse hace tiempo un plan integral de contingencia contra las plagas", Periódico Pulso, Sección E, p. 4, 25 de agosto 2002.

Rainey, R. (1963). *Meteorology and the migration of desert locusts*. World Meteorology Organization. Technical note 54. Geneva, Switzerland. 115p.

Romero Gilberto y Maskrey Andrew (1993). Como entender los desastres naturales, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina

Retana Barrantes José Alberto (2000). Relación entre algunos aspectos climatológicos y el desarrollo de la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* en el Pacífico Norte de Costa Rica durante la fase cálida del fenómeno El Niño-Oscilación Sur (ENOS). *Top. Meteor. Oceanog.*, 7(2):73-87, 2000.

Retana, J (2003). Relación entre la temperatura superficial del mar (TSM) y anomalías de temperatura del aire en el Pacífico norte de Costa Rica durante años ENOS como posible predictor de potencialidad de plaga de langosta en Tópicos de Meteorología y Oceanografía, 10 (1), pp. 31-35.

Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). (2007) *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.

Rzedowski, J. (1978). *La vegetación de México*. Limusa. México. 432. pp

Rzedowski, J. (1963), "El extremo boreal del bosque tropical siempre verde en Norteamérica continental", en *Vegetatio* Núm. 11, 1963.

SENASICA-Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2005). *Acuerdos Internacionales sobre medidas sanitarias y fitosanitarias*.

Hojun Song (2005a). On the origin of the desert locust *Schistocerca gregaria* (forskal) (orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). The Royal Society, 2004.

Hojun Song (2005b). Phylogenetic perspectives on the evolution of locust phase polyphenism. JOURNAL OF ORTHOPTERA RESEARCH, 14:235–245, 2005.

Sword G. A., Chapman R. F., Lovejoy N. R., Mullen S. P. and Harrison R. G. (2005) Ancient trans-atlantic flight explains locust biogeography: molecular phylogenetics of schistocerca. Proceedings of the Royal Society B., pag. 8, 2005.

Teixeira y Monné (2005). “La distribución de *Tropidacris cristata* (Orthoptera: Acridoidea) según la “Historia rerum naturalium Brasiliae” de Georg Marcgrave (1648)” en Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. Primera Jornada Biogeográfica de la Red Iberoamericana de Biogeografía y entomología sistemática. RIBES XII.I-CYTED-UNAM-CONABIO.

Tinoco Corona L. (2001). Entomología económica aplicada a la agricultura. Ed. AGATA. Guadalajara, Jalisco-México

Trujillo G. Pedro (1975). El problema de la langosta *Schistocerca Paranensis* Burm. 1975. 1era Edición 1969, 2da Edición 1975.

United States Department of Agriculture USDA (2009). Natural Resources Conservation Service. Guide to texture by feel.  
<http://soils.usda.gov/education/resources/lessons/texture/>

Virtual Fossil Museum (2009). <http://www.fossilmuseum.net/>.

Z. Waloff. The upsurges and recessions of the desert locust plague: an historical survel. Anti-Locust Research Centre, 8, (1966).

ZipCodeZoo (2009). <http://zipcodezoo.com>.

Zunino y Zullini (2003). Biogeografía. La dimensión espacial de la evolución. FCE-México.

Zurita Velázquez Pedro. (1943) Langosta en Yucatán y Campeche 1941 - 1942. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 1943.

## Cartografía.

- INEGI (1985). Cartografía digital vectorial edafológica escala 1:250000.
- INEGI (1985). Cartografía en papel edafológica escala 1:250000.
- SAGARPA-CONACYT-UASLP-UNAM (Proyecto SAGARPA-2004-CO1-186/A-1) Actualización de la cartografía digital vectorial de uso de suelo en base a INEGI (1993). Cartografía digital vectorial de uso de suelo serie II escala 1:250000.
- INEGI (1999). Cartografía digital raster de modelos digitales de elevación escala 1:50,000.
- INEGI (1999). Cartografía digital vectorial topográfica escala 1:50,000.
- INEGI (2001). Cartografía digital vectorial de localidades en base al censo de población y vivienda del 2000.
- RAN (2000). Cartografía digital vectorial de tenencia de la tierra del Registro Agrario Nacional escala 1:50,000.
- Sanidad Vegetal (2005). Cartografía digital vectorial de exploración de langosta.
- Hernández Cerda Ma. Engracia (2006). Cartografía digital vectorial climática de la Huasteca Potosina escala 1:250,000.